



**ФЛАГМАН ГАЗОВОЙ НАУКИ.
ВНИИГАЗУ – 70 ЛЕТ**

ПАО «Газпром»
Научно-исследовательский институт природных газов и газовых
технологий – Газпром ВНИИГАЗ (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

**ФЛАГМАН ГАЗОВОЙ НАУКИ.
ВНИИГАЗУ – 70 ЛЕТ**

Москва 2018

Флагман газовой науки. ВНИИГАЗу – 70 лет. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2018. – 468 с.

Настоящее издание посвящено 70-летию научно-исследовательского института природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ. Созданный всего из двух лабораторий в 1948 г. институт стал главным научно-исследовательским и проектно-технологическим центром газовой промышленности. На основании архивных документов, книг, научных статей, отчетов и других фото- и видеоматериалов, а также воспоминаний ветеранов собраны материалы, отражающие основные события в научной и повседневной жизни института.

Значительная часть книги посвящена ученым, внесшим крупный вклад в развитие науки о природном газе, в становление и формирование современной газовой отрасли в целом.

Государство высоко оценивало и оценивает научные достижения ученых ВНИИГАЗа, многие из них становились лауреатами различных государственных премий в составе авторских коллективов на всех исторических этапах развития газовой промышленности СССР – России.

Настоящая книга является продолжением ранее изданных книг, посвященных 50- и 60-летию института: «История ВНИИГАЗа – этапы развития» (1998 г.), «ВНИИГАЗ: этапы большого пути» (2008 г.).

Книга предназначена для специалистов и научных работников газонефтяной отрасли, студентов и аспирантов вузов, а также для всех, интересующихся историей отечественной газовой промышленности.

Редакционная коллегия:

А.И. Гриценко – главный научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», чл.-корр. РАН, д.т.н.;

Б.А. Григорьев – ученый секретарь ООО «Газпром ВНИИГАЗ», чл.-корр. РАН, профессор, д.т.н.;

К.И. Джафаров – главный научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ», профессор, д.т.н.



A leader of gas science: 70th anniversary of VNIIGAZ. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2018.

Entitled edition is dedicated to the 70th anniversary of Scientific & Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies (Gazprom VNIIGAZ LLC), which being created from only two laboratories in 1948 turned further into a primary design and engineering research center of gas industry. So, the presented collected texts reveal the main events of scientific and day-to-day activities of the Institute. They have been prepared on the basis of archival documents, books, scientific papers, reports and other photo and video materials, as well as the memoirs of veterans.

Considerable part of the book tells about the well-known scientists who majorly contributed both natural-gas sciences and establishing of the gas industry as a whole. Either in the USSR or in modern Russia the state authorities have always highly appreciated scientific achievements of the VNIIGAZ researches; in the course of domestic gas industry evolution many of the Institute employees have won different state awards in a body of different composite authors.

This book should be appraised as a continuation of the previously published editions dedicated to the 50th and 60th anniversaries of the VNIIGAZ, namely: “The history of VNIIGAZ – periods of development” (1998), and “VNIIGAZ: stages of the grand way” (2008). It is meant for gas-oil research associates and other specialists, students and post-graduates from correspondent universities, as well as for every person interested in the history of domestic industries.

Editorial board:

A.I. Gritsenko – chief research associate of the Gazprom VNIIGAZ LLC, corresponding member of RAS, doctor of engineering;

B.A. Grigoryev – academic secretary of the Gazprom VNIIGAZ LLC, corresponding member of RAS, professor, doctor of engineering;

K.I. Dzhafarov – chief research associate of the Gazprom VNIIGAZ LLC, professor, doctor of engineering.

Уважаемые коллеги!



Научно-исследовательскому институту природных газов и газовых технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ» исполняется 70 лет.

В далеком 1948 году Институт был создан как Всесоюзный для комплексного и качественного решения задач развития газовой отрасли.

Потребность в научном обеспечении работ по всем технологическим направлениям поиска, добычи, транспортировки и использования природного газа стала очевидной с первых шагов промышленного освоения перспективного энергоресурса.

За прошедшие десятилетия развитие газовых технологий на базе научных исследований и разработок, в первую очередь – ВНИИГАЗа, позволило газовой отрасли стать одной из основ экономики страны, а ПАО «Газпром» – лидером среди глобальных энергетических компаний.

В современных условиях стремительного научно-технического прогресса способность компаний к инновациям является основой устойчивости и конкурентоспособности. В этом Институт видит существенный вызов и одновременно возможность для развития и роста. Необходимо уметь работать на новых скоростях, гибко реагировать на изменения, предсказывать будущее, а в идеале – его формировать. Уникальная и надежная Единая система газоснабжения является хорошим примером дальновидности ученых и руководителей, слаженной работы науки и производства.

История развития науки – это жизненные истории выдающихся личностей, коллективов и школ. Задача ВНИИГАЗа – сохранить и приумножить накопленные знания и традиции. Современный Институт – это инновационная экосистема, способная генерировать новые идеи, реализовывать прорывные научно-технические разработки и воплощать нестандартные решения.

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» сегодня – это компания с огромным потенциалом и амбициозной целью быть лучшей в своем деле, ориентируясь на пример головной компании – ПАО «Газпром» – компании № 1 в мире.

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

Уважаемые коллеги!



Еще в 1948 г., создавая ВНИИГАЗ, на институт возложили функции головного научного центра будущей газовой промышленности СССР. С этими обязанностями институт успешно справлялся на всех этапах развития отрасли.

ВНИИГАЗ всегда формулировал и разрабатывал планы НИР и ОКР отрасли. Затем эти материалы обсуждались в Мингазпроме и реализовывались в программы развития газовой промышленности.

Будучи советником Председателя Правления РАО «Газпром» Р.И. Вяхирева, я с коллегами предложил для совершенствования структуры научно-технического сектора РАО «Газпром» создать Департамент перспективного развития и отдельное подразделение – ОАО «Газпром наука». Решение о создании Департамента было принято, а предложение по «Газпром науке» – отклонено. На мой взгляд, это решение было правильным, учитывая, что уже имеется головной научный центр ВНИИГАЗ, который должен выполнить свою миссию.

Если обратиться к истории, следует отметить следующее. ВНИИГАЗ располагал несколькими филиалами в разных городах СССР:

- СредазНИПИГаз (г. Ташкент, Узбекистан);
- Туркменский филиал (г. Ашхабад, Туркменистан);
- Украинский филиал (г. Харьков, Украина);
- Северо-Кавказский филиал – СевКавНИПИГаз (г. Ставрополь);
- Коми филиал – СеверНИПИГаз (г. Ухта);
- Азербайджанский филиал (г. Баку, Азербайджан);
- Тюменский филиал – ТюменНИИгипрогаз (г. Тюмень);
- Дальневосточный комплексный научно-исследовательский отдел (г. Якутск).

География филиалов и их число доказывает влияние научно-технических программ ВНИИГАЗа на газовую промышленность всего СССР. Эти программы были обязательными для выполнения. Они рассматривались профильными департаментами, далее – на бюро НТС и утверждались руководством Мингазпрома, позже – Газпрома.

По моему убеждению, основная задача всей отечественной газовой науки, и ВНИИГАЗа в первую очередь, – обеспечение технологической независимости газовой промышленности страны.

Сейчас как никогда требуется концентрация усилий науки и производства. Если мы не будем вкладывать в НИР и ОКР денежных средств в два-три раза больше, чем мы это делаем сегодня, то Россия навсегда отстанет от развитых стран. Государству необходимо вкладывать средства в академи-

ческую и прикладную науку. Известно, что предприятия фундаментальной наукой не занимаются, так как у них – другие задачи.

Много говорится о необходимости внедрения самых передовых технологий. На мой взгляд, они не могут играть значительной роли в развитии фундаментальных разработок. Ведь известно, что если сегодня какая-либо технология будет наиболее продвинутой, то завтра в этом направлении появится другая. *Технологическое обновление не стоит на месте.* Если купить сегодня одну технологию, а завтра другую, то придется постоянно платить огромные деньги. Выход один – *нам нужны собственные технологии и их эволюционное развитие.* Требуются отечественные программные продукты, конструкторские разработки и машиностроительная база для производства нефтегазового оборудования, включая морские платформы и прочее. То есть если будут российские технологии, будет и независимость.

Перефразируя известное выражение, можно сказать, *если не будешь поддерживать свои образование и науку, то вскоре будешь помогать чужим.*

Мы говорим о комплексе проблем, решение которых возможно за счет вложения достаточно серьезных финансовых средств в образование, фундаментальную и прикладную науку, технологии, приборо- и машиностроение.

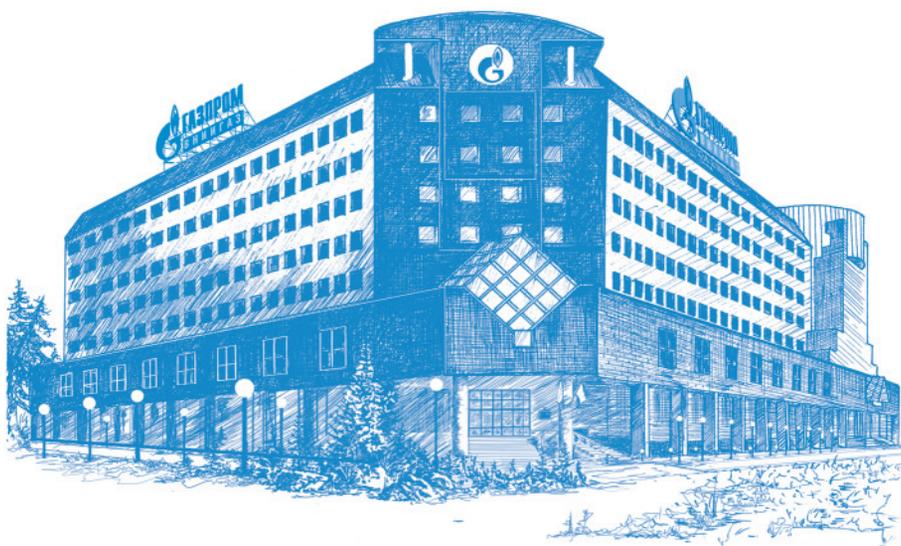


А.И. Гриценко,
член-корреспондент РАН, профессор,
Генеральный директор
ВНИИГАЗа в 1977–2000 гг.

В соответствии с распоряжением Совета министров СССР от 21 мая 1948 г. № 6206-р – приказываю:

1. Организовать Всесоюзный научно-исследовательский институт природных газов (ВНИИГАЗ)...

Приказ начальника Главгазтопрома при СМ СССР от 2 июня 1948 г. № 260



**ВНИИГАЗ –
ГОЛОВНОЙ ЦЕНТР ГАЗОВОЙ НАУКИ.
ВЧЕРА И СЕГОДНЯ
(ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ)**

Д.В. Люгай, А.И. Гриценко

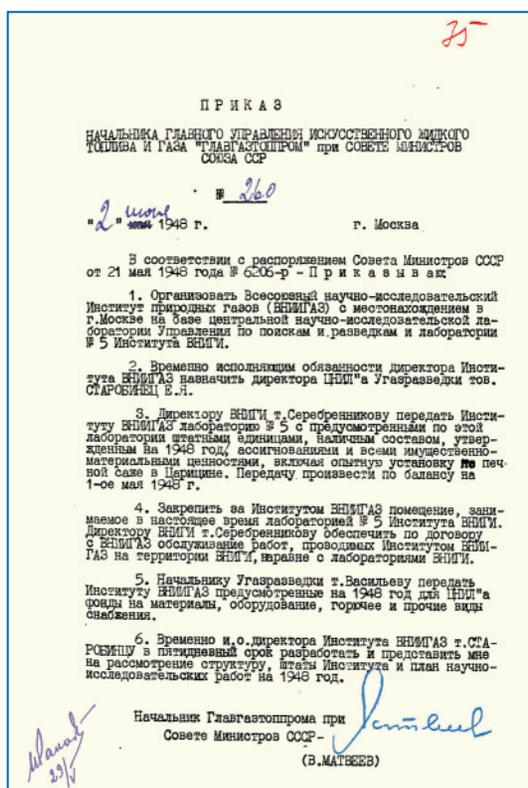
Газовая промышленность Советского Союза начала создаваться в 1930-е гг. До этого незначительная добыча собственно природного газа проводилась на юге Дагестана и в некоторых районах Средней Азии. Позже, после 1939 г., – на Западной Украине. В период Великой Отечественной войны были открыты газовые месторождения в Куйбышевской и Оренбургской областях, а также в Саратовском Поволжье. Был построен магистральный газопровод Бугуруслан – Куйбышев (1943 г.). В 1944 г. началось сооружение первого дальнемагистрального газопровода Саратов – Москва, введенного в эксплуатацию в 1947 г.

В начале 1930-х гг. впервые были созданы научные организации для обеспечения задач промышленного развития газовой отрасли, которые прошли путь от отдельных разрозненных научных коллективов и лабораторий до первой самостоятельной комплексной научной организации по природному газу – Всесоюзного научно-исследовательского института природных газов (ВНИИГАЗ), созданного 2 июня 1948 г. на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории треста «Союзгазразведка» и лаборатории № 5 Всесоюзного научно-исследовательского института искусственного жидкого топлива и газа (ВНИГИ). Надо отметить, что еще в 1943 г. во ВНИГИ под руководством Павла Александровича Теснера была создана лаборатория природного газа (№ 5), которая позже стала составной частью ВНИИГАЗа.

Первый специализированный научно-исследовательский институт «ВНИИГАЗ» консолидировал научный потенциал для оперативного и качественного решения задач газовой промышленности и обеспечил научное и проектное сопровождение высоких темпов ее становления и технологического развития. Директором ВНИИГАЗа был назначен известный геолог А.Я. Старо-

бинец, который руководил институтом с 1948 по 1950 г. Первым главным инженером и заместителем директора по науке был И.Е. Ходанович. Тогда в институте функционировало четыре отдела (геологический, промысловый, транспортный и перерабатывающий), и работали всего 60 штатных сотрудников.

На первых этапах научная деятельность ВНИИГАЗа была направлена в основном на создание и расширение сырьевой базы газовой промышленности, т.е. на обеспечение страны топливно-энергетическими и сырьевыми ресурсами. В это время были широко поставлены геолого-поисковые и промысловые исследования в новых перспективных районах страны: в Нижнем и Среднем Поволжье, на Северном Кавказе, Украине и в Средней Азии. Одновременно осуществлялись фундаментальные научные разработки по созданию теоретических основ разра-



Приказ Главгазпрома при СМ СССР от 02.06.1948 г. № 260 [1]

ботки и эксплуатации газовых месторождений, техники и технологии бурения газовых скважин, а также их эксплуатации. Выполнен большой объем работ по гидрогазодинамическим и аналитическим исследованиям скважин, была создана крупная экспериментальная база. Уже тогда Главгазтоппромом при СНК СССР и позже Главнефтегазом при Миннефтепроме СССР на институт возлагались функции головного научного центра по всему спектру проблем, стоящих перед газовой отраслью.

С 1950 г. на первый план выходит направление разработки газовых месторождений и эксплуатации газовых скважин. Создание ВНИИГАЗом научных основ их проектирования позволило начать промышленную добычу газа на крупнейших месторождениях того времени – Северо-Ставропольском, Газлинском и Шебелинском. В числе первых научных исследований, продиктованных нуждами развивающейся газовой промышленности, были выделены:

- определение необходимой степени осушки газа и глубины заложения газовых магистралей;
- разработка методов расчета магистральных газопроводов и фонтанных труб газовых скважин; проектирование газопроводов Дашава – Киев – Брянск – Москва, Ставрополь – Москва и др.;
- разработка методов газогидродинамических расчетов и принципов проектирования газовых месторождений;
- создание проектов разработки вновь открытых газовых месторождений Ставрополя, Украины, Узбекистана и др.;
- разработка технологических схем установок осушки природного газа и переработки нефтяных газов на газобензиновых заводах.

Исследования проводились комплексно по широкому кругу направлений, численность сотрудников института составляла немногим более 200 человек, в том числе 15 докторов и кандидатов наук.

Сразу после создания института был организован ученый совет, в который также были приглашены ведущие специалисты из других научных организаций. Совет рассматривал весь комплекс вопросов по различным направлениям деятельности института. Среди тех, кто стоял у истоков создания института и способствовал становлению ВНИИГАЗа как научного центра отрасли, следует отметить первых его директоров: Е.Я. Старобинца (1948–1950 гг.) и А.К. Иванова (1950–1961 гг.), а также ведущих научных сотрудников В.М. Сенюкова, Е.М. Минского, А.А. Ханина, В.Н. Раабена, П.А. Теснера, А.К. Карпова, Б.П. Жижченко, А.А. Халифа, Р.М. Пистрак, А.В. Данова, Н.С. Охримченко, С.В. Семихатову, В.М. Гальперина, В.П. Савченко, А.А. Козлова и многих других. Успехи ВНИИГАЗа того времени – результат плодотворного сотрудничества коллектива института с производственными организациями отрасли.

В апреле 1953 г. в целях улучшения руководства научно-исследовательскими работами по добыче нефти и природного газа были объединены ВНИИ (ныне – ВНИИнефть имени акад. А.П. Крылова) и ВНИИГАЗ в один институт – Всесоюзный нефтегазовый научно-исследовательский институт (ВНИИ). Через три года, 15 августа 1956 г., ВНИИГАЗ был восстановлен при Главгазе СССР с передачей ему работ, связанных с разработкой газовых месторождений и использованием природных газов.

Как известно, газовая индустрия развивалась в недрах нефтяной промышленности, что не вполне способствовало ее ускоренному росту. Отсутствие отдельного планирования объемов бурения на нефть и газ, а также научного обоснования направленных поисков и разведки газовых месторождений

в известной мере сдерживало создание мощной сырьевой базы. Исключительно важным явилось Постановление Совета министров СССР от 2 августа 1956 г. № 1038 о создании Главного управления газовой промышленности при СМ СССР. Это означает, что в августе 1956 г. газовая промышленность была выделена в самостоятельную отрасль народного хозяйства.

В этот период коллективом ВНИИГАЗа была произведена оценка перспектив газоносности страны, определены эффективные направления поисков крупнейших газовых месторождений, разработаны методы ускоренной разведки месторождений и подготовки их к разработке.

К важнейшим научным достижениям прошедшего периода следует отнести разработку основных положений генезиса газа и формирования газовых месторождений, создание общепризнанных теперь методов рациональной разведки газовых месторождений, применение опытно-промышленной эксплуатации в качестве эффективного способа разведки и, наконец, обоснование критериев, позволяющих раздельно определять перспективы газо- и нефтеносности осадочных бассейнов. Можно сказать, были заложены основы геологии природного газа.

В 1950–1960-е гг. известным ученым К.С. Зарембо были опубликованы фундаментальные работы: «Справочник по транспорту газов» (1954 г.) и «Справочник по транспорту горючих газов» (1962 г.) [2, 3]. Это были первые издания такого рода в Советском Союзе; их публикация стала крупным вкладом в развитие газотранспортной системы страны и подготовку специалистов газовиков-транспортников.

В период 1959–1965 гг. ВНИИГАЗ стал головным научно-исследовательским центром газовой промышленности СССР. В институте осуществлялся практически весь комплекс технологического проектирования по разработке **всех** месторождений природного газа, системам сбора и подготовки газа и конденсата, транспортировки по магистральным газопроводам, широко велись работы по проектированию и созданию подземных хранилищ газа в водоносных структурах.

Еще в 1960-е гг. ученые ВНИИГАЗа начали разработку вопросов геологии, геохимии и оценки ресурсов полезных компонентов газа (этан, пропан, бутаны, гелий, сероводород), методических основ прогнозирования, подсчета и учета ресурсов полезных компонентов природного газа. Под руководством профессора В.И. Старосельского оценивались ресурсы полезных компонентов в природном газе месторождений и зон газонакопления, а также изучались особенности их распределения по глубинам, стратиграфическим комплексам, тектоническим элементам. Совместно с Союзгеолфондом в 1986 г. ВНИИГАЗом впервые был подготовлен выходящий ежегодно Государственный баланс запасов этана, пропана и бутанов в свободном газе.

Об увеличении решаемых научных проблем свидетельствуют данные о штатной структуре института: на 03.01.1960 действовало 20 научных лабораторий, 8 отделов, бюро информации и техническая библиотека, а вот уже 02.01.1969 во ВНИИГАЗе функционировало 45 научных лабораторий и секторов, 14 отделов и аспирантура. В 1977 г. в структуре ВНИИГАЗа работали 54 лабораторий в составе 15 отделов [4]. Число научных лабораторий изменялось в соответствии с изменением числа решаемых проблем, и это хорошо отражает рис. 1.

В 2009 г. во ВНИИГАЗе на Опытно-экспериментальной базе было принято в эксплуатацию крупнейшее в ПАО «Газпром» кернохранилище, ныне входящее в состав Корпоративного центра исследования пластовых систем (кern и флюиды). Исследования, выполняющиеся в лабораториях этого кернохрани-

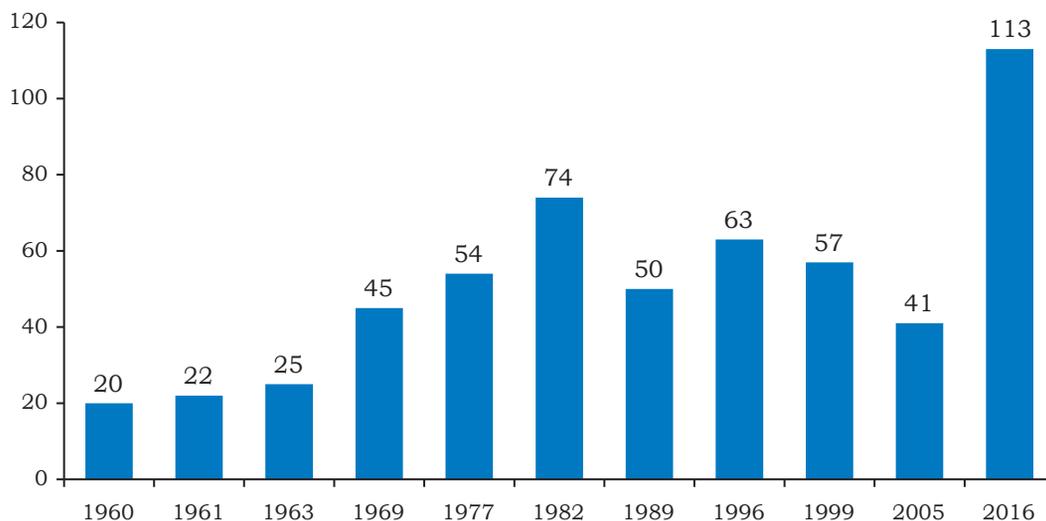


Рис. 1. Число научных лабораторий в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в разные годы (примечание: в 2016 г. в филиале ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта действовало 19 лабораторий)

лица, есть неотъемлемая часть всех проектов разработки газовых и газоконденсатных месторождений и подземных хранилищ газа. Методы и результаты исследований, выполняемых учеными этого центра, вызывают интерес у многих руководителей отрасли и известных ученых, в их числе член-корреспондент РАН Александр Иванович Гриценко и д.т.н. Шахо Калистратович Гергедава.

В середине 1960-х гг. была начата разработка уникальной газоносной области на севере Западной Сибири и крупнейших месторождений в европейской части России (Оренбургского и Вуктыльского). Газовая промышленность страны стала обладателем мощнейшей сырьевой базы. Освоение в период 1968–1977 гг. Оренбургского газоконденсатного сероводородсодержащего месторождения и пуск в эксплуатацию Оренбургского газохимического комплекса, включающего установку производства гелия, – успех всех газодобытчиков страны и ученых ВНИИГАЗа в том числе.

Ускоренное развитие газодобывающей промышленности СССР проходило в условиях совершенствования научно-методических основ разработки месторождений природного газа, технологии добычи и транспорта газа, а также значительного увеличения мощности единичных элементов газоснабжающей системы страны. Последнее осуществлялось путем создания крупных газодобывающих комплексов и мощных магистральных газопроводов.



А.И. Гриценко (с коробкой керна) и Ш.К. Гергедава (2013 г.)

Среди важнейших научно-технических проблем, решенных коллективом института в прошедшие годы, необходимо в первую очередь отметить создание и внедрение научных основ проектирования разработки месторождений природных газов в разных климатических и географических зонах. Это позволило значительно сократить сроки освоения новых газоносных районов и создать рациональные системы разработки месторождений (Северо-Ставропольского, Газлинского, Шебелинского, Вуктыльского, Оренбургского, Медвежьего, Уренгойского). В этом – большая заслуга Ф.А. Требина, Н.Д. Елина, В.Д. Малеванского, Ю.П. Коротаева, Г.А. Зотова, С.Н. Бузинова и многих других. Исследования тех лет в области разработки месторождений, техники и технологии добычи природного газа позволили осуществить целый комплекс технических решений по обеспечению надежной эксплуатации месторождений Севера, а также месторождений с содержанием агрессивных компонентов в газе (CO_2 и H_2S). Созданы методы исследования газовых и газоконденсатных пластов и скважин, широкое внедрение которых в практику позволило существенно сократить капитальные вложения и сроки ввода месторождений в эксплуатацию.

С открытием в стране газоконденсатных месторождений важное практическое и научное значение приобрели исследования фазовых превращений сложных углеводородных смесей. Работы в этом направлении осуществлялись под руководством А.С. Великовского, О.Ф. Худякова, Я.Д. Саввиной, В.В. Юшкина. В итоге многолетних изысканий разработаны методы и аппаратура для промысловых и лабораторных исследований фазовых превращений газоконденсатных смесей, получены обобщенные зависимости для определения запасов пентанов, вышекипящих компонентов и др. Результаты этих работ широко внедрены в практику проектирования разработки и обустройства газоконденсатных месторождений.

Решение крупных задач по проектированию разработки месторождений природного газа и повышение качества проектирования во многом были обеспечены применением ЭВМ и электроаналоговых моделей. Начало этому было положено в 1960-е гг. работами Ф.А. Требина, Б.Б. Лапука и успешно продолжено во ВНИИГАЗе начиная с 1962 г. коллективами под руководством Л.И. Гутенмахера и др. Уже вначале 1990-х гг. в институте начали организовываться крупные научные центры по различным научным проблемам. Первым был образован центр термогидродинамики и физики пласта, созданный по инициативе профессора Р.М. Тер-Саркисова (ныне – Корпоративный центр исследования пластовых систем (керн и флюиды)).



Слева направо: проф. Г.А. Зотов, проф. Р.М. Тер-Саркисов, проф. С.Н. Бузинов
(19.09.1990)

Ученые института внесли решающий вклад в развитие трубопроводного транспорта газа. В конце 1960-х гг. сырьевая база газовой промышленности начала смещаться в отдаленные регионы СССР (в Среднюю Азию и на север Западной Сибири). Потребовалось изменить стратегию развития техники и технологии транспорта газа. Было выдвинуто несколько предложений по улучшению технико-экономических показателей дальнего транспорта газа. Среди них наиболее существенные рассматривались на правительственном уровне:

- увеличение диаметров газопроводов до 2,0–2,5 м;
- транспорт газа в сжиженном состоянии при температуре (-100...-120 °С) и давлении 5,4 МПа;
- транспорт охлажденного газа до -70 °С при давлении 9,8 МПа.

В результате долгой и бескомпромиссной научной дискуссии была принята концепция, предложенная сотрудниками ВНИИГАЗа (З.Т. Галиуллин, Г.Э. Одишария, В.А. Щуровский, И.А. Исмаилов и др.), поддержанная руководителями Мингазпрома. Учеными института были созданы теоретические основы гидравлического и теплового расчета газопроводов, прокладываемых в экстремальных климатических зонах. Проведены важные исследования по способам прокладки и режимам эксплуатации газопроводов, строящихся в вечномёрзлых грунтах. Результаты этих исследований и сегодня широко используются при проектировании и сооружении газопроводов на севере Западной Сибири. Был решен ряд задач по созданию новых конструкций и модернизации газоперекачивающих агрегатов. Было доказано, что наиболее технически и экономически обоснованными являются транспорт газа по трубам диаметром 1420 мм с рабочим давлением до 7,5 МПа и применение газоперекачивающих агрегатов с большой единичной мощностью.

«Переход на технологию транспорта газа по газопроводам диаметром 1420 мм на давление 7,4 МПа взамен транспорта газа по газопроводам 1220 мм на давление 5,4 МПа позволил сэкономить более 13 млн тонн труб, более 50 млрд м³ газа на собственные нужды, обеспечить темпы прироста добычи газа до 40–50 млрд м³/год» [5]. Первым магистральным газопроводом диаметром 1420 мм на давление 7,4 МПа стал газопровод Средняя Азия – Центр, IV нитка Шатлык – Острогжск, принятый в эксплуатацию 10.04.1978. Это явилось важнейшим научно-техническим достижением газовой отрасли в деле развития Единой системы газоснабжения страны, научные основы создания и функционирования которой были разработаны во ВНИИГАЗе.

Большой вклад внесли ученые ВНИИГАЗа в теорию и практику создания и эксплуатации подземных хранилищ газа в водоносных пластах, все технологические проекты которых были выполнены в институте. Основными здесь явились труды профессоров А.А. Хейна, Е.В. Левыкина, С.Н. Бузинова и др.

Ряд важных работ выполнен в области подготовки и переработки газа и конденсата, а также технологического использования углеводородов. Разработаны технологические схемы и методы расчетов газобензиновых заводов; предложен и внедрен метод низкотемпературной сепарации, который стал основным при промысловой подготовке углеводородного сырья; разработаны методы расчета и технологии многих процессов: абсорбционной и адсорбционной осушки газа, получения этана, гелия высокой чистоты, газовой сажи и этилена из природного газа, а также моторных и дизельных топлив из конденсата и др. Здесь следует отметить ведущих ученых института: лауреата Ленинской премии профессора П.А. Теснера, О.А. Беньяминовича, А.А. Анисоняна, А.М. Климушина, Н.В. Жданову, В.И. Попова и многих других.

Исключительно важное практическое значение имели исследования по физике пласта под руководством д.г.-м.н. А.А. Ханина и особенно учение о породах-коллекторах. Разработанная им классификация пород-коллекторов до сих пор является основой при дифференциации продуктивных толщ по петрофизическим свойствам.

ВНИИГАЗ сыграл большую роль в создании и развитии научно-исследовательского потенциала отрасли. На базе бывших филиалов и подразделений института в основных газодобывающих районах организовано шесть крупных научных институтов: УкрНИИГаз (Харьков), СредАзНИИГаз (Ташкент), СевКавНИИГаз (Ставрополь), ТюменНИИгипрогаз (Тюмень), ВолгоУралНИПИГаз (Оренбург) и Туркменский филиал ВНИИГАЗа в Ашхабаде. Приказом Госкомитета по газовой промышленности СССР от 09.02.1965 № 103 и приказом по ВНИИГАЗу от 22.02.1965 № 28 в г. Баку был создан Азербайджанский филиал ВНИИГАЗа со штатом 18 человек, позже – самостоятельный институт ВНИПИГаз [6].

В 1968 г. для оперативного решения научных проблем в г. Ухте (Коми АССР) был организован Коми филиал ВНИИГАЗа, преобразованный позднее в научно-исследовательский и проектный институт «СеверНИПИГаз».

Успехи ВНИИГАЗа связаны с большой и плодотворной работой его научных сотрудников, среди которых необходимо отметить В.И. Ермакова, А.К. Карпова, Е.Н. Храменкова, К.И. Генкина, Г.А. Зотова, О.Ф. Андреева, М.Я. Зыкина, В.А. Киреева, Н.Е. Легезина, В.И. Майорова, Г.Э. Одишарию, С.Н. Сеницына, А.М. Сиротина, Н.Г. Степанова, В.П. Ступакова, Ю.Н. Васильева, Г.И. Амурского, Г.И. Солдаткина, В.А. Щуровского, О.В. Клапчука и многих других.

Постановлением Совета министров СССР в 1986 г. на базе ВНИИГАЗа было создано научно-производственное объединение «Союзгазтехнология», включающее институты СевКавНИИГаз, ВНИПИГаз, проектно-конструкторское и технологическое бюро (г. Дрогобыч), Опытный завод ВНИИГАЗа, которое в декабре 1991 г. было расформировано. Институту ВНИИГАЗ был возвращен его статус с частичным изменением названия – Всероссийский научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий (ВНИИГАЗ).

Кроме упомянутых выше, ВНИИГАЗом были созданы и реализованы научно-технические проекты разработки таких крупнейших и уникальных газовых и газоконденсатных месторождений на территории СССР, как Ямбургское, Заполярное, Астраханское и др. (Россия); Газлинское и Шуртанское (Узбекистан); Шатлыкское и Даулетабад-Донмезское (Советабадское) (Туркменистан); Шебелинское (Украина); Карачаганакское (Казахстан) и др. [7].

Одним из главных научных достижений этого периода явились инициатива и создание ВНИИГАЗом генеральных схем развития газовой промышленности на перспективу 15–20 и более лет, которые включали современные достижения в различных отраслях развития газовой индустрии. Уже в середине 1960-х гг. в соответствии с постановлением СМ СССР от 9 июля 1966 г. № 512 Министерство газовой промышленности поручило ВНИИГАЗу принять участие в составлении генеральной схемы геологоразведочных работ на газ в северных районах Тюменской области на период до 1975 г. [8]. В тематический план научно-исследовательских работ института на 1976–1978 гг. была включена комплексная проблема «Развитие газовой промышленности на период до 1990 и 2000 гг.» [9].

В 1977 г. ВНИИГАЗ возглавил член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор Александр Иванович Гриценко. Под его научным руководством осуществлялась научно-техническая политика газовой отрасли тех лет, была разработана Генеральная схема развития газовой промышленности до 2010–2030 гг. и многое другое. Институтом ВНИИГАЗ всегда руководили крупные организаторы науки и ученые – геологи, газопереработчики и специалисты по разработке газовых и газоконденсатных месторождений:

1948–1950 гг. – Старобинец Евгений Яковлевич,
1950–1961 гг. – Иванов Александр Корнилович,
1961–1965 гг. – Требин Фома Андреевич,
1965–1968 гг. – Теснер Павел Александрович,
1968–1977 гг. – Гудков Сергей Филиппович,
1977–2001 гг. – Гриценко Александр Иванович,
2001–2002 гг. – Ремизов Валерий Владимирович,
2002–2005 гг. – Тер-Саркисов Рудольф Михайлович,
2005–2010 гг. – Самсонов Роман Олегович,
2010–2015 гг. – Цыбульский Павел Геннадьевич,
2015–2018 гг. – Люгай Дмитрий Владимирович,
2018 г. – н.в. – Недзвецкий Максим Юрьевич.

В 1980-е гг. впервые во ВНИИГАЗе совместно с ведущими зарубежными фирмами стали проводиться испытания прочностных свойств труб обсадных и магистральных газопроводов, выпускаемых в Италии, Германии, Франции и других странах; ингибиторов коррозии и пленочных материалов американских, японских и германских фирм, которые поставлялись в СССР. Это положило начало созданию отечественных сертификационных центров.

За 70 лет своего существования институт вырос в крупнейший научный центр России и Европы. В настоящее время ВНИИГАЗ является ведущей научной и проектной организацией отрасли по следующим направлениям:

- подготовке сырьевой базы отрасли;
- разработке газовых, газоконденсатных и газоконденсатнефтяных месторождений на суше и в море;
- добыче, промысловой подготовке, переработке, транспорту и подземному хранению газа;
- конструктивной надежности и прочности газопроводов;
- использованию сжатого и сжиженного газа в качестве моторного топлива;
- газовой безопасности и защите окружающей среды.

Тематика ВНИИГАЗа охватывает решение отраслевых проблем Западной Сибири, Оренбургского, Астраханского, Краснодарского, Коми-Пермяцкого, Якутского, Сахалинского и других газодобывающих регионов страны. Следует отметить, что практически весь прирост добычи газа за последние десятилетия был обеспечен за счет месторождений, разрабатываемых по проектам института; крупнейшие системы магистральных газопроводов проектируются на основе нормативно-методических документов, разработанных во ВНИИГАЗе; новые технологические решения включены в проекты разработки и обустройства новых добывающих объектов ПАО «Газпром». По проектам ВНИИГАЗа созданы практически все подземные хранилища газа в водоносных пластах как в России, так и за рубежом (Германия, Сербия и пр.), в том числе и подземные хранилища попутного нефтяного газа на нефтяных месторождениях. Этим направлением во ВНИИГАЗе многие десятилетия руководил крупнейший ученый, лауреат Государственной премии, профессор С.Н. Бузинов.

«ВНИИГАЗ демонстрирует самые яркие примеры разработки и внедрения инноваций» (В.В. Путин, 03.08.2010). 3 августа 2010 г. в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» состоялось выездное заседание Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям под руководством Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Путина.



Правительственная делегация на ОЭБ ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Слева направо: заместитель Председателя Правления – руководитель Аппарата Правления ОАО «Газпром» М.А. Серeda, Генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ» П.Г. Цыбульский, заместитель Председателя Правительства РФ С.Б. Иванов, Председатель Правительства РФ В.В. Путин, губернатор Московской области Б.В. Громов

Правительственная комиссия по высоким технологиям и инновациям являлась постоянно действующим координационным органом, образованным для обеспечения осуществления согласованных действий федеральных органов исполнительной власти и взаимодействия их с органами исполнительной власти субъектов РФ, государственными академиями наук, общественными объединениями, организациями науки и иными заинтересованными организациями по выработке предложений, связанных с реализацией основных направлений государственной политики в сфере развития научно-технического комплекса и национальной инновационной системы, включая вопросы научной, научно-технической деятельности, а также развития высокотехнологичных секторов экономики.

Перед началом заседания В.В. Путин и члены Правительственной комиссии посетили Опытно-экспериментальную базу ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,

где ознакомились с выставкой «Инновации в крупнейших госкомпаниях», на которой были представлены:

- технологии подготовки питьевой воды «ВОДОПАД»; очистки различных сред, загрязненных углеводородами, с использованием биопрепарата «БИОРОС»; автоматической сварки труб большого диаметра, в том числе диаметром 812,8 мм, толщиной стенки 32,5 мм;

- трубы с балластным покрытием для подводных газопроводных систем и не имеющая мировых аналогов металлополимерная оболочка, защищающая балластное покрытие;

- оборудование и технологии технического диагностирования магистральных газопроводов;

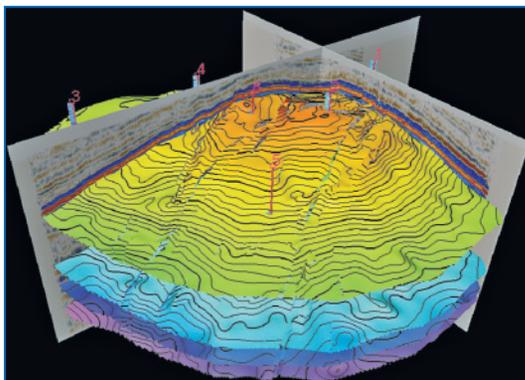
- стенд отработки технологии производства синтетических жидких топлив (СЖТ);

- сероасфальтобетон – инновационная отечественная разработка, применяемая для устройства покрытий и оснований автомобильных дорог, аэродромов, городских улиц и площадей, дорог промышленных предприятий. В производстве используется модифицированная сера;

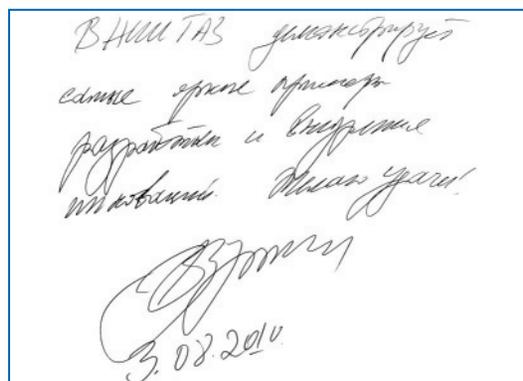
- выставка газомоторной автомобильной и сельскохозяйственной техники на сжатом и сжиженном природном газе.



Слева направо: Председатель Правительства РФ В.В. Путин, Генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ» П.Г. Цыбульский и Генеральный директор ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» Д.Д. Гайду



В Центре трехмерной визуализации ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Правительственная делегация познакомилась с возможностями создания трехмерных моделей нефтегазовых месторождений, в том числе Штокмановского



Запись Председателя Правительства РФ В.В. Путина в книге почетных посетителей ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

По исходным требованиям ВНИИГАЗа создано высокоэффективное отечественное промысловое и газотранспортное оборудование с антикоррозионными покрытиями и выполнены соответствующие расчеты; на основании экспертизы, осуществляемой учеными института, проводятся закупки за рубежом техники, технологий и реагентов для производственных объектов ПАО «Газпром».

Современный этап развития газовой промышленности характеризуется исключительно важной ролью природного газа в топливно-энергетическом балансе, жесткими технологическими и экологическими ограничениями на функционирование природно-техногенных комплексов, особенно в таких регионах, как о. Сахалин, п-ов Ямал и других арктических районах.

В связи с этим главными проблемами науки о природном газе сейчас являются диагностика существующих газодобывающих, газотранспортных и газоперерабатывающих предприятий, их реконструкция с целью обеспечения надежности и безопасности устойчивого функционирования, создание технологии и технических средств для освоения ресурсов природного газа в сложных горно-геологических и природно-климатических условиях (месторождения Ямала, морские объекты).

Следует отметить существенное изменение структуры и качества сырьевой базы, что, как следствие, приводит к заметному усложнению геотехнологических условий разработки месторождений, старению газопроводной системы, необходимости развития и обновления основных фондов газоперерабатывающих предприятий, создания новых ПХГ на территории России и за рубежом, решению назревших экологических проблем и т.д.

После 2020 г. легкодоступные запасы газовых месторождений Западной Сибири будут в значительной мере выработаны. В связи с этим главной задачей газовой науки является продление «жизни» газовых гигантов, т.е. повышение газоотдачи продуктивных пластов.

Россия обладает самым крупным шельфом Земли, перспективы которого в основном связываются с природным газом. В настоящее время перед промышленными предприятиями газовой промышленности и научными организациями поставлена новая задача освоения газовых месторождений в сложных климатических условиях, включая большие глубины морей и тяжелую ледовую обстановку. По всей вероятности это будет новым этапом развития газовой индустрии и научно-теоретических исследований ВНИИГАЗа. И здесь на первое место выходят проблемы проектирования и создания машин и оборудования для добычи газа со дна арктических морей, в том числе и из-под льда. Для решения поставленных проблем во ВНИИГАЗе создан Корпоративный научно-технический центр освоения морских нефтегазовых ресурсов, выполняющий проектирование разработки крупнейших шельфовых месторождений газа ПАО «Газпром» (Киринского, Штокмановского, Южно-Киринского, месторождений Обско-Тазовской губы). Эти проекты выполнены под руководством крупных ученых: профессоров Д.А. Мирзоева, Ю.П. Ампилова, М.Н. Мансурова, П.Б. Никитина, а также д.г.-м.н. Е.В. Захарова, к.г.-м.н. Я.И. Штейна и др.

Основные подотраслевые научно-технические проблемы, решаемые научным коллективом института в настоящее время:

1) в области развития сырьевой базы:

- повышение достоверности прогноза количества и структуры неоткрытой части потенциальных ресурсов газа и конденсата, включающих перспективные (S_3) и прогнозные ($D_1 + D_2$) ресурсы;

- разработка методов создания геологических моделей месторождений, расположенных на больших глубинах и в сложных литолого-фациальных условиях формирования коллекторских толщ и флюидоупоров;
- перспективы развития газовой промышленности в более отдаленной перспективе (к середине XXI в.) неразрывно связаны с проблемой освоения континентального шельфа;
- разработка новых и внедрение известных методов промысловой и полевой геофизики с целью приближения этих исследований к мировому уровню;
- оценка ресурсов нетрадиционных источников газа, включая угольные газы, связанные с низкопроницаемыми коллекторами и гидратами;

2) в области разработки и добычи газа:

- комплексное проектирование разработки газовых и газоконденсатных месторождений на основе компьютерного и физического моделирования процессов фильтрации многокомпонентных систем;
- проведение фундаментальных исследований, включающих разработку новых технических средств и технологий, обеспечивающих повышение газо- и конденсатоотдачи;
- изучение геодинамических процессов, вызываемых разработкой газовых месторождений (снятие обсадных колонн, техногенного воздействия на литосферу Земли);
- создание теоретических основ разработки газоконденсатных месторождений системами горизонтальных скважин, в том числе оснащенных теплоизолированными колоннами труб, совершенствование и внедрение методов обработки гидродинамических исследований таких скважин;
- разработка новых типов внутрискважинного оборудования, технологических жидкостей для ремонта и бурения скважин с высоким содержанием кислых газов и в многолетнемерзлых породах;

3) в области промысловой и заводской переработки газа:

- разработка эффективных криогенных технологических процессов, позволяющих извлекать 80–90 % этана при его содержании в сыром газе более 3 % объема;
- разработка оборудования, в первую очередь эффективных (с энергетическим КПД не менее 85 %) и надежных (наработка на отказ не менее 10–15 тыс. ч) турбодетандерных агрегатов;
- разработка эффективных бифункциональных абсорбентов и адсорбентов для осушки и извлечения небольших количеств (до 1,5 г/м³) тяжелых углеводородов;
- разработка новых технологических процессов для извлечения сернистых соединений, в том числе для малосернистых газов (при содержании сероводорода до 0,5 % объема), а также селективных процессов (для системы сероводород – двуокись углерода);
- разработка эффективных абсорбентов для сероочистки и катализаторов для процесса Клауса;
- разработка эффективных технологий получения серы из слабокислых (содержание сероводорода до 40 % объема) газов регенерации;
- разработка технологии получения высокооктановых бензинов на блочных установках из нефти и конденсата;
- создание блочных автоматизированных малогабаритных (производительность по сырью 5–2 тыс. т/год) установок по переработке жидких углеводородов;

4) в области транспорта газа базовые проблемы научно-технического развития газотранспортной подотрасли в наиболее общем интегрированном виде сводятся к следующему:

- обеспечение надежного функционирования ЕСГ;
- энергосбережение;
- охрана окружающей среды, в том числе морской.

Для решения ряда следующих научных проблем требуется привлечение академических институтов:

- разработка методов и технических средств по обеспечению охраны окружающей среды в зоне прохождения газопроводов (сохранение ландшафтов, охрана водных ресурсов, охрана воздушного бассейна, сохранение вечной мерзлоты, развитие законодательной и нормативной баз в области сохранения окружающей среды);

- создание нового поколения газоперекачивающих агрегатов (с привлечением предприятий оборонной промышленности);

- разработка новых методов повышения эффективности газотранспортных комплексов в части совместного развития электроэнергетики и транспорта газа как единого комплекса.

На протяжении почти 70 лет ВНИИГАЗ обеспечивает научное сопровождение крупнейших, часто не имеющих аналогов в мире проектов, реализация которых позволила сформировать газовую промышленность в ее нынешнем виде. Сотрудники института проектировали и участвовали в освоении гигантских месторождений газа в Средней Азии и Казахстане (Газлинское, Карачаганакское и др.), Западной Сибири (Уренгойское и др.), разрабатывали научные основы создания и функционирования Единой системы газоснабжения, сети подземных хранилищ газа, готовили стратегические документы долгосрочного развития газовой отрасли.

За период 2012–2015 гг. коллективом института подготовлены такие важнейшие документы по развитию газовой отрасли страны, как:

- генеральная схема развития газовой отрасли на период до 2035 г.;
- программа реконструкции объектов добычи ПАО «Газпром»;
- комплексная программа развития нефтегазодобывающего комплекса Астраханского региона;

- технологические проекты Бованенковского и Чаяндинского НГКМ, Харасавэйского ГКМ и других месторождений и подземных хранилищ газа.

Научные подразделения ООО «Газпром ВНИИГАЗ» интенсивно работают в сфере добычи и транспорта газа на арктическом шельфе и Востоке России, над освоением нетрадиционных ресурсов углеводородов, разрабатывают новые технологии переработки и очистки газа, эффективного использования содержащихся в нем компонентов.

Современный этап науки о природных газах предъявляет новые требования по структурной и качественной интеграции прикладных наук, к их экспериментальной и опытно-промышленной базам, организационной структуре. В связи с этим исключительное значение имеют эффективное объединение и координация работ отраслевых НИИ, академических организаций и вузовской науки.

Летом 2015 г. в институте ООО «Газпром ВНИИГАЗ» работало 1130 научных сотрудников, в том числе и в Ухте. Общий списочный состав коллектива (научных работников, специалистов, служащих и рабочих) составлял 1476 сотрудников, а с учетом коллектива ухтинского филиала – 1603 человека. В структуре института действует 21 научный центр, в том числе три корпо-

ративных, включающих 113 научных лабораторий и отделений по основным направлениям деятельности и Опытно-экспериментальная база.

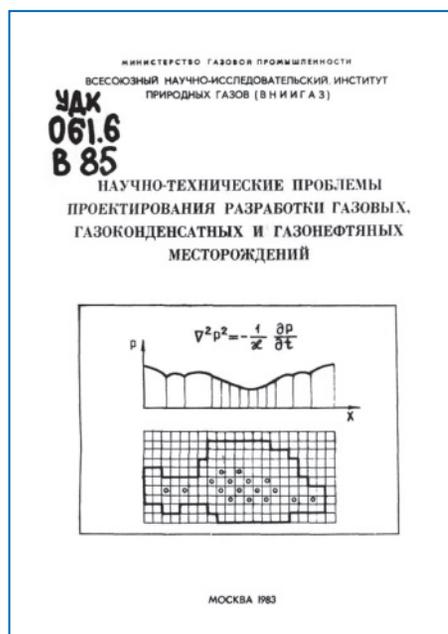
В июле 2017 г. научный потенциал ВНИИГАЗа – это 242 кандидата наук и еще 17 – в Ухте, 52 доктора наук, том числе один – в Ухте, число молодых специалистов – 433 человека, из них 90 – в ухтинском филиале. Общее число сотрудников ООО «Газпром ВНИИГАЗ» составляло 1212 человек в Москве и еще 276 человек – в Ухте.

А вот в январе 1990 г. во ВНИИГАЗе (без филиалов) численность сотрудников составляла 1819 человек и еще 828 работников – на Опытном заводе [10].

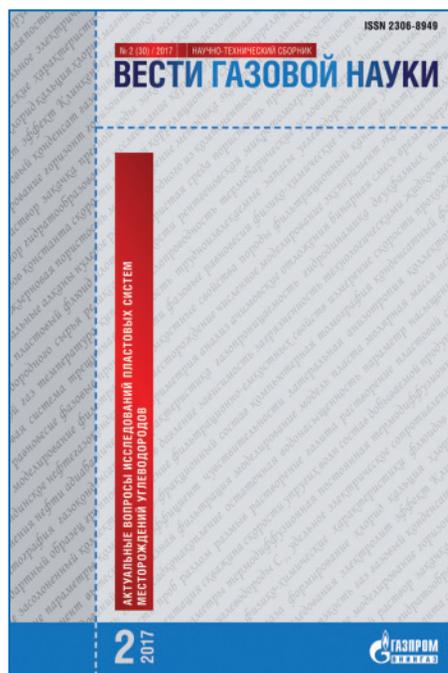
Кадровый состав института – это около 22 % научных работников отрасли, в том числе более 55 % докторов и 45 % кандидатов наук, работающих в газовой промышленности. Средний возраст научных сотрудников инженеров и специалистов института в 2017 г. составил 42–43 года.

Важным звеном в пропаганде научных знаний является издательская деятельность ВНИИГАЗа. Ежегодно редакционно-издательским направлением института выпускаются «в свет» сборники научных трудов, монографии, справочники, другая научно-техническая и методическая литература, материалы конференций, совещаний, выставок, проводимых ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Визитной карточкой института сегодня является научно-технический сборник «Вести газовой науки», включенный в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ. Ученые ВНИИГАЗа активно публикуют свои труды в центральных издательствах «Недра», «Наука» и др.

Реализация технико-технологических разработок института начинается с Опытного завода ВНИИГАЗа (ныне – Опытно-экспериментальный центр, ОЭЦ) для изготовления, отработки и испытания новых видов продукции и технологических процессов. ОЭЦ представлен специализированными установками и стендами, механосборочными и вспомогательными цехами. Совместно с научными подразделениями института ОЭЦ проводит экспериментальные работы, изготавливает опытные и макетные образцы, производит нестандартное оборудование, небольшие партии серийной продукции.



Сборник научных трудов сотрудников ВНИИГАЗа (1983 г.)



Научно-технический сборник «Вести газовой науки»

Существующие и перспективные прикладные направления науки в первой половине XXI в., по которым работают ученые ВНИИГАЗа:

1) воспроизводство и дальнейшее наращивание сырьевой базы газовой промышленности;

2) освоение новых газовых месторождений на Ямале, в Восточной Сибири и на шельфах северных морей;

3) совершенствование технологий транспорта газа на суше и в акваториях морей;

4) совершенствование технологий переработки газа и газохимии;

5) прогнозирование долгосрочного развития газовой промышленности.

К фундаментальным направлениям газовой науки, которые могут и должны получить свое развитие во ВНИИГАЗе, следует отнести создание теоретических основ и методологий освоения нетрадиционных источников газа: добыча газа из плотных коллекторов, газогидратных месторождений, угольного метана.

В институте продолжают научные исследования:

- по созданию криогенных технологий для извлечения ценных компонентов углеводородов;
- производству жидких углеводородов из газа;
- разработке когенерационных технологий выработки электроэнергии и тепла;
- утилизации низконапорного газа;
- получению водорода из метана и его использованию;
- альтернативному использованию серы в промышленности и строительстве;
- тотальному энерго- и ресурсосбережению, охране окружающей среды.

Только на основе инновационной активности можно и должно обеспечить эффективное и устойчивое развитие технологического уровня компании «Газпром». Одним из важных показателей модернизации и технологического подъема отрасли является количество патентов на изобретения, полученных сотрудниками ООО «Газпром ВНИИГАЗ» за последние десять лет (рис. 2).

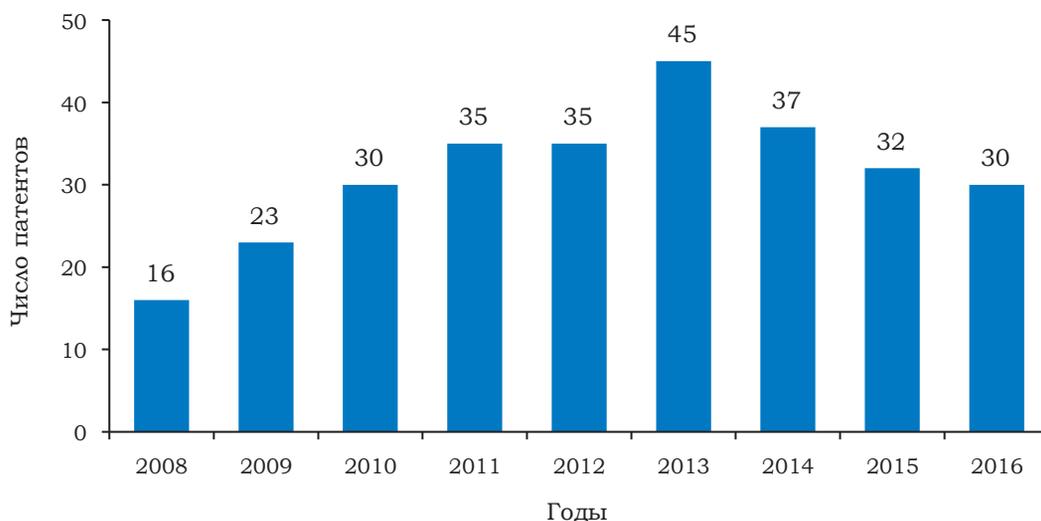


Рис. 2. Количество охранных документов, полученных ВНИИГАЗовцами в 2008–2016 гг.

В процессе выполнения научно-исследовательских работ авторами – сотрудниками ООО «Газпром ВНИИГАЗ» создаются десятки различных технических решений. К примеру, на основе одного из них стало возможным производство биопрепарата – биодеструктора нефти «БИОРОС» (патент РФ № 2384616 «Консорциум штаммов микроорганизмов для очистки окружающей среды от углеводородов», авторы Р.О. Самсонов, Г.С. Аكوпова, С.И. Козлов, Е.А. Листов).

Другим ярким примером признания высокого творческого потенциала научных работников института является включение в число «100 лучших изобретений России – 2015» запатентованного ПАО «Газпром» способа осушки полости трубопроводов (патент РФ № 2562873, авторы Д.И. Ширяпов, С.В. Карпов, А.С. Алихашкин, А.В. Елфимов).

Устойчивое и эффективное развитие крупных нефтегазовых компаний непосредственно связано с масштабами внедрения последних достижений науки, новых технологий и техники.

В условиях режима санкций со стороны США и стран Евросоюза у ПАО «Газпром» имеются существенные ограничения по возможности использования зарубежных технологий и оборудования. В указанных условиях повышается роль дочерних научных организаций ПАО «Газпром» и значимость их результатов научных исследований.

На рис. 3 показаны основные виды научных и проектных работ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», которые полностью обеспечивают основные направления производственной деятельности ПАО «Газпром».

Стратегической целью научных исследований отечественных ученых должно стать снижение издержек за счет разработки эффективных технических и проектных решений, обеспечивающих конкурентоспособность ПАО «Газпром».

Подготовка кадров для газовой отрасли

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» – единственное дочернее общество в системе предприятий ПАО «Газпром», которое имеет аспирантуру и два диссертационных совета ВАК РФ по шести научным специальностям и наряду с научной осуществляет большую научно-педагогическую деятельность, являясь в этой области общепризнанным лидером (более 550 специалистов отрасли защитили свои диссертационные работы во ВНИИГАЗе). О большом внимании к подготовке научных кадров свидетельствуют результаты работы диссертационных советов. За период с 1959 по 1965 гг. во ВНИИГАЗе защитили диссертации на соискание ученой степени кандидатов технических наук 45 человек, в том числе 39 человек из числа сотрудников института [11]. А вот за десятилетие



Диплом Федеральной службы по интеллектуальной собственности

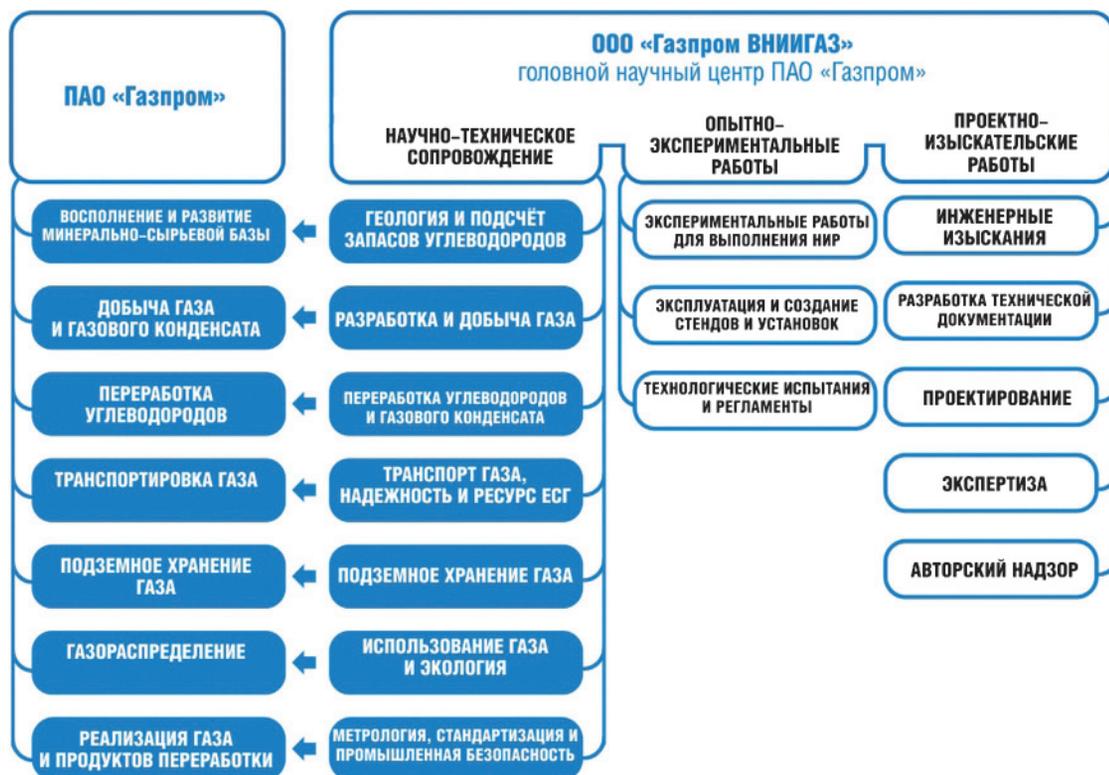


Рис. 3. Основные направления деятельности ПАО «Газпром» и соответствующие им научные и проектные работы ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

с 1978 по 1988 гг. было защищено уже 226 докторских и кандидатских диссертаций, причем доля работников ВНИИГАЗа составила почти 40 % [12].

В институте всегда обращалось большое внимание на вопросы подготовки и переподготовки высококвалифицированных кадров отрасли, и в 1995 г. был создан Центр подготовки научных кадров и специалистов. Но еще раньше, в 1984 и 1985 гг., для повышения качества подготовки молодых специалистов во ВНИИГАЗе совместно с МИНХ и ГП им. И.М. Губкина были организованы филиалы кафедр нефтехимического синтеза и нефтегазовой и подземной гидромеханики [13].

В ООО «Газпром ВНИИГАЗ» функционируют две базовые кафедры Российского государственного университета нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина – «Газовые технологии и подземное хранение газа» (2007 г.) и «Исследование нефтегазовых пластовых систем» (2010 г.). На каждой кафедре ежегодно обучаются 14–20 магистрантов по двум очень редким специальностям. Но еще раньше во ВНИИГАЗе совместно с ИПНГ РАН была создана кафедра «Фундаментальные основы газового дела» для подготовки специалистов Московского физико-технического института (МФТИ). Таким образом, в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» сегодня функционируют три базовых кафедры, а это означает, что институт является крупнейшим образовательным центром в составе ПАО «Газпром».

Международное сотрудничество

Начиная с середины 1970-х гг. ВНИИГАЗ осуществляет международное научно-техническое сотрудничество (НТС) с предприятиями государств Совета экономической взаимопомощи (СЭВ) в различных областях нефтегазовой отрасли: бурение, разработка, добыча, транспорт, переработка, ПХГ, математическое моделирование процессов разработки газовых месторождений и др. В середине 1980-х гг. началось активное развитие сотрудничества с компаниями из дальнего зарубежья. В 1989 г. во ВНИИГАЗе «НТС осуществляется по 21 теме с 9 капстранами». Здесь и оборудование для ремонта газопроводов большого диаметра, ингибиторы коррозии, цеолитовые адсорбенты, катализаторы, изоляционные материалы и прочее [14].

В последние годы партнерами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» являются нефтегазовые компании из стран СНГ, Европы, Азиатско-Тихоокеанского региона и Северной Америки. Специалисты института оказывают консалтинговые услуги заинтересованным зарубежным компаниям по геологоразведке, добыче, подземному хранению, транспорту газа, переработке и газохимии, проводят различные научные исследования. Осуществляется сертификация продукции зарубежных компаний – поставщиков для российской газовой промышленности.

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» является участником наиболее значимых международных проектов ПАО «Газпром»: «Сила Сибири», «Северный поток», «Голубой поток» и др. Крупнейшими комплексными международными проектами, выполненными ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в разные годы, являются:

- генеральная схема развития газовой промышленности Боливарианской Республики Венесуэла;
- обоснование возможности и оказания технических услуг по проекту создания ПХГ на базе нефтяной залежи Жень-11 и строительство ПХГ в водоносной структуре Суньху в Китае;
- генеральная схема развития газовой промышленности Республики Боливия;
- ТЭО проекта «Использование природного газа в качестве моторного топлива на территории Социалистической Республики Вьетнам»;
- участие в работе Комиссии ПАО «Газпром» по приемке новых видов трубной продукции. Сотрудничество с компаниями из Германии, Франции, Японии, Италии.

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» является активным участником реализации программ научно-технического сотрудничества ПАО «Газпром» с ведущими зарубежными газовыми компаниями: «Юнипер СЕ», «ФНГ Газшпайхер Гмбх»; «БАСФ/Винтерсхалл Холдинг АГ»; «ЕВРОПАЙП»; ENGIE, «Статойл»; «Газюни»; Китайской национальной нефтегазовой корпорацией; «КОГАЗ» (Республика Корея); Агентством природных ресурсов и энергетики Японии; КНГ «Петровьетнам».

На протяжении почти 20 лет совместно с ПАО «Газпром» ВНИИГАЗ проводит различные международные научно-технические мероприятия: конференции, семинары, выставки, заседания рабочих органов международных организаций (МГС, ЕЭК ООН, ИСО). Тематика научно-технических мероприятий охватывает полный спектр научно-технических задач газовой промышленности.

Институт работает и с российскими компаниями, не входящими в Группу Газпром. Среди контрагентов – ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «НОВАТЭК», ПАО «ГМК „Норильский никель“», другие российские нефтегазовые и промышленные компании.

За прошедшие годы в институте накоплены уникальные для газовой отрасли научные компетенции в области транспорта и подземного хранения газа, переработки углеводородов, освоения морских месторождений, использования газа на транспорте и других отраслях, промышленной безопасности, космических технологий, метрологии.

Научные достижения ВНИИГАЗа и его сотрудников были удостоены в разные годы 54 государственных премий; 23 раза наши сотрудники удостоивались Премии ПАО «Газпром» в области науки и техники.

По накопленному практическому опыту научного сопровождения реализации крупных проектов газовой промышленности, а также кадровому составу институт является единственным в отечественной нефтегазовой отрасли НИИ, способным системно решать различные по сложности технические и технологические задачи всей технологической цепочки газодобычи (геологоразведка, добыча, транспорт, переработка, хранение и использование газа). Учитывая накопленный институтом уникальный опыт работ и его научный потенциал, США включили ВНИИГАЗ в сентябре 2016 г. в санкционный список дочерних организаций ПАО «Газпром».

Ученые и специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ» выполняют работы по таким системообразующим проектам ПАО «Газпром», как:

- освоение месторождений п-ова Ямал (Бованенковское НГКМ и др.) и строительство системы магистральных газопроводов Бованенково – Ухта – Торжок;
- создание масштабной газовой промышленности в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке – освоение Чаюдинского и Ковыктинского НГКМ на суше и Южно-Киринского месторождения на шельфе Охотского моря, создание газотранспортной системы «Сила Сибири», разработка технологий для Амурского ГПЗ;
- формирование научно-технологических основ разработки месторождений шельфа Баренцева и Карского морей в трудных условиях российской Арктики;
- развитие системы ПХГ в России и за рубежом.

Одна из важнейших задач ООО «Газпром ВНИИГАЗ» – выполнение целевых стратегических программ по основным видам деятельности ПАО «Газпром». Учеными института разработаны:

- программа развития минерально-сырьевой базы газовой промышленности на период до 2040 г.;
- программа освоения ресурсов углеводородов на шельфе РФ до 2030 г.;
- комплексная программа реконструкции и технического перевооружения объектов транспорта газа, дожимных компрессорных станций и компрессорных станций подземных хранилищ газа;
- программа комплексного капитального ремонта линейной части магистральных газопроводов ПАО «Газпром».

Выполнение намеченных программ позволит обеспечить технологическую независимость отечественной газовой промышленности и ее дальнейшее устойчивое развитие.

Список использованной литературы

1. Приказ Главгазтоппрома при СМ СССР от 02.06.1948 г. № 260. – РГАЭ, фонд 8726, оп. 1, д. 215, л. 35.
2. Зарембо К.С. Справочник по транспорту газов / К.С. Зарембо. – М.: Гостоптехиздат, 1954. – 616 с.
3. Справочник по транспорту горючих газов / под ред. К.С. Зарембо. – М.: Гостоптехиздат, 1962. – 888 с.
4. Приказ от 04.01.1977 № 3. – РГА НТД, сканир. копия в архиве ООО «Газпром ВНИИГАЗ».
5. Галиуллин З.Т. Развитие научных исследований, техники и технологий в области трубопроводного транспорта газа / З.Т. Галиуллин. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – С. 35.
6. Приказы от 22.02.1965 № 28 и от 31.05.1965 № 112. – РГА НТД, сканир. копии в архиве ООО «Газпром ВНИИГАЗ».
7. Гриценко А.И. ВНИИГАЗ – этапы развития и люди, без которых не было бы у ВНИИГАЗа своего лица / А.И. Гриценко, Г.А. Зотов // Сб. статей и воспоминаний «История ВНИИГАЗа – этапы развития». – М.: ВНИИГАЗ, 1998. – С. 3–42.
8. Приказ по ВНИИ природных газов № 190 от 13.09. 1966 г. – РГА НТД; сканированная копия в архиве ООО «Газпром ВНИИГАЗ».
9. Приказ ВНИИГАЗа от 23.07.1976 № 124. – РГА НТД, сканир. копия в архиве ООО «Газпром ВНИИГАЗ».
10. Отчет о научно-производственной деятельности НПО «Союзгазтехнология» за 1989 г. – РГА НТД, фонд Р-368, оп. 5-6, инв. № 4477. – С. 73.
11. Приказ от 29.07.1965 № 145. – РГА НТД, сканир. копия в архиве ООО «Газпром ВНИИГАЗ».
12. История ВНИИГАЗа – этапы развития: сб. статей и воспоминаний. – М.: ВНИИГАЗ, 1998.– С. 35.
13. Приказы от 26.09.1984 № 114/165 и от 20.06.1985 № 68/123 – РГА НТД, сканир. копия в архиве ООО «Газпром ВНИИГАЗ».
14. Отчет о научно-производственной деятельности НПО «Союзгазтехнология» за 1989 г. – РГА НТД, фонд Р-368, оп. 5-6, инв. № 4477. – С. 57, 58.

Список дополнительной литературы

1. История ВНИИГАЗа – этапы развития: сб. статей и воспоминаний. – М.: ВНИИГАЗ, 1998. – 218 с.
2. ВНИИГАЗ: Этапы большого пути. – М.: ИД «Трибуна», 2008. – 352 с.

Исторические вехи ВНИИГАЗа

1948–1956 гг.

Всесоюзный научно-исследовательский институт природных газов – ВНИИГАЗ – создан 2 июня 1948 г. для решения научно-технических задач в области эксплуатации первого дальнего магистрального газопровода Саратов – Москва, поиска, разведки и разработки газовых месторождений, переработки и использования газа.

В те годы в институте велись исследования по следующим направлениям:

- проблемы геологии природного газа (А.В. Данов, Б.П. Жижченко, А.А. Козлов, Р.М. Пистрак, В.П. Савченко, В.М. Сенюков, А.А. Ханин и др.);
- эксплуатация и оценка продуктивности газовых скважин (Г.А. Адамов, А.А. Брискман, М.А. Генкин, Е.М. Минский, В.Н. Раабен и др.);
- научное обеспечение эксплуатации газопровода Саратов – Москва (А.А. Халиф, И.Е. Ходанович и др.); переработки газа (А.А. Анисонян, А.С. Великовский, А.К. Карпов, В.В. Кельцев, К.И. Макаров, П.А. Теснер и др.).

В этот период был проанализирован мировой опыт создания газовой промышленности и при непосредственном участии института разработана стратегия развития отрасли. Проведен ряд прикладных исследований по решению актуальных задач разработки технологии получения технического углерода и гелия. Научно-исследовательские работы по извлечению гелия из природных газов возглавлял Осип Александрович Беняминович.

В начале 1953 г. во ВНИИГАЗе был создан Ученый совет.

В апреле 1953 г. в целях улучшения руководства научно-исследовательскими работами по добыче нефти и природного газа были объединены ВНИИ и ВНИИГАЗ в один институт – Всесоюзный нефтегазовый научно-исследовательский институт (ВНИИ). Директором института стал д.т.н. Фома Андреевич Требин – известный специалист в области разработки нефтяных и газовых месторождений. В соответствии с новыми расширенными задачами в июле 1953 г. была пересмотрена и утверждена структура института ВНИИ. Эта перестройка потребовала проведения большой работы по укомплектованию и расстановке кадров, организации научно-производственного процесса

Трудовая книжка		СВЕДЕНИЯ			О РАБОТЕ			
		№ записи	Дата			Сведения о приеме на работе и увольнении	работу, перемещенных по (с указанием причины)	На основании чего внесена запись (документ, его дата и номер)
			Год	Месяц	Число			
Фамилия	Бучакова	1						
Имя	Светлана							
Отчество	Витальевна							
Год рождения	1937							
Образование: начальное, среднее, высшее (подчеркнуть)	среднее							
Профессия								
Подпись владельца Трудовой книжки								
Бучакова								
Дата заполнения Трудовой книжки								
23 ноября 1955 г.								
		1	1955	8	6	По поступлению в Всесоюзный Нефтегазовый Исследовательский институт (ВНИИ) МНП. Зачислена на должность коллектора	По ВНИИ и работала	№ 381 от 3/10/55
		2	1956	8	1	В соответствии с постановлением Сов. Мин. от 2 августа 1956 г. № 1038, приказа МНП от 9/VIII-56 г. № 518 и приказа Главгаза СССР от 15/VIII-1956 г. № 1 о восстановлении института ВНИИГАЗ, назначена коллектором, приказ от 3 октября 1956 г. № К-59	Проект. севаша МНП. № 1038, приказа МНП от 9/VIII-56 г. № 518 и приказа Главгаза СССР от 15/VIII-1956 г. № 1 о восстановлении института ВНИИГАЗ, назначена коллектором, приказ от 3 октября 1956 г. № К-59	
		3	1958	V	1	Коллектор. Переведена на должность лаборанта		№ 381 от 5 мая 1958

В п. 2 написано: «В соответствии с Постановлением Совета министров СССР от 2 августа 1956 г. № 1038, приказа МНП от 9/VIII-56 г. № 518 и приказа Главгаза СССР от 15/VIII-1956 г. № 1 о восстановлении института ВНИИГАЗ, назначена коллектором, приказ от 3 октября 1956 г. № К-59»

и оснащению необходимым оборудованием значительного количества новых лабораторий.

В 1956 г. направление работ института ВНИИ несколько изменяется в связи с восстановлением ВНИИГАЗа при Главгазе СССР и передачей работ, связанных с разработкой газовых месторождений и использованием природных газов. Из вышеприведенного следует, что в период с апреля 1953 г. по август 1956 г. ВНИИГАЗ как самостоятельный институт не существовал.

О восстановлении института ВНИИГАЗ и в связи с этим переводом части сотрудников из ВНИИ в восстановленный ВНИИГАЗ свидетельствует запись в трудовой книжке С.В. Булгаковой (Шулятиковой).

Постановлением СМ СССР от 02.08.1956 № 1038 было создано Главное управление газовой промышленности (Главгаз) СССР.

Газопоисковые работы были начаты в Средней Азии, на Кубани, в Ставрополье, Украине и продолжены в Поволжье, что привело к открытию ряда месторождений: Северо-Ставропольского, Мирненского, Шебелинского, Газлинского, Северо-Мубарекского, Коробковского, Степновского и др. На их базе начались проектирование и строительство новых магистральных газопроводов.

В январе 1956 г. начал издаваться ежемесячный производственно-технический журнал «Газовая промышленность». В первом номере этого журнала половина статей представлена ВНИИГАЗовцами, а вопросы, поставленные ими более 60 лет тому назад, актуальны и поныне:

- *Савченко В.П., Козлов А.А.* Вопросы рациональной разведки газовых месторождений (с. 5–8);
- *Генкин М.А., Ермилов В.И., Хейн А.А.* Методика оптимальной перфорации газовых скважин (с. 9–12);
- *Зарембо К.С.* Неметаллические газопроводы (с. 33–35);
- *Халиф А.А., Еременко В.С.* О направлении развития газобензиновой промышленности (с. 36–40).

В 1956 г. во ВНИИГАЗе были созданы аспирантура, лаборатория по ПХГ во главе с д.т.н. А.А. Хейном и многое другое.

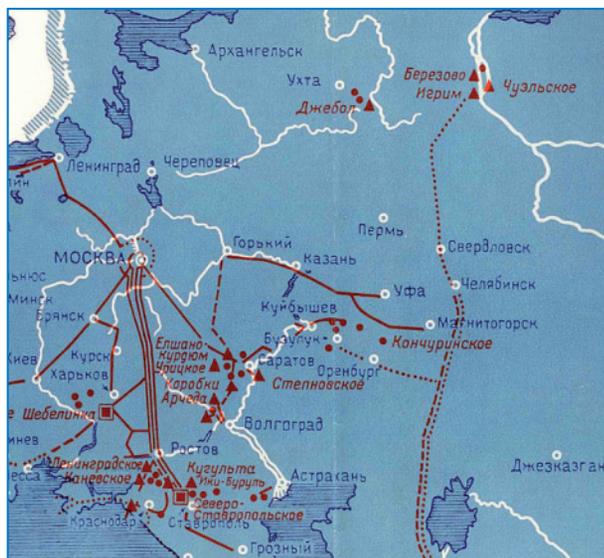
1957–1972 гг.

Учеными ВНИИГАЗа разработаны принципиально отличные от мировой практики научно-технические решения по созданию газотранспортных систем большой мощности, послужившие основой формирования Единой системы газоснабжения страны и создавшие предпосылки появления российского газа на мировом рынке. По обоснованию института впервые в мире были построены газопроводы диаметром до 1420 мм.

Форсированное увеличение добычи газа в стране потребовало решения новых научных задач.

В области геологии были начаты работы по следующим направлениям:

- оценка перспектив газоносности территории СССР (В.Г. Васильев, В.П. Ступаков и др.);
- разработка методов промышленной разведки и оценки запасов газовых месторождений (Н.Д. Елин, А.А. Козлов, В.П. Савченко, Л.С. Темин и др.);
- создание методов гидрогеологических исследований нефтегазоносных районов (Л.М. Зорькин, В.Г. Козлов, В.Н. Корценштейн, Э.Е. Лондон, Ю.В. Мухин, Е.В. Стадник и др.);
- экспериментальные исследования по физике пласта, учение и классификация пород-коллекторов Арнольда Аркадьевича Ханина до сих пор являются основой дифференциации продуктивных пластов по петрофизическим



своим свойствам; методология, современные способы и средства изучения керна (К.И. Багринцева, З.И. Козловцева, И.А. Копосов, В.Г. Хельквист и др.).

Тогда же фактически оформилось направление разработки газовых месторождений и эксплуатации газовых скважин.

Создание научных основ проектирования и анализа разработки газовых месторождений стимулировало проведение исследований по следующим направлениям:

- фильтрация газа и его приток к скважинам (Ю.П. Коротаев, Е.М. Минский, А.А. Хейн и др.);
- газодинамика (Г.А. Адамов, А.А. Брискман, М.А. Генкин, Г.А. Зотов и др.);
- интенсификация притока газа к забою скважин и надежность их эксплуатации (А.И. Арутюнов, Б.П. Гвоздев, В.А. Киреев, Н.Е. Легезин, В.А. Хорошилов и др.);
- работы по созданию методов испытания скважин и аппаратуры для глубинных исследований (А.А. Брискман, В.И. Ермилов, Г.А. Зотов, Ю.П. Коротаев, Е.М. Минский, С.М. Тверковкин и др.).

В 1958 г. в СССР было начато создание подземных хранилищ газа (ПХГ). В связи с этим во ВНИИГАЗе под руководством В.Н. Раабена были начаты комплексные работы по научному обоснованию оптимальных параметров ПХГ в истощенных газовых месторождениях и водоносных структурах и технико-технологических режимов их эксплуатации (А.А. Хейн, С.Н. Бузинов, И.Н. Быков, Е.В. Левыкин, Г.И. Солдаткин и др.). В начале 1960-х гг. коллективом ВНИИГАЗа были проведены крупномасштабные исследования и созданы научные основы подземного хранения газа, разработаны первые проекты ПХГ.

Под руководством И.Е. Ходановича дальнейшее развитие получило исследование закономерностей стационарного и нестационарного течения газа, положившее начало формированию научных основ проектирования и эксплуатации газопроводов (К.С. Зарембо, З.Т. Галиуллин, В.А. Мамаев, Г.Э. Одишария и др.).

Для изучения состава добываемой углеводородной продукции и обоснования требований к качеству газа, подаваемого потребителю, были организованы лаборатория газоконденсатных исследований (А.С. Великовский, Я.Д. Саввина, О.Ф. Худяков, В.В. Юшкин и др.) и газоаналитическая лаборатория (А.К. Карпов и др.). В феврале 1959 г. в связи с авариями на газопроводах из-за гидратных пробок Александром Михайловичем Климушиным была организована лаборатория очистки и осушки газа.

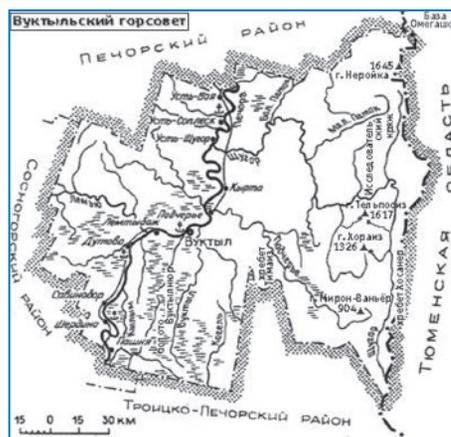
Выполнен самый сложный проект разработки уникального Вуктыльского газоконденсатного месторождения и сформулированы научные основы ускоренного освоения крупнейших газовых месторождений севера Западной Сибири.

Для контроля за внедрением проектных решений по освоению базовых месторождений природного газа, а также проведения комплексных иссле-

дований по расширению сырьевой базы основных газодобывающих регионов и решения оперативных вопросов на объектах газовой промышленности ВНИИГАЗ начал организовывать сеть филиалов в разных регионах страны (Ставрополье, Украина, Коми АССР, Узбекистан, Западная Сибирь, Туркмения). Позднее они стали самостоятельными региональными научно-исследовательскими и проектными институтами. В частности, в 1962 г. в Ставрополе была создана Ставропольская комплексная научно-исследовательская лаборатория ВНИИГАЗа, преобразованная впоследствии в Северо-Кавказский филиал ВНИИГАЗа, с 1971 г. – Северо-Кавказский научно-исследовательский институт природных газов (СевКавНИПИгаз). Со дня основания по 1988 г. СевКавНИПИгаз возглавлял д.т.н. Николай Рубенович Акопян.

1972–1982 гг.

Итогом активной работы института по развитию сырьевой базы газовой промышленности стало открытие и освоение уникальных месторождений Западной Сибири, Прикаспия и Средней Азии (Газли и пр.). Созданы технологии разработки и обустройства крупнейших газовых и газоконденсатных месторождений Западной Сибири (Медвежье, Уренгой, Ямбург). Результаты объемных научно-исследовательских работ в области освоения месторождений многокомпонентного газа применены при создании крупнейших газоперерабатывающих комплексов в Оренбурге и Астрахани. Разработаны и внедрены технологии магистрального транспорта по трубопроводам диаметром 1420 мм и давлением 7,4 МПа.



1982–2001 гг.

При активном участии геологов ВНИИГАЗа открыты крупнейшие шельфовые месторождения России (Штокмановское и Приразломное), разработаны методы оценки шельфовых запасов нефти и газа, созданы геолого-геофизические, структурно-литологические модели ряда месторождений. Осуществлялось научно-методическое обеспечение создания Единой системы газоснабжения (включая развитие экспорта газа) для транспорта газа из месторождений Западной Сибири.

Благодаря фундаментальным исследованиям по извлечению выпавшего в пласте конденсата решена задача повышения эффективности разработки месторождений на поздней стадии эксплуатации. Впервые в мире на Вуктыльском газоконденсатном месторождении началась промышленная добыча ретроградных углеводородов.

Приоритетом института становятся исследования в области использования природного газа в качестве моторного топлива и строительства АГНКС.

В 1999 г. институт был преобразован в ООО «ВНИИГАЗ».

2001–2017 гг.

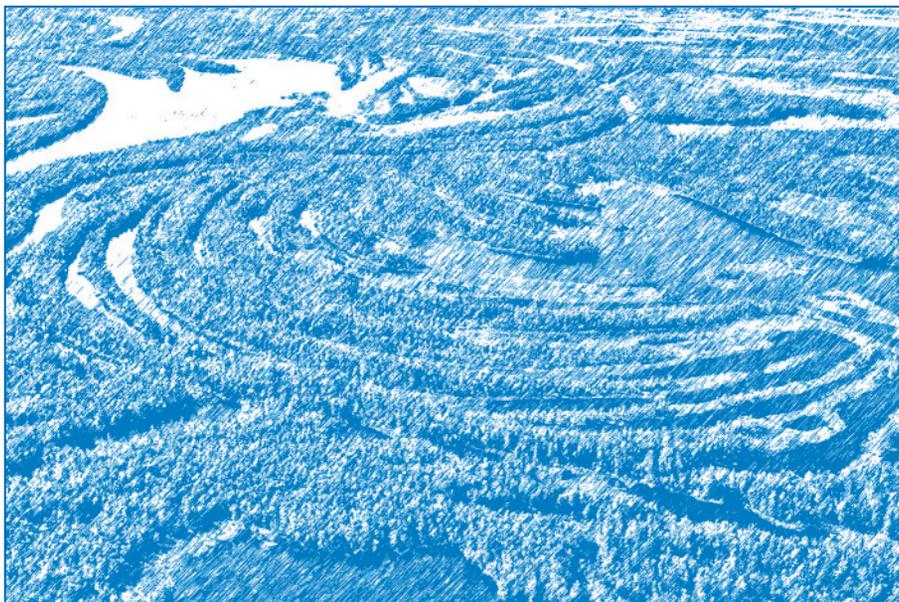
Институтом разработаны Генеральная схема развития газовой промышленности РФ, крупнейшие программы развития минерально-сырьевой базы ПАО «Газпром», комплексного освоения месторождений Ямала, Восточной Сибири и Дальнего Востока, шельфовых ресурсов углеводородов. Созданы научно-методические основы и нормативная база для «мегапроектов» газотранспортных систем нового поколения с применением труб диаметром 1420 мм повышенного класса прочности, давлением 10 и 12 МПа, с внутренним покрытием и укрупнением единичной мощности газотранспортного оборудования.

Институт проводит работы в сфере изучения многолетнемерзлых пород и газовых гидратов, исследования свойств серы и ее применения, разрабатывает технологии производства из природного газа микробных кормовых белков и биосорбента для очистки окружающей среды от углеводородных загрязнений; методы по обезвреживанию и утилизации нефтешламов и рекультивации нарушенных земель; технологии малотоннажного производства СПГ; вопросы освоения арктических нефтегазовых ресурсов, импортозамещения, использования газа в качестве моторного топлива. Научно-технические коллективы института совершенствуют интеллектуальные системы управления разработкой месторождений и ПХГ, внедряют принципиально новую систему управления техническим состоянием и целостностью ГТС и др.

В 2003 г. решением ОАО «Газпром» ВНИИГАЗу присвоен статус головного научного центра в области технологий.

В 2009 г. ООО «ВНИИГАЗ» был преобразован в ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

История ВНИИГАЗа есть яркое отражение истории становления и колоссальных темпов развития газовой промышленности СССР и России.



**РОЛЬ ГЕОЛОГОВ ВНИИГАЗА
В РАЗВИТИИ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ГАЗОВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР И РОССИИ**

М.Я. Зыкин, В.А. Скоробогатов,
Н.Н. Соловьёв, Л.С. Салина

Минерально-сырьевую базу (МСБ) газо- и нефтедобычи составляют начальные и текущие разведанные и предварительно оцененные запасы углеводородов (УВ): свободного (СГ) и попутного газа (ПГ), конденсата, нефти, перспективные и прогнозные – неоткрытые ресурсы УВ, которые в сумме составляют начальные потенциальные ресурсы (НПР = $(НД+А+В+С_1+С_2)+(С_3+Д)$). Прогноз новых открытий, расчет и оценка запасов и ресурсов УВ, их интегральной величины и структуры (распределения по важнейшим прогностическим элементам – величине и фазовому состоянию УВ, глубинам и др.) – важнейшие задачи теоретической и практической нефтегазовой геологии (НГГ).

Оценки НПР УВ (начальные, текущие) невозможны без реконструкции (изучения) условий формирования УВ-скоплений и закономерностей их современного размещения.

Как одна из наук о Земле НГГ – сравнительно молодая наука, насчитывающая чуть более 100 лет.

Возникновение отечественной геологии нефти и газа как составной части геологии полезных ископаемых произошло на рубеже XIX и XX веков. В XIX в. и в первой половине XX в. на энергетическом рынке России (и СССР) доминировал уголь. Затем ведущую роль в производстве первичных минеральных энергоносителей приобрела нефть, а с середины 1970-х гг. ее постепенно в ряде стран и регионов начал вытеснять природный газ.

Стремительная экспансия газа на отечественном рынке энергоносителей была обеспечена высокими темпами изучения и освоения богатейших, преимущественно газоносных регионов на территории СССР: Днепровско-Донецкой впадины, Скифской, Туранской и Западно-Сибирской плит, Прикаспийской мегавпадины, открытием и освоением крупнейших газосодержащих месторождений (Шебелинского, Северо-Ставропольско-Пелагиадинского, Вуктыльского, Оренбургского, Газлинского, Шатлыкского, Уренгойского, Ямбургского, Медвежьего и мн. др.). К концу прошлого столетия доля природного газа в топливно-энергетическом балансе России достигла 50 %.

История создания ВНИИГАЗа – головного научного центра ПАО «Газпром» – тесно связана с развитием и становлением газовой промышленности в нашей стране [1].

Поиски скоплений природного газа в России в конце XIX – начале XX вв. не являлись целенаправленными. Открытие газовых месторождений в 20-х гг. XX в. осуществлялось Геологическим комитетом попутно в связи с поисками и разведкой нефтяных месторождений [2; 3, с. 49].

Решение о необходимости придания газовому делу большей значимости и рационального использования газа и его компонентов было принято еще в конце 1923 г. на Научно-техническом совете геологии и горного дела при Высшем совете народного хозяйства. Первые шаги по его реализации были сделаны в 1930 г., когда на I Всесоюзной газовой конференции был представлен обзор состояния газового хозяйства СССР и намечены пути создания новой отрасли промышленности [2; 4, с. 63]. Позднее, в 1931 г., по предложению II Всесоюзной газовой конференции, созванной по инициативе геологоразведочного управления Госплана РСФСР, треста «Союзгаз» и др. был создан Всесоюзный научный совет по координации всех вопросов, касающихся газовой промышленности [4, с. 65].

В 1933 г. в рамках Народного комиссариата тяжелой промышленности был учрежден первый всесоюзный орган управления газовой отраслью – Главгаз, объединивший основные направления ее развития: геологоразведочные работы, добычу и использование природного газа и гелия, строительство газопроводов и газификацию г. Москвы и др. В составе Главгаза первоначаль-

начально числилось несколько научно-исследовательских организаций, которые в 1934 г. были объединены в один Всесоюзный институт искусственного жидкого топлива и газа – ВНИГИ [3, с. 52–53; 4, с. 142–144].

К этому времени первые газовые скопления были установлены в Поволжье, на Северном Кавказе и в ряде других регионов СССР. Однако в довоенные годы добыча газа и его полезное использование еще не были налажены в промышленном масштабе [1, 6]. На базе открытого в 1935 г. вблизи г. Ухта Седельского газового месторождения (Коми АССР) позднее в январе 1943 г. был пущен в эксплуатацию один из первых газовых промыслов [4, с. 122].

В годы войны для энергообеспечения оборонных предприятий Куйбышева и Саратова на базе открытых газовых месторождений были построены газопроводы Бугуруслан – Похвистнево – Куйбышев (160 км) и Елшанка – Саратов (17 км). В строительстве газопровода Бугуруслан – Похвистнево – Куйбышев принимал участие в должности управляющего трестом Спецгазстрой Н.Д. Елин – в будущем один из первых руководителей геологического направления ВНИИГАЗа [4, с. 129, 187].

Начало активного функционирования газовой отрасли промышленности в СССР обычно связывают со строительством и пуском в эксплуатацию первого магистрального газопровода Саратов – Москва (843 км). В 1943–1944 гг. технико-экономическое обоснование его сооружения выполнялось под руководством И.Е. Ходановича, а геологическая экспертиза – В.М. Сеньюковым, будущих сотрудников ВНИИГАЗа [1, с. 4].

Их сооружение и эксплуатация потребовали ускоренного решения комплекса новых проблем, связанных с подготовкой сырьевой базы, проектированием разработки и эксплуатации газовых месторождений, транспортом и использованием природного газа и т.п.

Для решения научных проблем и практических задач обслуживания газопровода и расширения сырьевой базы приказом начальника Главгазтопрома при СМ СССР В.А. Матвеева был организован научно-технический центр отрасли, названный Всесоюзным научно-исследовательским институтом природного газа (ВНИИГАЗ). Первым его директором был назначен известный геолог Е.Я. Старобинец [1, с. 4].

В отличие от большинства других институтов нефтегазового профиля ВНИИГАЗ изначально формировался как мультидисциплинарный научно-технологический комплекс, призванный решать широкий спектр научно-технических проблем газовой отрасли: от поисков и разведки объектов добычи газа до его магистрального транспорта, подземного хранения и переработки. Благодаря постоянному общению профессиональная деятельность специалистов различных направлений осуществлялась в рамках широкого спектра направлений исследований.

Следующей значимой вехой развития газовой отрасли промышленности стало создание в 1956 г. Главного управления газовой промышленности при СМ СССР (Постановление СМ СССР от 02.08.1956 № 1038) [4, с. 153]. В 1963 г. оно было преобразовано в Государственный производственный комитет по газовой промышленности СССР, правопреемником которого в 1965 г. стало Министерство газовой промышленности СССР, а в 1989 г. – Государственный газовый концерн «Газпром» (далее РАО, ОАО, ПАО).

Экспансии природного газа на мировых энергетических рынках и в том числе Европы и СССР предшествовала кропотливая работа по созданию и расширению сырьевой базы газодобывающей отрасли. С этой целью во ВНИИГАЗе были развернуты планомерные работы по региональным исследованиям, включавшим изучение нефтегазоносных объектов Северного Кавказа,

Средней Азии и Казахстана, Поволжья, Украины и Западной Сибири. Особое внимание уделялось вопросам направленных поисков газовых месторождений. Созданием научных основ этого направления еще в 30-х гг. прошлого столетия начали заниматься В.П. Савченко и А.А. Козлов.

В первые годы становления ВНИИГАЗа основными направлениями деятельности ученых института стали геологические исследования в связи с подготовкой сырьевой базы добычи газа и проектирования разработки и эксплуатации газовых месторождений, в том числе геологическое моделирование объектов разработки.

Одним из непосредственных создателей геологического направления ВНИИГАЗа был его будущий сотрудник В.Г. Васильев, возглавлявший в послевоенные годы трест «Союзгазразведка», геологический коллектив которого стал частью геологического направления института [5, с. 9].

Развитие геологической службы ВНИИГАЗа связано также с именами таких ведущих ученых института и его филиалов, как: Г.И. Амурский, К.И. Багринцева, Г.А. Габриэлянц, А.В. Данов, Н.Д. Елин, В.И. Ермаков, Б.П. Жижченко, М.Я. Зыкин, Н.Д. Кованько, В.Н. Корценштейн, А.Я. Кремс, Э.Е. Лондон, Ю.В. Мухин, В.Е. Орел, А.С. Панченко, Р.М. Пистрак, В.Т. Работнов, В.Р. Родыгин, Н.А. Рулев, В.М. Сенюков, В.Л. Соколов, О.А. Солнцев, В.И. Старосельский, В.П. Ступаков, В.И. Тарбаев, А.А. Ханин и др. В результате их исследований формировались основы науки о геологии природного газа и научные школы в области фундаментальных проблем его происхождения и миграции, образования и закономерностей размещения месторождений, прогнозирования, поисков и разведки и особенностей строения в объеме продуктивных литолого-стратиграфических комплексов осадочных бассейнов.

В середине XX в. в НГГ главное внимание уделялось вопросам геологоструктурного анализа и изучения литолого-стратиграфических критериев нефтегазоносности. Во ВНИИГАЗе проводились региональные геологические исследования, включающие изучение палеонтологии, литологии и стратиграфии разрезов горных пород Северного Кавказа и Украины, Поволжья, Южного Приуралья и Прикаспия, Средней Азии и Казахстана.

В разные годы геологическое направление ВНИИГАЗа возглавляли такие известные ученые и организаторы науки, как Н.Д. Елин, Г.А. Габриэлянц, В.Е. Орел, В.И. Ермаков, а после объединения с направлением «Разработка» – Г.А. Зотов, Р.М. Тер-Саркисов, В.Н. Маслов, П.Г. Цыбульский, Д.В. Люгай, Г.Н. Рубан, А.Е. Рыжов.

В 1957–1963 гг. геологическое направление, возглавляемое Н.Д. Елиным, выполняло весь цикл исследований в области разработки теоретических и экспериментальных основ газовой геологии, в частности вопросов происхождения и миграции природного газа, формирования и размещения его месторождений, оценки фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и др. [5, с. 9].

Научные основы подготовки и развития сырьевой базы газовой промышленности закладывались самоотверженным трудом многих выдающихся геологов ВНИИГАЗа, стоявших у истоков формирования геологического направления института. Важное значение для целенаправленной подготовки надежной сырьевой базы газовой промышленности имели работы по созданию научно обоснованных методов количественной оценки перспектив газоносности территории СССР, начатые под руководством В.Г. Васильева и В.П. Ступакова в середине 1950-х гг.

Развитие газовой геологии во ВНИИГАЗе в первую очередь связано с именами В.П. Савченко и А.А. Козлова. Эти выдающиеся ученые-первопроходцы заложили фундамент, на котором в дальнейшем успешно развивались основы теории прогнозирования, поисков и разведки газовых и газоконденсатных месторождений и решались практические задачи обоснования геологических моделей объектов разработки.

Исследования по прогнозированию, поискам, разведке и промыслово-геологическим основам моделирования газовых месторождений со времени создания ВНИИГАЗа являются одним из приоритетных видов его деятельности. Отечественная школа геологии природного газа создавалась трудами И.М. Губкина, И.Н. Стрижова, В.П. Савченко, А.А. Козлова, Н.В. Черского, И.В. Высоцкого, В.Г. Васильева и др.

В 1957 г., когда важнейшее значение приобрела проблема раздельного прогнозирования нефте- и газоносности, В.П. Савченко организовал лабораторию поисков и разведки газовых месторождений [5, с. 13]. Василий Петрович – один из создателей теории дифференциального улавливания УВ, получившей широкую известность как теория Гассоу – Максимова – Савченко. В.П. Савченко установил, что особенности миграции и аккумуляции газа и нефти могут приводить к дифференциации размещения месторождений УВ. Наиболее полно его идеи были развиты А.С. Панченко и Л.С. Теминым на примере месторождений Северного Кавказа.

По инициативе В.Г. Васильева за годы его работы во ВНИИГАЗе были выработаны и научно обоснованы направления исследований по изучению газоносности недр, оценке ресурсов газа, показателей эффективности поисков и разведки. Под его редакцией была составлена первая карта газоносности СССР (М 1:5000000), издан первый справочник по газовым месторождениям (1965 г.).

Полученные научные результаты использовались для проведения количественной оценки перспектив газоносности территории СССР, впервые выполненной в 1956 г. (В.Г. Васильев, В.П. Ступаков и др.), а также направленных поисков и разведки газовых месторождений в районах Поволжья, Северного Кавказа, Южного Приуралья, Украины, Средней Азии и Казахстана.

В.Г. Васильев и В.М. Сенюков внесли неоспоримый вклад в открытие уникальной Западно-Сибирской нефтегазоносной мегапровинции. Виктору Григорьевичу принадлежит первая публикация по обоснованию высоких перспектив поисков нефти и газа в мезозойских отложениях Западной Сибири [5, с. 9]. Он был организатором и руководителем поисково-разведочных экспедиций в этом регионе.

Благодаря записке В.М. Сенюкова «Разработка и научное геологическое обоснование метода опорного бурения и системы размещения опорных скважин на территории СССР», направленной в Правительство СССР, Техсовет Мингео СССР постановил провести на обширной территории Западной Сибири региональные геофизические исследования и бурение опорных скважин.

Многие опорные скважины впоследствии оказались первооткрывательницами месторождений нефти и газа. Так, Березовской опорной скважиной 21 сентября 1953 г. было открыто первое газовое месторождение (Березовское) в Западной Сибири и доказано существование новой нефтегазоносной провинции. Мощный фонтан сеноманского газа (первый на севере!) был получен в 1962 г. в Тазовской опорной скважине. Первая в Западной Сибири нефть была получена в Колпашевской опорной скважине в 1954 г. Эти и последовавшие за ними открытия ряда нефтяных и газовых месторождений (первое

нефтяное месторождение – Шаимское – открыто в 1960 г.) имели определяющее значение для признания высоких перспектив нефтегазоносности и осознания значимости Западно-Сибирского региона.

Большое значение для дифференцированной оценки перспектив нефти и газоносности имели проводившиеся в 1960–1970-е гг. исследования по обоснованию парагенетических связей угля, газа и нефти и роли континентальных угленосных толщ в процессах газо- и нефтеобразования и накопления в осадочных бассейнах России и мира (В.Г. Васильев, В.И. Ермаков, В.П. Козлов, В.А. Скоробогатов, Л.В. Токарев и др.). Было доказано, что на пространственную сегрегацию нефти и газа в земных недрах значительное (а иногда и определяющее) влияние оказывали положение в разрезе и соотношение преимущественно битумо- и газогенерирующих комплексов и степень их флюидодинамического взаимодействия в процессе эволюции нефтегазоносных бассейнов (НГБ) (Г.И. Амурский, Н.Н. Соловьёв и др.).

Одним из важных научно-организационных решений, принятых в период 1959–1965 гг., когда институт возглавлял Ф.А. Требин, было создание сети филиалов ВНИИГАЗа в основных газодобывающих регионах страны (в городах Ставрополь, Ашхабад, Ташкент, Харьков, Тюмень, Ухта). Они обеспечивали организацию научного сопровождения и контроль за внедрением проектных решений по освоению базовых месторождений и расширению сырьевой базы. Ведущим направлением деятельности филиалов долгое время оставалось геологическое обоснование развития МСБ газонефтедобычи. В настоящее время в состав ООО «Газпром ВНИИГАЗ» входит филиал в г. Ухта, а бывшие филиалы превратились в самостоятельные научно-исследовательские институты.

В конце 1960-х и начале 1970-х гг. главными геологами, руководившими геологическим направлением ВНИИГАЗа, были Г.А. Габриэлянц и В.Е. Орел. В этот период основными направлениями работ являлись: комплексное изучение геологического строения основных газодобывающих районов страны; разработка новых методов геологического изучения регионов, обоснование раздельных поисков месторождений газа и нефти.

Открытие в 1960–1970-е гг. крупнейших и гигантских месторождений в европейских регионах страны, а также новых газоносных провинций и областей (Западно-Сибирской, Лено-Вилюйской и др.) стимулировало расширение научно-исследовательских работ по прогнозированию нефтегазоносности недр, совершенствованию методов поисков и рациональной разведки газосодержащих месторождений, а также в области подсчета запасов, промысловой геологии и гидрогеологии. В эти годы региональными филиалами ВНИИГАЗа был выполнен большой объем работ по изучению геологического строения Северного Кавказа, Днепровско-Донецкой впадины, Прикаспия, Средней Азии, Западной и Восточной Сибири, Тимано-Печорского региона, Урало-Поволжья. Начиная с 1960-х гг. успешно разрабатывались вопросы геологии, геохимии и оценки ресурсов полезных компонентов природного газа.

В 1950–1970-е гг. учеными ВНИИГАЗа были также заложены основы нефтегазовой поисковой и разведочной гидрогеологии, позволившие в дальнейшем изучить флюидальную компоненту осадочного чехла и месторождений всех регионов СССР и России. В.Н. Корценштейном, одним из создателей отечественной газовой гидрогеологии, была разработана методика гидрогеологических исследований НГБ, оказавшая значительное влияние на повышение эффективности геологоразведочных работ. В дальнейшем многие проблемы этой науки применительно к прикладным задачам поиска, разведки и разработки месторождений успешно решались сотрудниками лаборатории

гидрогеологии В.С. Гончаровым, А.М. Зорькиным, В.Г. Козловым, Э.Е. Лондон, Ю.В. Мухиным, Р.Г. Семашевым, Е.В. Стадником, В.Г. Хельквистом, Ю.С. Шиловым и др.

С 1973 по 1988 гг. заместителем директора в области геологии был В.И. Ермаков. Под его руководством геологическое направление ВНИИГАЗа успешно разрабатывало фундаментальные вопросы генезиса газа, новых методов количественной оценки прогнозных ресурсов УВ. Решались практические задачи поисков газа и методов разведки месторождений, перспектив газоносности глубоких горизонтов (более 4-5 км).

Многие геологические начинания, предложенные геологами ВНИИГАЗа, являются инновационными и востребованными на протяжении многих десятилетий.

По мере увеличения добычи газа, в том числе за счет расширения географии разрабатываемых месторождений, все более значимым становилось воспроизводство МСБ газовой промышленности. В свою очередь, это требовало ускоренного решения задач прогноза, поисков и разведки газовых и газоконденсатных месторождений, которые осуществлялись в СССР под эгидой Мингео СССР и РСФСР.

Специалисты и эксперты ВНИИГАЗа по ресурсам углеводородов активно участвовали в периодических официальных подсчетах и пересчетах величины и структуры начальных потенциальных и текущих прогнозных (неоткрытых) ресурсов УВ важнейших регионов СССР и России по состоянию материалов на 01.01.1974, 01.01.1979, 01.01.1984, 01.01.1988, 01.01.1993 (В.И. Ермаков, Т.В. Гудымова, Е.В. Захаров, В.А. Скоробогатов, В.И. Старосельский, В.П. Ступаков, Г.И. Амурский, М.О. Хвилевичкий и др.). Именно всесторонне обоснованное мнение газовых геологов в ходе жарких споров и дискуссий на совещаниях рабочих групп по регионам и Центральной межведомственной экспертной комиссии по ресурсам России не позволило необоснованно завышать оценку газового потенциала недр осадочных бассейнов Северной Евразии. Тогда газовые геологи выступали единым фронтом со специалистами Миннефтепрома, также борющимися за принятие реальных оценок нефтяного потенциала недр России.

Огромное практическое значение в этот период и до настоящего времени имеют организованные А.А. Ханиным экспериментальные работы по изучению фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и физических процессов, происходящих в продуктивных пластах. Разработанная им в 1956 г. оценочная классификация пород-коллекторов нефти и газа получила широкое признание и применение. Классификация составлена на основе изучения обширного кернового материала и обобщения экспериментальных исследований. Под руководством Арнольда Аркадьевича изучались горные породы практически всех нефтегазоносных провинций и крупнейших месторождений – Медвежьего, Уренгойского, Оренбургского, Вуктыльского, Самотлорского и др.

В результате этих исследований были выявлены корреляционные связи между основными свойствами для различных по составу типов песчано-алевролитовых пород. Благодаря удачно выбранным принципам построения эта классификация и ныне является основой для дифференциации продуктивных толщ по петрофизическим свойствам. Позднее К.И. Багринцевой эта классификация была трансформирована применительно к карбонатным породам-коллекторам. Идеи А.А. Ханина получили дальнейшее развитие в работах З.И. Козловцевой, Н.В. Савченко, И.А. Копосова, А.Е. Рыжова, Я.Р. Морозовича, А.В. Дахнова и др.

Во ВНИИГАЗе в 1970–1980-х гг. проводились исследования по разработке методов изучения изотопного состава и соотношений изотопов (углерода, аргона и др.) в природных газах (Е.Я. Гаврилов, Г.И. Теплинский и др.); геохимических методов контроля при разведке и разработке газоконденсатных месторождений (В.Л. Соколов, Н.Д. Гуляева, И.Б. Кулибакина, Е.П. Шишенина, В.С. Гончаров и др.); методов гидрогеологического и гидрохимического контроля за разработкой (В.Н. Корценштейн, Э.Е. Лондон, А.М. Зорькин, Ю.В. Мухин, В.С. Гончаров, Ю.И. Яковлев, В.Г. Козлов, Ю.С. Шилов и др.); методов использования аэрокосмических снимков при поисках, разведке и эксплуатации газовых месторождений (Г.И. Амурский, В.В. Бабаев, М.С. Бондарева, В.Н. Пашковский, Н.Н. Соловьёв, В.А. Кузьминов и др.).

Ученым ВНИИГАЗа принадлежит приоритет в разработке методических основ прогнозирования, подсчета и учета ресурсов полезных компонентов природного газа (этан, пропан, бутан, гелий, сероводород и др.), которые начали разрабатываться во ВНИИГАЗе с 60-х гг. XX столетия (В.Г. Васильев, В.П. Ступаков, В.И. Старосельский). Эти работы впоследствии реализовались в оценке ресурсов полезных компонентов природных газов, подготовке (начиная с 1986 г.) совместно с «Союзгеолфондом» ежегодных выпусков Государственного баланса запасов этана, пропана и бутанов в свободном газе.

Коллективом геологов под руководством В.П. Савченко были начаты исследования по разработке новых методов промышленной разведки и оценки запасов газовых месторождений, развивавшиеся в дальнейшем М.Я. Зыкиным, А.Г. Кузьмуком, А.А. Плотниковым, В.В. Царевым и др. Рациональная методика промышленной разведки газовых месторождений первоначально была разработана применительно к небольшим и средним по запасам газовым месторождениям Поволжья. В дальнейшем опытно-промышленная эксплуатация (ОПЭ) как метод доизучения газовых залежей нашла широкое применение на месторождениях в других нефтегазоносных регионах СССР и России. В районах с развитой газодобывающей отраслью и сетью магистральных газопроводов (Украина, Предкавказье, Туркмения, Нижнее Поволжье и др.) после бурения первых поисковых и разведочных газовых скважин был осуществлен ускоренный ввод в ОПЭ большого числа газовых месторождений на базе запасов категорий C_1 и C_2 с проведением их доразведки в процессе разработки. Это позволило в 2-3 раза сократить сроки освоения открытых газовых месторождений.

Значительное место в исследованиях ВНИИГАЗа занимали проблемы формирования месторождений сероводородсодержащих природных газов нефтегазоносных бассейнов и направленных поисков залежей бессернистого газа (Г.И. Амурский, Э.С. Гончаров, Э.Е. Лондон, И.Б. Кулибакина, Н.Н. Соловьёв, А.Н. Тимонин, А.С. Салина и др.), тектонодинамического контроля процессов, составляющих онтогенез нефти и газа (Г.И. Амурский, А.В. Бочкарев, Н.Н. Соловьёв и др.), теории галокинеза для оценки перспектив нефтегазоносности Прикаспийской и Амударьинской синеклиз (В.Л. Соколов, Г.И. Ледовская и др.). В 1979 г. коллективом геологов ВНИИГАЗа впервые была составлена карта перспектив поисков сероводородсодержащих газов в нефтегазоносных регионах территории СССР (под ред. Г.И. Амурского, В.И. Ермакова, И.П. Жабрева).

Неоспорим приоритет ученых ВНИИГАЗа в исследованиях нетрадиционных источников природного газа: угольного (В.И. Ермаков, В.П. Ступаков), гидратного (Б.П. Жижченко, А.Г. Ефремова, Ю.Н. Макогон, В.А. Истомин, В.С. Якушев, Е.В. Перлова), «плотных» коллекторов (Э.В. Чайковская,

В.А. Скоробогатов, Л.Г. Кузьмук, Н.Н. Соловьёв, Б.С. Коротков, В.А. Кузьминов, Л.С. Салина), сланцевых толщ (В.А. Скоробогатов).

В разные годы развития НГТ во ВНИИГАЗе главным направлением НИР было всестороннее комплексное изучение геологического строения и нефтегазоносности регионов: Северного Кавказа (В.Г. Вершовский, В.И. Ермаков, Н.В. Живаго, Б.П. Жижченко, А.С. Клименко, М.П. Кудрявцев, А.С. Панченко, Т.И. Хенвин, А.Н. Скоробогатько и др.), Днепровско-Донецкой впадины (Н.Д. Елин, А.Н. Истомина, Р.М. Пистрак, В.П. Ступаков, Е.И. Пашкевич, Л.В. Токарев и др.), Прикаспия (В.М. Кирьяшкин, В.Г. Козлов, А.В. Орел, Ю.Б. Силантьев, В.Л. Соколов, М.О. Хвилевичкий, Э.В. Чайковская и др.), Средней Азии (Г.И. Амурский, Э.С. Гончаров, В.С. Гончаров, П.П. Иванчук, Н.А. Крылов, В.М. Мурадян, И.П. Соколов, Н.Н. Соловьёв, В.И. Терехов, В.А. Кузьминов, Л.С. Салина, А.Н. Тимонин, Ю.И. Заболотная, А.Я. Гризлик и др.), Западной Сибири (В.И. Ермаков, Н.Н. Немченко, Н.С. Ровенская, В.А. Скоробогатов, В.Б. Вельдер, С.В. Миронова, С.Б. Прокопенко, А.А. Шаля, З.Д. Ханнанов и др.), Восточной Сибири (В.М. Сенюков, В.Ф. Горбачев, В.Т. Работнов, В.И. Старосельский, Ю.И. Яковлев и др.), Тимано-Печорской провинции (В.М. Сенюков, Я.А. Берето, И.Б. Кулибакина, В.Р. Родыгин и др.), Урало-Поволжья (Н.Д. Кованько, А.Л. Козлов, В.П. Савченко и др.), о. Сахалин и присахалинского шельфа (Е.В. Захаров, Д.А. Мирзоев, М.Н. Мансуров, А.Н. Тимонин, Д.А. Астафьев, А.В. Толстикова и др.).

Сотрудники ВНИИГАЗа принимали участие в обосновании сырьевой базы газохимических комплексов на Вуктыльском, Оренбургском, Астраханском, Уренгойском и других газоконденсатных месторождениях, а также в районах Восточной Туркмении.

В 1970–1990-е гг. при активном участии ВНИИГАЗа были открыты крупнейшие газоконденсатные месторождения на п-ове Ямал (Бованенковское, Харасавэйское и др.), начато изучение шельфов Охотского и арктических морей.

Результаты НИР по основным проблемам газовой геологии постоянно использовались и продолжают использоваться при разработке долгосрочных (до 2010, 2015, 2030, 2035, 2040 гг.) программ развития сырьевой базы газовой промышленности, добычи газа и конденсата ПАО «Газпром» (В.И. Ермаков, Г.А. Зотов, А.К. Пестряков, В.А. Скоробогатов, В.П. Ступаков, В.И. Старосельский, А.А. Плотников, С.Н. Сивков, Н.А. Крылов и др.). Так, в 2002 г. специалисты Центра «Газовые ресурсы» подготовили Программу развития минерально-сырьевой базы газовой промышленности на период до 2030 г., в 2005 г. – Программу расширенного воспроизводства ОАО «Газпром» основной товарной продукции: газа, газового конденсата и нефти с 2005 по 2020 гг. и на период до 2030 г., в 2011 г. – Программу развития минерально-сырьевой базы газовой промышленности на период до 2035 г., в 2016–2017 гг. – Программу развития минерально-сырьевой базы ПАО «Газпром» на период до 2040 г. Начиная с 2006 г. анализ и корректировка выполнения указанных документов являются обязательными ежегодными работами геологов ВНИИГАЗа.

На всех этапах развития института большое внимание уделялось комплексной проблеме подготовки МСБ газовой промышленности.

Решение этой проблемы потребовало развития и создания новых методических приемов долгосрочного прогноза, в том числе прогноза качественной структуры сырьевой базы в динамике. Были исследованы структура ресурсов по крупности скоплений, по соотношениям в перспективе запасов высоконапорного и низконапорного газов и др. Так, на основе выявленных тенденций

в эволюции качества сырьевой базы газа России разработаны вероятностные варианты прогноза развития газовой отрасли и программы подготовки МСБ до 2030 г., до 2050 г. и на более далекую перспективу, обосновывается смена одних регионов газодобычи рядом других (Н.А. Крылов, В.П. Ступаков, В.В. Аленин, Г.Ф. Пантелеев, А.Н. Давыдов, Ю.И. Заболотная).

Основы рационального комплексирования геофизических методов при проведении региональных исследований, поисках и разведке месторождений УВ были разработаны во ВНИИГАЗе в 1960–1970-х гг. Под руководством В.А. Соколова и М.О. Хвилевичского составлялись и реализовывались комплексные программы проведения региональных геолого-геофизических исследований, послужившие базой для выявления крупных скоплений газа и нефти Прикаспийской впадины, Западной и Восточной Сибири. Были выполнены важнейшие для отрасли исследования по изучению и прогнозу газовых месторождений, совершенствованию методики их поиска и уточнению оценок ресурсов газа и нефти нефтегазоносных бассейнов СССР. Однако основным объектом исследований Владимира Леонидовича Соколова являлась Прикаспийская впадина, для которой впервые им была предложена рифтогенная модель строения, до сих пор являющаяся базовой для изучения этого региона.

В 1995 г. после продолжительного перерыва во ВНИИГАЗе было вновь создано научное направление, связанное с использованием результатов промыслово-геофизических исследований при решении задач поиска, разведки и подсчета запасов УВ, эксплуатации газовых месторождений, определения перспектив нефтегазоносности регионов приоритетных интересов ОАО «Газпром» и в первую очередь в Западной Сибири (В.Г. Фоменко, Г.Ф. Пантелеев, Е.Е. Поляков, Е.В. Лигус и др.).

Одним из новых для геологов ВНИИГАЗа видов деятельности стало геологическое обоснование выбора объектов для создания подземных хранилищ газа (ПХГ). С этой целью в 1981 г. была основана лаборатория геологии ПХГ, которую возглавил геолог Я.А. Берето. При участии этого коллектива для создания ПХГ рекомендовались локальные структуры вдоль трасс магистральных газопроводов в разных регионах СССР, России и стран СНГ.

Необходимо отметить участие геологов Центра «Газовые ресурсы» (позднее – Центра ресурсов и запасов углеводородов) института в работах по подсчету запасов углеводородов, проводимых во ВНИИГАЗе в разное время. В 2002–2016 гг. такие работы были выполнены комплексными коллективами геологов и разработчиков на Заполярном, Харвутинском, Северо-Уренгойском, Оренбургском, Чайядинском, Астраханском месторождениях, которые успешно прошли апробацию в государственных органах контроля за развитием МСБ в России.

Так, в результате оперативного подсчета запасов газа сеноманской залежи Харвутинского участка Ямбургского месторождения (по состоянию на 01.06.2002), выполненного авторским коллективом в составе В.Г. Фоменко, Л.Г. Кузьмука, А.В. Чичмаревой, Н.В. Комар, И.Е. Шандрюгиной, С.Н. Моховой, И.А. Зинченко, Ю.Ф. Моисеева, Г.М. Гереш, М.М. Кашпарова, О.А. Кузнецовой, запасы газа были приращены на 37 % по отношению к запасам, числившимся на государственном балансе.

В 2014 г. выполнена не менее важная для газовой отрасли страны работа по пересчету запасов левобережной части Астраханского ГКМ (свободный газ, конденсат, сера и сопутствующие компоненты). Авторский коллектив состоял из ведущих специалистов и молодых геологов и геофизиков Центра ресурсов и запасов углеводородов (Е.Е. Поляков, Д.Н. Крылов,

А.В. Ахияров, В.В. Стрекозин, Б.С. Коротков, Е.А. Фёдорова, К.М. Семёнова, Н.А. Никульникова, Е.А. Лукьянова, Г.Г. Грязнова). При подготовке отдельных разделов принимали участие также сотрудники Центра разработки месторождений Р.А. Жирнов, Р.И. Гатин, В.Н. Чельцов, М.Г. Мирошниченко, Ж.В. Калачихина.

В итоге пересчета прирост промышленных запасов свободного газа продуктивной толщи башкирского яруса карбона левобережной части Астраханского ГКМ превысил 600 млрд м³, что по величине соизмеримо с ежегодным уровнем прироста запасов углеводородов ПАО «Газпром».

Еще одним новаторским направлением работ ВНИИГАЗа является использование материалов космических съемок для решения задач газовой промышленности.

Идея использования аэрофотоснимков для изучения тектоники Земли принадлежит академику А.Е. Ферсману (20-е гг. XX столетия). Во ВНИИГАЗе это направление исследований впервые организовано в 1978 г. Г.И. Амурским при поддержке сотрудников Н.Н. Соловьёва, М.С. Бондаревой, Г.А. Абраменка, А.Н. Тимонина, В.А. Кузьмина и др. Методика дешифрирования материалов космических съемок отработывалась на нефтегазоносных объектах Тимано-Печорской и Амударьинской провинций. Со временем совершенствование методики дешифрирования расширило круг прикладных задач, решаемых с помощью аэрокосмической информации.

Позднее, в 2001 г., в Центре «Газовые ресурсы» ВНИИГАЗа Ю.Б. Баранов возглавил лабораторию космической информации для целей газовой промышленности, в которой создана методика проведения космического мониторинга состояния территорий и горных отводов для обеспечения промышленной безопасности при добыче и хранении нефти и газа и уточнения строения нефтегазоносных регионов. В дальнейшем эти исследования продолжены в Центре геоинформационных и космических технологий под руководством Е.В. Денисевич.

Новым результатом, полученным на основе комплексного использования спутниковой, геолого-геофизической и промысловой информации, стало создание технологии прогноза высокопродуктивных участков и зон трещинного разуплотнения плотных коллекторов в юрских и неокомских залежах севера Западной Сибири (Н.Н. Соловьёв, В.А. Кузьминов, Л.С. Салина). Эта технология была опробована на Уренгойском, Новопортовском, Медвежьем, Ямбургском, Заполярном месторождениях.

Заветная мечта каждого геолога – открыть «свое» месторождение или быть в составе коллектива первооткрывателей. В рудной геологии такое случалось не раз – в 50–80 гг. прошлого века, когда геологи обнаруживали на поверхности оруденения различных металлов или алмазов.

В НГГ ситуация другая. Здесь открытию месторождений УВ предшествует длительный коллективный труд геологов, геофизиков, буровиков. ВНИИГАЗ может с полным правом гордиться своими сотрудниками, принимавшими участие в прогнозировании и открытии целого ряда газовых месторождений Прикаспийской впадины, Западной и Восточной Сибири, Центральной Азии.

Так, В.А. Соколов и Н.Ф. Медведев обосновали проведение геолого-геофизических работ и объемов параметрического бурения в Прикаспийской впадине, в ходе которого было открыто Карачаганакское НГКМ. Они по праву являются первооткрывателями этого уникального месторождения, а ряд составленных ими до 1969 г. разработок послужили базой для открытия Астраханского, Тенгизского, Кашаганского и других месторождений. Следует отметить активное участие Н.Ф. Медведева в работах по изучению

геологического строения и нефтегазоносности не только северной части Прикаспийской впадины, Предуральяского прогиба, но и прилегающих районов европейской части России. В.И. Ермаков и Г.И. Амурский – первооткрыватели Шатлыкского газового месторождения в Туркменистане.

При участии сотрудников Центра В.Г. Фоменко и Л.Е. Николаевой было рекомендовано опробование пласта-коллектора в отложениях башкирского яруса в скв. 1-Правобережная, в результате которого открыта газоконденсатная залежь нового Западно-Астраханского месторождения.

Часто научная интуиция геологов ВНИИГАЗа способствовала появлению нестандартных гипотез для объяснения геологических феноменов, которые позднее находили свое подтверждение. В частности, Г.И. Амурский и Н.Н. Соловьёв на рубеже 1970–1980-х гг. разработали тектонофлюидодинамическую модель формирования Даулетабад-Донмезского месторождения – второго газового гиганта Туркменистана, которая, как показало время, оказалась наиболее близкой к природным реалиям. Гидрогеологи Р.Г. Семашев и В.С. Гончаров вместе с А.А. Плотниковым, изучив гидрогеологические особенности гигантской Даулетабад-Донмезской зоны газонакопления на юге Туркменистана, предложили механизм ее формирования в неструктурных условиях благодаря наличию гидродинамической ловушки газа.

Среди других направлений геологических исследований значительный интерес представляют статистико-ресурсные исследования и мониторинг МСБ газа (В.И. Старосельский и др., В.В. Гудымова, В.И. Ермаков, В.А. Скоробогатов и др.).

Практически важным видом деятельности всего коллектива геологов всегда являлись работы по геологическому обоснованию проектов разработки газовых и газоконденсатных месторождений. Во ВНИИГАЗе и его бывших филиалах выполнено геологическое моделирование объектов разработки практически всех крупнейших (в том числе морских) месторождений СССР и России.

В связи с постепенным истощением ресурсов и запасов традиционного газа в «старых» добывающих странах и регионах, в частности Европы и Северной Америки, в 1980-х гг. начались исследования нетрадиционных ресурсов УВ: в плотных низкопроницаемых резервуарах, угольного газа, сланцевых УВ, газогидратов. В мае 1987 г. делегация Советского Союза (В.И. Ермаков, В.А. Скоробогатов) выступила с докладом о нетрадиционных ресурсах газа осадочных бассейнов Северной Евразии на Первой Международной конференции в Варшаве.

Изучение нетрадиционных источников природного газа и нефти во ВНИИГАЗе имеет давнюю историю. Пионером газогидратных исследований был Б.П. Жижченко. Он развивал диагенетическую гипотезу происхождения природного газа и организовал работы по изучению донных осадков в Чёрном, Каспийском морях, озере Байкал. Для отбора проб с морского дна в лаборатории было разработано и создано специальное оборудование.

В 1972 г. Б.П. Жижченко и А.Г. Ефремова во время научно-исследовательского рейса на Чёрном море впервые в мире осуществили подъем природного газогидратонасыщенного грунта со дна моря с помощью донного пробоотборника (в дальнейшем образцы гидратосодержащих пород поднимались А.Г. Ефремовой в Каспийском море, а в 1978 г. – со дна оз. Байкал). На палубе судна они наблюдали разложение твердой кристаллической массы газогидратов в кавернах донного грунта и выделение метана. Этим фактом была подтверждена ранее только теоретически обоснованная зона газогидратообразования в природных условиях. Информация об этом

факте, которая нашла отражение в научных публикациях, вызвала широкий интерес в международных научных кругах и стимулировала изучение газогидратов как нетрадиционного источника газа. Спустя 30 лет, во время комплексных научно-технологических экспедиций 2008–2009 гг. по изучению процессов формирования и диссоциации природных гидратов метана, очевидцами наличия газа в гидратном состоянии в придонных отложениях оз. Байкал стали молодые геологи ВНИИГАЗа – продолжатели «гидратной» тематики Е.В. Перлова и С.А. Леонов, совершившие погружение на глубину 1330 м в глубоководных пилотируемых аппаратах «МИР-1» и «МИР-2».

В 1980-х г. работу по изучению газогидратов во ВНИИГАЗе организовал профессор Ю.Ф. Макогон – соавтор зарегистрированного в 1969 г. группой советских ученых, включающей академиков А.А. Трофимука и Н.В. Черского, открытия природных газогидратов. В 1983 г. он возглавил в институте первую лабораторию нетрадиционных источников газа, работавшую до 1988 г. Позднее исследования природных газогидратов как нетрадиционного источника газа официально были прерваны во ВНИИГАЗе на 10 лет. Но группа энтузиастов (В.С. Якушев, В.А. Истомин, В.Г. Квон и др.) продолжала вести экспериментальные, теоретические и, по возможности, полевые исследования природных газогидратов в рамках других проектов в сотрудничестве с кафедрой геокриологии МГУ им. М.В. Ломоносова (Е.М. Чувилин).

В 2001 г. во ВНИИГАЗе была воссоздана лаборатория нетрадиционных источников газа (В.А. Истомин), в дальнейшем переименованная в лабораторию геокриологии и гидратов. В настоящее время данное направление в разных аспектах продолжают Е.В. Перлова, В.Г. Квон, С.А. Леонов, Е.С. Микляева, Е.В. Ткачева, Ю.А. Герасимов, А.А. Тройникова, Ю.А. Ухова.

В общем, нет такого направления в НГГ, связанного с проблемами подготовки и освоения сырьевой базы России и ПАО «Газпром», которое бы не рассматривалось учеными ВНИИГАЗа.

Самым плодотворным периодом в работе геологического направления ВНИИГАЗа и его филиалов следует признать тридцатилетие 1961–1990 гг., когда была создана и в дальнейшем успешно развивалась сырьевая база по газу и нефти СССР и России. Острой необходимостью в научном обосновании, обеспечении и сопровождении развития МСБ и были обусловлены исследования, проводившиеся геологами научно-исследовательских институтов ВНИИГАЗ, ВНИГНИ, ИГиРГИ, ВНИГРИ и ряда региональных институтов, позволившие России занять передовые позиции в мире практически по всем направлениям НГГ. Многие геологи зарубежных стран учились у российских коллег, перенимали передовые, новаторские идеи и опыт по прогнозированию и поискам месторождений УВ в сложных горно-геологических условиях, в том числе на больших глубинах, в Арктике, на шельфе эпиконтинентальных морей (Вьетнам, Индия, Китай, страны Центральной Азии).

Дальнейшая разработка, углубление и осмысление огромного массива полученных результатов НИР, новых идей и концепций послужили необходимой и достаточной основой для подготовки и защиты кандидатских (А.Е. Рыжовым, Т.В. Гудымовой, С.В. Мироновой, В.Н. Даниловым, Л.С. Салиной, Ю.Б. Силантьевым, В.А. Кузьминовым, Ю.И. Заболотной, С.А. Леоновым, М.С. Кучерей, Е.О. Семёновым, Д.А. Соинным, А.Я. Гризиков, В.А. Шеинным) и докторских (В.И. Старосельским, В.М. Мурадян, Ю.С. Шиловым, А.А. Плотниковым, Е.В. Захаровым, В.А. Скоробогатовым, Н.Н. Соловьёвым, В.А. Якушевым) диссертаций.

В 1977 г. во ВНИИГАЗе был организован Комитет по работе с творческой молодежью, возглавить который было поручено первому заместителю дирек-

тора института З.Т. Галиуллину. Преемником комитета в настоящее время является Совет молодых ученых и специалистов ВНИИГАЗа (СМУиС) – активный участник и организатор молодежных научных конференций, семинаров и конкурсов на лучшую научно-исследовательскую работу молодых ученых и т.д.

В трудные времена периода 1991–2000 гг. наша наука – газовая геология – смогла выстоять практически без потерь благодаря созданию на базе Мингазпрома СССР новой газодобывающей компании – «Газпром» (ныне – ПАО «Газпром»). Однако в это время произошла естественная смена поколений ученых-геологов.

После переходных 2000–2001 гг. и в новейший период 2002–2017 гг. геологи института продолжают исследования по ряду направлений НГГ, прежде всего нацеленных на обоснование и обеспечение развития МСБ газовой отрасли промышленности России.

Во все годы существования ВНИИГАЗ как головной научный центр газовой отрасли СССР и России формировал единую научно-техническую политику в области обоснования перспектив развития сырьевой базы, поисков, разведки и освоения месторождений УВ и геофизических методов их изучения.

В последние годы основными направлениями работ геологического подразделения института являются:

- разработка прогнозов и программ развития сырьевой базы ПАО «Газпром» на основе анализа результатов ГРР;
- обоснование лицензионной политики и наиболее эффективных направлений поисков, оценки и разведки месторождений газа и жидких УВ в районах деятельности ПАО «Газпром»;
- геолого-экономический мониторинг запасов и ресурсов УВ на лицензионных участках и в зонах интересов ПАО «Газпром»;
- оценка перспектив газонефтеносности и пересчет НПП газа и нефти регионов и областей Северной Евразии;
- анализ современного состояния и тенденций развития сырьевой базы стран и регионов мира, мирового и региональных рынков энергоносителей;
- рекомендации по формированию внешнеэкономической политики ПАО «Газпром» для проведения обоснованной лицензионной и инвестиционной политики в странах ближнего и дальнего зарубежья (Западной Европы, Центральной и Юго-Восточной Азии, Африки, Южной Америки);
- оценка ресурсов нетрадиционных источников газа (газовые гидраты, угольные газы, УВ плотных коллекторов и др.);
- методы разведки и разработки природных газогидратных залежей;
- использование материалов космических съемок для целей газовой промышленности;
- геофизическое и гидрогеологическое сопровождение поисков, разведки и освоения газосодержащих месторождений;
- подсчет (впервые), пересчет и уточнение начальных и текущих запасов свободного газа, конденсата и нефти базовых месторождений ПАО «Газпром». В последние годы такие расчеты проведены по Астраханскому, Оренбургскому, Чайнинскому и другим месторождениям, в том числе на шельфе Обской губы Карского моря (Каменномысское-море, Северо-Каменномысское и другие месторождения).

После 2005 г. заметно расширилась тематика НИР, связанная с формированием зарубежной деятельности ПАО «Газпром» в странах ближнего и

дальнего зарубежья (Западной Европы, Северной Африки и Азии: Венесуэла, Марокко, Боливия, Алжир, Индия, Вьетнам, Узбекистан, Таджикистан и др.).

Продолжают развиваться фундаментальные и прикладные исследования, осмысливается новый фактический материал, полученный с применением современных технических средств (сейсморазведка, аэрокосмическая фото-съемка, 3D-моделирование и т.д.).

Таким образом, по общему признанию, геологическая школа ВНИИГАЗа оказала большое влияние на развитие отечественной нефтегазовой геологии. Специалисты института внесли весомый вклад в развитие теоретической и экспериментальной геологии горючих ископаемых, решение задач прогнозирования, поисков, разведки, освоения газосодержащих месторождений, их разработки и добычи газа. Некоторые сотрудники, прошедшие профессиональное становление в стенах ВНИИГАЗа, стали заслуженными, широко известными в мире геологами. Так, Г.А. Габриэлянц со временем возглавил Министерство геологии СССР, М.Я. Зыкин стал главным геологом ГКЗ Роснедра, В.Е. Орел долгое время являлся заместителем директора ИГиРГИ, Г.Ф. Пантелеев – один из создателей геофизической службы Газпрома – в конце 1980-х гг. занимал должность заместителя генерального директора ПО «Союзбургаз», затем Ассоциации «Газпромгеофизика» РАО «Газпром». Не одно поколение сотрудников геологического направления института на протяжении многих десятилетий являются авторитетными экспертами ГКЗ Роснедра.

Сегодня ООО «Газпром ВНИИГАЗ» – многопрофильный научно-исследовательский институт, направления деятельности которого охватывают весь процесс освоения газовых ресурсов: от поисков, разведки и добычи до транспортировки газа по России и за рубеж. Институт определен головным научным центром, в том числе по развитию МСБ и разработке месторождений УВ, изучению и освоению нетрадиционных ресурсов газа.

Геологи ООО «Газпром ВНИИГАЗ» встречают 70-летний юбилей института с оптимизмом и надеждами на будущую плодотворную работу во имя процветания и дальнейшего развития самой большой в мире энергетической компании – ПАО «Газпром», во благо России и ее народа. Все, что было создано геологами, геофизиками, геохимиками, гидрогеологами ВНИИГАЗа за много десятилетий, получило отражение в многочисленных публикациях: сотнях статей, десятках монографий, справочников, энциклопедий и др. Ниже приведена только часть огромного научного наследия института в области геологии газа и нефти.

Важнейшие опубликованные научные труды ученых ВНИИГАЗа в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии (монографии, справочники, карты, статьи)

Амурский Г.И. Первые результаты дешифрирования космических снимков для газовой промышленности (на примере юго-западной Туркмении): науч.-техн. обз. / Г.И. Амурский, М.С. Бондарева, И.П. Жабрев, Л.В. Пименова. – М.: ВНИИЭГазпром, 1978. – Вып. 5. – 52 с. – (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).

Амурский Г.И. Закономерности формирования и размещения залежей сероводородсодержащих газов / Г.И. Амурский, Э.С. Гончаров, И.П. Жабрев, Н.Н. Соловьёв // Советская геология. – 1978. – № 7. – С. 3–16.

Багринцева К.И. Карбонатные породы-коллекторы нефти и газа / К.И. Багринцева. – М.: Недра, 1977. – 231 с.

Берето Я.А. Влияние пород-покрышек на размещение газовых и газоконденсатных месторождений Бухарской ступени / Я.А. Берето // Нефтегазовая геология и геофизика. – 1972. – № 9.

Васильев В.Г. Перспективы поисков газовых месторождений в угленосных толщах Советского Союза: науч.-техн. обз. / В.Г. Васильев, В.И. Ермаков, Н.Д. Елин. – М.: ВНИИЭГазпром, 1971. – 59 с. – (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).

Великовский А.С. Прогнозирование нефтяной оторочки в газоконденсатном пласте по составу пластового газа / А.С. Великовский, В.П. Савченко, Я.Д. Саввина и др. // Газовая промышленность. – 1965. – № 9. – С. 1–6.

Газовые месторождения СССР: справочник. – М.: Недра, 1965.

Газовые и газоконденсатные месторождения: справочник / под ред. В.Г. Васильева, И.П. Жабрева. – М.: Недра, 1975. – 528 с.

Газовые и газоконденсатные месторождения: справочник / под ред. В.Г. Васильева, В.И. Ермакова, И.П. Жабрева и др. – М.: Недра, 1983. – 375 с.

Гончаров В.С. Условия распространения и поисковые признаки месторождений сероводородсодержащих природных газов / В.С. Гончаров, Э.С. Гончаров, В.Г. Хельквист // Геология нефти и газа. – 1973. – № 9. – С. 32–38.

Гончаров Э.С. Геохимические предпосылки поисков газовых залежей на больших глубинах / Э.С. Гончаров, И.Б. Кулибакина // Труды ВНИИГАЗа: Поиски и разведка газовых месторождений. – М.: Недра, 1975. – Вып. 47/55. – С. 155–160.

Горбачев В.Ф. Новая глобальная тектоника и нефтегазоносность осадочных бассейнов / В.Ф. Горбачев. – М.: Недра, 1983. – 266 с.

Гулев В.А. Нетрадиционные ресурсы газа и нефти / В.А. Гулев, Н.А. Гафаров, В.И. Высоцкий, А.А. Журило, В.А. Истомин, С.М. Карнаухов, В.А. Скоробогатов. – М.: Недра, 2014. – 284 с.

Данилов В.Н. Сравнительный анализ онтогенеза углеводородов в Печорском и других осадочных бассейнах мира / В.Н. Данилов, Н.А. Малышев, В.А. Скоробогатов и др. – М.: Изд-во Академии горных наук, 1999. – 400 с.

Ермаков В.И. Особенности образования и накопления природного газа в угленосных формациях: науч.-техн. обз. / В.И. Ермаков. – М.: ВИЭМС, 1972. – 42 с. – (Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа).

Ермаков В.И. Перспективы газоносности глубоких горизонтов в основных нефтегазоносных районах СССР / В.И. Ермаков, Ю.П. Мирончев, А.И. Алиев. – М.: ВНИИЭГазпром, 1976. – 55 с. – (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).

Ермаков В.И. Геолого-геохимические и тектонические факторы прогноза газоносности севера Западной Сибири: науч.-техн. обз. / В.И. Ермаков, В.А. Скоробогатов, Н.Н. Соловьёв. – ЗАО «Геоинформмарк», 1977. – 134 с.

Ермаков В.И. Анализ структуры сырьевой базы газовой промышленности основных газодобывающих регионов страны: науч.-техн. обз. / В.И. Ермаков, О.М. Григорьева, Т.В. Гудымова, В.А. Скоробогатов, М.О. Хвилевецкий, Т.И. Хенвин. – М.: ВНИИЭГазпром, 1988. – № 12. – 43 с. – (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).

Ермаков В.И. Геология и геохимия природных горючих газов: справочник / В.И. Ермаков, Л.М. Зорькин, В.А. Скоробогатов, В.И. Старосельский; под ред. И.В. Высоцкого. – М.: Недра, 1990. – 315 с.

Ефремова А.Г. Обнаружение кристаллогидратов газов в осадках современных акваторий / А.Г. Ефремова, Б.П. Жижченко // Докл. АН СССР. – 1974. – Т. 214. – № 5. – С. 1179–1181.

Жижченко Б.П. Методы палеогеографических построений¹ / Б.П. Жижченко. – 1968.

Жижченко Б.П. Основные этапы генерации углеводородных газов: науч.-техн. обз. / Б.П. Жижченко. – М.: ВНИИЭГазпром, 1977. – 45 с. – (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).

Зорькин А.М. Геохимия природных газов и нефтегазоносных бассейнов / А.М. Зорькин, И.С. Старобинец, Е.В. Стадник. – М.: Недра, 1984. – 248 с.

Зыкин М.Я. Методика ускоренной разведки газовых месторождений / М.Я. Зыкин, В.А. Козлов, А.А. Плотников. – М.: Недра, 1984. – 183 с.

Зыкин М.Я. Вопросы совершенствования методики разведки залежей в сложнопостроенных ловушках с карбонатными коллекторами (на примере месторождений Амударьинской синеклизы Уртабулак и Култак) / М.Я. Зыкин, А.Г. Кузьмук, Г.А. Невская // Поиски и разведка газовых месторождений на поздних стадиях освоения газодобывающих районов. – М.: ВНИИГАЗ, 1984. – С. 152–162.

Иванчук П.П. Природные скважины и поиск сопутствующих залежей полезных ископаемых инъекционного гидродинамического генезиса // Доклады Академии наук СССР. – Т. 256. – № 1. – 1981. – С. 143–145.

Иванчук П.П. Роль гидровулканизма в формировании газоконденсатных и газонефтяных месторождений / П.П. Иванчук // Труды ВНИИГАЗа. – М.: ВНИИГАЗ, 1974. – Вып. 46/54. – 172 с.

Ильченко В.П. Нефтегазовая гидрогеология подсолевых отложений Прикаспийской впадины / В.П. Ильченко; под ред. Е.В. Стадника. – М.: Недра 1998. – 288 с.

Истомин В.А. Газовые гидраты в природных условиях / В.А. Истомин, В.С. Якушев. – М.: Недра, 1992. – 236 с.

Карта газоносности СССР. М 1:2500000. / Г.И. Амурский, Я.А. Берето, З.В. Кабанова, В.Т. Работнов, В.А. Скоробогатов и др.; под ред. В.И. Ермакова, И.П. Жабрева. – М.: ГУГК, 1983.

Карта перспектив поисков сероводородсодержащих газов в нефтегазоносных регионах территории СССР. М 1:2500000 / под ред. Г.И. Амурского, В.И. Ермакова, И.П. Жабрева. – М.: ГУГК, 1979.

Карта распределения этана / В.И. Ермаков, В.П. Ступаков, Е.И. Гайло и др. // Геология природного газа (полезные компоненты природных газов – условия формирования и ресурсы). – М.: ВНИИГАЗ, 1979. – С. 102–110.

Козлов А.А. О закономерностях формирования и размещения нефтяных и газовых залежей / А.А. Козлов. – М.: Гостехиздат, 1959. – 164 с.

Козлов А.А. Размещение газоконденсатных залежей в нефтегазоносных бассейнах и критерии определения перспектив нефтегазоносности / А.А. Козлов // Советская геология. – 1975. – № 5. – С. 19–28.

Козлов В.П. Масштабы газообразования в осадочных толщах (на примере Донецкого бассейна) / В.П. Козлов, Л.В. Токарев // Советская геология. – 1961. – № 7. – С. 19–33.

¹ В 1968 г. работа была удостоена Премии им. А.П. Карпинского.

Коротков Б.С. Создание и внедрение новых научно-технических и технологических решений, обеспечивающих развитие минерально-сырьевой базы ОАО «Газпром» в южных регионах России¹ / А.Н. Дмитриевский, В.А. Мнацаканов, Ю.А. Волож, Б.С. Коротков, А.Г. Потапов, Н.И. Кабанов, Н.И. Гноевых А.Ф. Ильин, А.К. Токман, А.Я. Бродский. – 2010.

Коротков Б.С. Перспективы поисков промышленно значимых залежей углеводородов на больших глубинах в России: обз. инф. / Б.С. Коротков, С.Б. Коротков, В.Ф. Подурушин. – М.: Газпром экспо, 2009. – 114 с.

Корценштейн В.Н. Методика гидрогеологических исследований нефтегазоносных районов / В.Н. Корценштейн. – М.: Недра, 1976. – 309 с.

Корценштейн В.Н. Водонапорные системы крупнейших газовых и газоконденсатных месторождений / В.Н. Корценштейн. – М.: Недра, 1977. – 247 с.

Корценштейн В.Н. Растворенные газы подземной гидросферы Земли. – М.: Недра, 1984. – 230 с.

Крылов Н.А. Введение в нефтегазовую ресурсологию / Н.А. Крылов. – М.: ВНИИГАЗ, 2009. – 100 с.

Кулибакина И.Б. Перспективы нефтегазоносности бассейнов соленакопления: науч.-техн. обз. / И.Б. Кулибакина. – М.: ВНИИЭГазпром, 1986. – Вып. 1. – 49 с. – (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).

Лондон Э.А. О формировании регионального фона газонасыщения пластовых вод / Э.А. Лондон // Геология нефти и газа. – № 8. – 1975. – С. 24–30.

Макогон Ю.Ф. О возможности образования гидратов в месторождениях природного газа на территории СССР: науч.-техн. обз. / Ю.Ф. Макогон, Д.И. Медовский. – М.: ВНИИЭГазпром, 1969. – № 1. – С. 52–59. – (Геология).

Методические указания по количественной оценке прогнозных ресурсов нефти, газа и конденсата / под ред. С.П. Максимова, В.И. Ермакова, Н.А. Крылова, В.Е. Орла, В.П. Ступакова, М.О. Хвилевичко и др.; утв. Мингео СССР, Министерством нефтяной промышленности, Министерством газовой промышленности 22.04.1983. – М.: ВНИГНИ, 1983. – 215 с.

Методическое руководство по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата России / утв. Научным советом по совершенствованию количественной и экономической оценки ресурсов нефти, газа и конденсата 16.06.2000. – М.: ВНИГНИ, 2000. – 189 с.

Мухин Ю.В. Процессы уплотнения глинистых осадков (применительно к вопросам геологии нефти и газа, гидрогеологии и инженерной геологии) / Ю.В. Мухин. – М.: Недра, 1965. – 199 с.

Немченко Н.Н. Геологические условия формирования и размещения крупных месторождений газа в альб-сеноманском комплексе Западной Сибири: автореф. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук / Н.Н. Немченко. – М.: ВНИИГАЗ, 1974. – 20 с.

Плотников А.А. Условия формирования гидродинамических ловушек газа / А.А. Плотников. – М.: Недра, 1976. – 156 с.

Плотников А.А. Ускоренная разведка газоконденсатных и газонефтяных залежей нижнего мела на многозалежных месторождениях севера Западной Сибири: обз. инф. / А.А. Плотников, В.И. Ермаков, М.Я. Зыкин. –

¹ В 2010 г. работа была удостоена Премии ОАО «Газпром» в области науки и техники за 2010 г.

М.: ВНИИЭГазпром, 1983. – Вып. 3. – 45 с. – (Важнейшие научно-технические проблемы газовой промышленности).

Поливанова А.И. Распределение и происхождение основных запасов метана и сероводорода в зависимости от распространения соленосных отложений / А.И. Поливанова // Нефтегазоносность регионов древнего соленакопления. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 121–130.

Савченко В.П. Вопросы формирования нефтяных и газовых залежей // Нефтяное хозяйство. – 1952. – № 5. – С. 37–44.

Савченко В.П. Условия формирования залежей газа и нефти при их струйной миграции в водонасыщенных породах / В.П. Савченко // Сб. тр. ВНИИнефти. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – Вып. XIV.

Савченко В.П. Методика направленных поисков газовых месторождений / В.П. Савченко // Труды ВНИИГАЗа. – Вып. 42/50. – М.: Недра, 1968. – С. 5–55.

Савченко В.П. Формирование, разведка и разработка месторождений газа и нефти / В.П. Савченко. – М.: Недра, 1977. – 410 с.

Семашев Р.Г. Роль гидродинамического фактора в формировании Даулетабад-Донмезской зоны газонакопления / Р.Г. Семашев, В.С. Гончаров, Б.Х. Ганиев // Газовая промышленность. – 1980. – № 12. – С. 16–18.

Симоненко В.Ф. О возможности участия аномальной воды глин в процессах миграции углеводородов / В.Ф. Симоненко // Геология нефти и газа. – 1974. – С. 37–42.

Скоробогатов В.А. Термобарогеохимическая эволюция скоплений углеводородов / В.А. Скоробогатов // Геология нефти и газа. – 1991. – № 8. – С. 23–29.

Скоробогатов В.А. Гигантские газосодержащие месторождения мира: закономерности размещения, условия формирования, запасы, перспективы новых открытий / В.А. Скоробогатов, Ю.Б. Силантьев. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – 240 с.

Скоробогатов В.А. Гыдан: геологическое строение, ресурсы углеводородов, будущее... / В.А. Скоробогатов, Л.В. Строганов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2006. – 261 с.

Скоробогатов В.А. Геологическое строение и газонефтеносность Ямала / В.А. Скоробогатов, Л.В. Строганов, В.Д. Копеев. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2003. – 352 с.

Соколов В.Л. Проблема газоносности Прикаспийской впадины: науч.-техн. обз. / В.Л. Соколов. – М.: ВНИИЭГазпром, 1970. – (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).

Соколов В.Л. Экспериментальная оценка эволюции газообразования при углефикации / В.Л. Соколов, В.Ф. Симоненко, Н.Д. Гуляева // Условия образования нефти и газа в осадочных бассейнах. – М.: Наука, 1977. – С. 80–90.

Соловьёв Н.Н. Прогноз зон тектогенного разуплотнения низкопроницаемых нефтегазоносных пород с использованием материалов космических съемок (на примере ачимовской толщи Западной Сибири) / Н.Н. Соловьёв, В.А. Кузьминов, Л.С. Салина, Л.В. Пименова. – М.: ВНИИГАЗ, 2002. – 62 с.

Старосельский В.И. Закономерности размещения полезных компонентов природного газа в газоносных бассейнах: науч.-техн. обз. / В.И. Старосельский. – М.: ВНИИЭГазпром, 1983. – Вып. 7. – 38 с. – (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).

Старосельский В.И. Методическое руководство по подсчету балансовых и извлекаемых запасов конденсата, этана, пропана, бутанов, углеводородных компонентов и определению их потенциального содержания в пластовом газе / В.И. Старосельский, В.В. Юшкин. – М.: ВНИИГАЗ, 1984. – 38 с.

Ступаков В.П. Структура ресурсов и перспективы добычи метана в угольных месторождениях СНГ / В.П. Ступаков, А.Г. Ефремова, Б.М. Зимаков // Оценка прогнозных ресурсов углеводородных газов в угольных бассейнах СНГ. – М.: ВНИИГАЗ, 1994. – С. 3–10.

Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа нефтегазоносных провинций СССР / А.А. Ханин. – М.: Недра, 1973. – 304 с.

Ханин А.А. Терригенные породы-коллекторы нефти и газа на больших глубинах / А.А. Ханин. – М.: Недра, 1979. – 140 с.

Хвилевичкий М.О. Количественный прогноз газонефтеносности на разных этапах изучения регионов: науч.-техн. обз. / М.О. Хвилевичкий, Т.В. Гудымова, В.И. Ермаков, В.А. Скоробогатов, Т.И. Хенвин. – М.: ВНИИЭГазпром, 1983. – Вып. 8. – 42 с. – (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).

Чайковская Э.В. Прогноз нефтегазоносности больших глубин в разновозрастных бассейнах по данным глубокого бурения в СССР и США / Э.В. Чайковская. – М.: ВИЭМС, 1973. – 61 с.

Чайковская Э.В. Катагенез органического вещества осадочных пород и свойства нефтей и газов / Э.В. Чайковская, И.Б. Кулибакина // Геохимия современных и ископаемых осадков. – М.: Наука, 1982. – С. 83–87.

Яковлев Ю.И. Аномально-высокие пластовые давления в пермо-триасовом комплексе Хапчагайского вала / Ю.И. Яковлев // Советская геология. – 1987. – № 5. – С. 16–20.

Якушев В.С. Природный газ и газовые гидраты в криолитозоне / В.С. Якушев. – М.: ВНИИГАЗ, 2009. – 192 с.

Якушев В.С. Ресурсы и перспективы освоения нетрадиционных источников газа в России / В.С. Якушев, Е.В. Перлова, В.А. Истомин, В.А. Кузьминов, Н.Н. Соловьёв, Л.С. Салина, Н.А. Махонина, С.А. Леонов. – М.: ИРЦ Газпром, 2007. – 151 с.

Список использованных источников

1. История ВНИИГАЗа – этапы развития. – М.: ВНИИГАЗ, 1998. – 218 с.
2. Джафаров К.И. Начало газового дела / К.И. Джафаров. – М.: ИРЦ Газпром, 1999. – 63 с.
3. Джафаров К.И. Зарождение и становление газового дела / К.И. Джафаров. – М.: ВНИИГАЗ, 2002. – 75 с.
4. Самсонов Р.О. История газового дела: Историко-технический очерк / Р.О. Самсонов, К.И. Джафаров. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 200 с.
5. Газовая геология началась с них // Газовые ресурсы России в XXI веке: сб. науч. тр. – М.: ВНИИГАЗ, 2003. – С. 6–16.
6. Скоробогатов В.А. Роль ООО «ВНИИГАЗ» в становлении и развитии отечественной нефтегазовой геологии / В.А. Скоробогатов, Н.Н. Соловьёв, В.С. Якушев, С.Б. Коротков, Н.А. Крылов, Л.С. Салина // Перспективы развития минерально-сырьевой базы газовой промышленности России: сб. науч. тр. – М.: ВНИИГАЗ, 2008. – С. 3–16.



**ПРОЕКТЫ РАЗРАБОТКИ КРУПНЕЙШИХ
ГАЗОВЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

А.Е. Рыжов, Р.А. Жирнов,
В.А. Дербенёв, К.А. Полозков

ОО «Газпром ВНИИГАЗ» на протяжении своей 70-летней истории обеспечивает проектирование и научно-техническое сопровождение разработки крупнейших газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений СССР и России, в числе которых Газлинское, Шебелинское, Медвежье, Карачаганакское, Вуктыльское, Ямбургское, Заполярное, Чаяндинское, Уренгойское, Оренбургское, Бованенковское, Астраханское и многие другие. При непосредственном участии института готовятся к разработке новые высокоперспективные месторождения, такие как Киринское, Штокмановское, Крузенштернское, Харасавэйское, месторождения Ямальского кластера и др., требующие внедрения новейших технико-технологических решений.

В 1950-х гг. Анатолием Львовичем Козловым и Евгением Марковичем Минским были сформулированы основные принципы рациональной разработки газовых месторождений, которые в дальнейшем совершенствовались и легли в основу подготовленного коллективом сотрудников ВНИИГАЗа под руководством А.Л. Козлова, Е.М. Минского и Ю.П. Коротаева Руководства по методике проектирования разработки газовых месторождений (1963 г.).

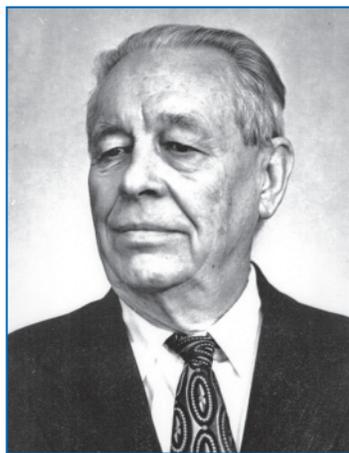
Под руководством А.Л. Козлова во ВНИИГАЗе были составлены проекты разработки месторождений Газли, Северо-Ставропольское, Шебелинское, Вуктыльское, Медвежье, Оренбургское, Уренгойское и др. А.Л. Козлов принимал непосредственное участие в освоении этих месторождений и авторском надзоре за реализацией предложений и рекомендаций ВНИИГАЗа. При освоении новых газовых месторождений на Северном Кавказе (Ставропольский и Краснодарский края), в Украине (Шебелинка), Туркмении (Шатлык), Узбекистане (Газли) и Коми (Вуктыл) были использованы разработки института, направленные на ускоренный ввод в эксплуатацию месторождений, с совмещением стадий их доразведки и промышленного освоения. Развитие этого направления газовой науки позволило существенно увеличить добычу газа.

Одним из первых месторождений, разработка которого осуществлялась по проекту института, являлось Газлинское газовое месторождение (Узбекистан), которое эксплуатируется с 1961 г. Роль Газлинского месторождения оценивалась столь высоко, что за его открытие и разведку в 1960 г. группе специалистов во главе с профессором А.А. Бакировым была присуждена Ленинская премия.

На месторождении продуктивными являются песчаники и алевролиты мела на глубине 680–1180 м. Начальные запасы газа составляли около 500 млрд м³. В результате отбора значительно снизились начальные пластовые давления и в наблюдаемых пределах изменились составы газов.

В проекте было дано обоснование конструкции эксплуатационных скважин, выбора пластовой депрессии, продолжительности периода постоянной добычи газа и других параметров разработки месторождения.

Специалистами ВНИИГАЗа было предложено ограничить площадь разбуривания присводовой зоной с учетом особенностей геологического строения месторождения. Существенное значение имели также решения по выбору эксплуатационных объектов на этом многопластовом месторождении, очередности их ввода в разработку и по взаимному расположению самостоятельных сеток эксплуатационных скважин для каждого из трех объектов.



Анатолий Львович Козлов

В тот же исторический период ВНИИГАЗ внес существенный вклад в разработку Шебелинского газоконденсатного месторождения, расположенного в Балаклейском районе к юго-востоку от Харькова в Харьковской области Украины. Месторождение введено в эксплуатацию в 1956 г. Благоприятное географическое положение вблизи потребителей газа, большие запасы (565 млрд м³), высокие дебиты скважин обусловили это месторождение одним из ведущих в газоснабжении СССР. В 1958–1969 гг. оно давало 20–24 % всей добычи газа страны.

По Шебелинскому месторождению впервые был составлен комплексный проект разработки, в котором на основе технико-экономических расчетов выбраны параметры скважин и всех промысловых сооружений, установлена оптимальная пластовая депрессия. Из-за малой проницаемости коллекторов высокие дебиты можно было получить при больших депрессиях. Увеличение депрессии позволяет получить запланированную добычу с меньшим числом скважин, но требует увеличения мощности дожимной компрессорной станции (ДКС). Проведенная в проекте экономическая оценка обосновала целесообразность разработки месторождения со значительной для того времени величиной депрессии 30 МПа.

В проекте проведена экономическая оценка различных способов промышленной подготовки газа. Результаты расчетов показали целесообразность промышленной обработки газа Шебелинского месторождения на установках низкотемпературной сепарации с турбодетандерами.

Еще одним интересным и важным этапом в истории института является разработка крупнейшего из газовых месторождений на севере европейской части РФ – Вуктыльского газоконденсатного месторождения (ГКМ). Его запасы утверждены ГКЗ 28 марта 1968 г. в объеме 500 млрд м³ газа и 185 млн т конденсата. Месторождение было введено в эксплуатацию в 1968 г., обеспечив газом потребителей Центральной России по магистральному газопроводу «Сияние Севера» до ввода в промышленную эксплуатацию месторождений-гигантов Тюменской области.

Вуктыльское месторождение имеет сложное геологическое строение: высокий этаж газоносности (около 1500 м), узкий линейный характер структуры – протяженность 81 км при ширине 5–6 км, карбонатный коллектор, неоднородный по своим коллекторским свойствам, с сильно развитой трещиноватостью, и высокое содержание конденсата в газе.

Для осуществления научного сопровождения разработки Вуктыльского ГКМ в 1968 г. было принято решение о создании на базе Ухтинского отдела Коми филиала ВНИИГАЗа (ныне – Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта).

Для определения стратегии освоения Вуктыльского ГКМ рассматривались варианты разработки с поддержанием пластового давления путем внутриконтурного и законтурного заводнения, обратной закачки в пласт газа сепарации (сайклинг-процесс) и добычей газа и конденсата на режиме истощения пластовой энергии. Расчетные варианты нашли свое отражение в Технико-экономическом обосновании (ТЭО) способа разработки Вуктыльского месторождения, основные положения которого были рассмотрены ЦКР в июле 1970 г., где и был принят вариант разработки Вуктыльского ГКМ на режиме истощения пластовой энергии.

По результатам опытно-промышленной эксплуатации и ТЭО в 1970 г. ВНИИГАЗом и его Коми филиалом был выполнен Комплексный проект разработки Вуктыльского ГКМ, на основании которого оно вступило в промышленную разработку на режиме истощения пластовой энергии при еще не завершённой до конца разведке месторождения.

С середины 1980-х гг. месторождение вступило в стадию падающей добычи углеводородного сырья, которая продолжалась около десяти лет.

Разработка месторождения на режиме истощения пластовой энергии привела к существенным потерям высококипящих углеводородов в виде ретроградно выпавшего в пласте конденсата (около 100 млн т).

В результате исследований и промысловых экспериментов специалистами ВНИИГАЗа, его филиала и Севергазпрома была найдена возможность частичного извлечения выпавшего в пласте ретроградного конденсата и создана технология его добычи в условиях глубоко истощенной газоконденсатной залежи. Она базируется на нагнетании в пласт «сухого» неравновесного газа. В основе процесса заложено инициирование прямого испарения выпавшего в пласте конденсата в газовую фазу. Однако в существующем сегодня ценовом и налоговом окружении доразработка Вуктыльского ГКМ с мероприятиями по повышению углеводородоотдачи пласта является нерентабельной.

Неоценимый вклад в развитие принципов и методов разработки Вуктыльского месторождения внесли специалисты Коми филиала ВНИИГАЗа: Г.Р. Рейтенбах, Н.А. Рулев, Н.Н. Трегуб, О.Ф. Худяков, Г.В. Рассохин, В.Р. Родыгин, В.И. Белов, А.Я. Молий; коллеги из ВНИИГАЗа: Ю.П. Коротаев, А.А. Козлов, С.Н. Бузинов, Г.А. Зотов, М.Т. Сахарцева, В.Д. Малеванский и др.



Слева направо: Николай Алексеевич Рулев, Гельмут Рейнгольдovich Рейтенбах, Юрий Павлович Коротаев, Нифа Николаевна Трегуб, Геннадий Васильевич Рассохин, Октавий Фёдорович Худяков

Большой вклад ВНИИГАЗа можно отметить в разработке месторождений Прикаспийской впадины, крупнейшим из которых является Карачаганакское нефтегазоконденсатное месторождение (КНГКМ), расположенное на западе Казахстана между Оренбургским нефтегазоконденсатным (ОНГКМ) и Астраханским газоконденсатным (АГКМ) месторождениями. Все три месторождения являются одними из крупнейших в мире по запасам углеводородов, характеризуются сложным геологическим строением и агрессивным газом. При их изучении, проектировании разработки и освоении у ВНИИГАЗа, который курировал эти месторождения, впервые возникли большие проблемы. С 1982 г. ВНИИГАЗ одновременно проводил проектные работы по КНГКМ и АГКМ, используя опыт разработки ОНГКМ (1967–1982 гг.). Работы проводились под руководством С.Н. Бузинова, О.К. Макарова (ОНГКМ) и И.А. Леонтьева (АГКМ и КНГКМ), основными ответственными исполнителями являлись М.А. Фиш, Ю.М. Фриман, В.Н. Чельцов.

Карачаганакское НГКМ. Работы по Карачаганаксу ВНИИГАЗ проводил в период с 1983 по 1994 гг. Было выполнено не менее 15 основных фондовых работ, начиная с Комплексного изучения газоконденсатных месторождений в подсолевых отложениях Северной и Восточной бортовых зон Прикаспийской впадины в пределах Казахской ССР (1983 г.). В 1984 г. были выполнены Проект опытно-промышленной эксплуатации... и Уточненный проект ОПЭ...

В 1989 г. – Технологическая схема разработки Карачаганакского месторождения с применением сайклинг-процесса на период 1991–2005 гг., в 1990 г. – Уточненный проект опытно-промышленной эксплуатации Карачаганакского газоконденсатного месторождения. В период 1991–1994 гг. ВНИИГАЗ регулярно выполнял работы по авторскому надзору за разработкой КНГКМ и ежеквартально выезжал в г. Аксай на согласование технологических режимов работы скважин.

После 1994 г. все работы по месторождению казахская сторона передала английской фирме и, видимо, впоследствии пожалела. Казахстанская сторона несколько раз обращалась за помощью во ВНИИГАЗ, например с просьбой о продлении срока действия нашего проекта на три года, затем с предложением о сотрудничестве, которое не было поддержано руководством Газпрома.

В процессе проектирования и анализа разработки КНГКМ ВНИИГАЗом был выполнен ряд методических и технологических разработок, некоторые из которых можно считать уникальными:

- разработка КНГКМ с применением сайклинг-процесса, спроектированная на имитационной газодинамической модели, принципиально отличающейся от используемых в настоящее время сеточных моделей, со значительно большими возможностями и не имеющей аналогов в мире;
- создание группы базовых скважин-регуляторов добычи жидких углеводородов;
- рекомендации по системе вскрытия и разработке трех эксплуатационных объектов с общей толщиной до 1,5 км (два газоконденсатных толщиной 1,3 км и нефтяной – 0,2 км);
- методика распределения объектов добычи пластового сырья по эксплуатационным объектам;
- методика расчета выхода стабильного конденсата по данным измерения давления в простаивающих скважинах – использовалась при составлении технологических режимов работы скважин;
- выявлены особенности фильтрации смеси газов в резконеоднородных, низкопроницаемых карбонатных коллекторах при проявлении пороговых градиентов давления;
- установлена цикличность динамики плотности смеси, поступающей из пласта в скважину.

В настоящее время разработку месторождения осуществляет международный консорциум, в котором участвуют компании British Gas – 32,5 %, ENI – 32,5 %, Chevron – 20 %, «ЛУКОЙЛ» – 15 %.

Технологический процесс и переработка добытого углеводородного сырья осуществляется на трех основных технологических установках – Карачаганакском перерабатывающем комплексе (КПК), установках комплексной подготовки газа УКПГ-2 и УКПГ-3. КПК предназначен для переработки нефтяного конденсата, поступающего из 36 добывающих скважин и с УКПГ-2.

Подаваемый нефтепродукт проходит переработку в трех технологических линиях стабилизации и закачивается в экспортный трубопровод на Атырау для дальнейшей продажи на международных рынках. Газовая фаза разделяется на два потока, один из которых поступает на установку очистки производства топливного газа, используемого для получения электроэнергии на газотурбинной установке КПК и для продажи местным потребителям. Второй поток поступает на УКПГ-2 для обратной закачки в пласт и/или на УКПГ-3 для экспорта в г. Оренбург.

Ввод в эксплуатацию системы обратной закачки газа на Карачаганаке был осуществлен в середине 2003 г. Сейчас УКПГ-2 разделяет, перерабатывает

и производит обратную закачку сырого газа под высоким давлением. Три компрессора, функционирующие на этой установке, способны закачивать газ под давлением до 55 МПа с содержанием сероводорода до 9 % на глубину до 5,5 км. Существующая схема обратной закачки газа позволяет поддерживать пластовое давление и улучшать коэффициент извлечения жидких УВ. Вместе с тем такая схема разработки позволяет избежать переработки газа с получением элементарной серы. В 2010 г. объем закачки сырого газа составил примерно 6,4 млрд м³, т.е. 43 % от объема добываемого сырого газа.

Есть сведения о том (С.Н. Закиров, А.И. Гриценко), что сайклинг-процесс проходит успешно и в основе его лежат вышеприведенные разработки ВНИИГАЗа.

Оренбургское НГКМ, открытое в 1966 г. на окраине Оренбурга, находится в юго-восточной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, которая прослеживается на территориях Кировской, Пермской, Оренбургской, Волгоградской, Самарской, Саратовской, Свердловской, Пензенской и Ульяновской областей.

Месторождение включает две газоконденсатные залежи: Основную и Филипповскую с нефтяными оторочками. Основная залежь, где сконцентрировано около 92 % начальных запасов свободного газа, подстилается нефтяной оторочкой. Оторочка образует самостоятельные газонефтяные залежи: на западе – Среднекаменноугольную, на востоке – Ассельскую и Артинско-сакмарскую.

Размер месторождения составляет 120×20 км. Этаж газоносности достигает 500 м. Продуктивная толща представляет собой карбонатный коллектор с высокой неоднородностью фильтрационно-емкостных свойств по разрезу, наличием плотных прослоев между объектами разработки и тонких переслаивающихся карбонатно-глинистых пропластков внутри выделенных объектов. Такое строение предопределяет сложность фильтрационных процессов при разработке месторождения.



Газпром добыча Оренбург. Газопромысловое управление

Начальные геологические запасы месторождения составляли около 2 трлн м³ газа и около 600 млн т жидких углеводородов (нефть + конденсат). Оренбургское месторождение уникально по наличию в сырье неуглеводородных компонентов (сероводород, углекислый газ, гелий, меркаптаны).

Первый газ на месторождении был получен из разведочной скважины № 13, пробуренной в ноябре 1966 г. бригадой С.Д. Иванова, работавшего в составе Оренбургского территориального геологического управления под руководством лауреата Государственной премии, кандидата геолого-минералогических наук И.А. Шпильмана и главного геолога Предуральской экспедиции лауреата Государственной премии С.Д. Черепашина. Месторождение разрабатывается с 1971 г. Промышленная добыча газа началась в 1974 г.

Разработка и освоение Оренбургского месторождения были сопряжены со значительными трудностями, связанными с его большими размерами, сложным геологическим строением, наличием в добываемой продукции ценных углеводородных и неуглеводородных компонентов, с одной стороны, и высокой агрессивностью и токсичностью газа, с другой. Газ, содержащий сероводород и углекислый газ, потребовал создания особых условий: иного оборудования, особой организации добычи и подготовки, специальной стали, которая не подвержена коррозии.

Проектированием и анализом разработки Оренбургского месторождения ВНИИГАЗ занимался с 1967 по 1981 г. За указанный период было выполнено более 55 научных и проектных работ. Активное участие в указанных работах принимали А.Л. Козлов, С.Н. Бузинов, И.А. Леонтьев, В.Ф. Перепеличенко, В.Н. Чельцов, В.А. Хорошилов, Б.П. Гвоздев, О.Ф. Андреев, Е.Н. Храменков, О.К. Макаров и др.

Огромные запасы сырья месторождения – уникального по составу природного газа, конденсата – предопределили разработку месторождения в составе газохимического комплекса. В кратчайшие сроки (1971–1978 гг.) были построены и введены три очереди газоперерабатывающего завода – гиганта индустрии общей мощностью по переработке 45 млрд м³ природного газа в год, что составляло на то время более 20 % общего баланса газоснабжения страны.

В составе газохимического комплекса был создан уникальный по своим характеристикам гелиевый завод – в мире нет установок, позволяющих в промышленных масштабах получать гелий из месторождений со столь бедным содержанием солнечного газа – всего 0,055 %. В настоящее время завод является единственным производителем гелия в России и поставщиком его на отечественный рынок, в страны СНГ и Западной Европы.

На текущем этапе месторождение находится на поздней стадии разработки. По состоянию на 1 января 2016 г. из месторождения отобрано 1 266 млрд м³ газа, 50 млн т стабильного конденсата и 5 млн т нефти. Текущая выработанность запасов газа составляет 68 %. Эксплуатация месторождения осложнена обводнением скважин, снижением пластового давления и перераспределением остаточных запасов газа в сторону их относительного увеличения в коллекторах с низкими фильтрационно-емкостными свойствами.

Астраханское ГКМ расположено в юго-западной прибортовой части Прикаспийской впадины, зоны нефтегазонакопления которой образуют вместе общее кольцо из месторождений-гигантов (АГКМ, Оренбургское, Карачаганакское и Тенгизское НГКМ). В составе пластовой смеси каждого из перечисленных месторождений присутствуют кислые компоненты. Самое большое их содержание наблюдается на АГКМ – до 30 % сероводорода и до 16 % углекислого газа, что обуславливает жесточайшие условия эксплуатации оборудования.



Астраханское газоконденсатное месторождение

АГКМ разрабатывается с 1986 г. и не имеет аналогов в России. Оно характеризуется аномально высоким пластовым давлением, высокими конденсатно-газовым фактором, температурой гидратообразования и давлением начала конденсации. Уникальность состава пластового флюида, сложность геологического строения и расположение в охраняемой природной зоне являются причинами возникновения факторов, осложняющих разработку месторождения.

Ранее с подобными осложнениями при разработке столкнулись специалисты Оренбургского НГКМ, поэтому Оренбургский комплекс послужил первоначально в какой-то мере полигоном для опробования многих технологий, используемых сегодня на АГКМ. Впоследствии эти технологические и технические решения совершенствовались, повышалась их надежность, что позволило эксплуатировать промысел в течение длительного времени в безаварийном режиме.

В настоящее время ресурсы углеводородов Астраханского свода являются самыми крупными в европейской части РФ и составляют около 7 млрд т условного топлива. Сырьевая база включает четыре газоконденсатных месторождения, приуроченных к башкирским отложениям, наиболее крупным из которых является АГКМ.

Помимо Астраханской области и Астрахани астраханский газ по магистральному газопроводу Камыш-Бурун поступает в республики Северного Кавказа. Приоритетными задачами в период пиковых нагрузок является бесперебойное обеспечение природным газом потребителей Астраханской области, Чеченской Республики и Республики Дагестан, поскольку сырье АГКМ в настоящее время является для них единственным источником поступления.

С учетом ограничений по выбросу вредных веществ в атмосферу лимитированы объемы переработки сероводорода и, следовательно, объемы добычи на месторождении. На сегодняшний день максимальная годовая добыча газа сепарации составляет 12 млрд м³. При существующих ограничениях разработка месторождения характеризуется крайне низкими темпами отбора (за 30-летний период извлечено чуть больше 8 % от начальных запасов) и продлится еще более 200 лет.

Проектирование и авторский надзор за разработкой Астраханского ГКМ осуществляет ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Проектирование разработки выполнено на беспрецедентно длительный период, превышающий 500 лет, и обоснован более чем 200-летний рентабельный период разработки – до конца 2222 г.

В период с 2006 по 2011 гг. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Д.В. Люгай, Р.А. Жирнов, Р.Л. Шкляр, В.А. Дербенёв, М.Г. Мирошниченко, Р.И. Гатин) совместно с ООО «Газпромразвитие» (Н.Н. Кисленко и Т.Г. Семиколенов) предложены новые технические и технологические решения при освоении Астраханского ГКМ, заключающиеся в применении технологий утилизации сероводорода и кислого газа в подземных пластах. Эти решения включают также и использование гибких, энергоэффективных технологий по сжиганию сероводорода с последующей закачкой сернистого ангидрида обратно в пласт, которые позволяют регулировать производство серы в зависимости от ее рынка сбыта. Это направление успешно развивается и по настоящее время, что позволило получить одобрение ПАО «Газпром» на составление проектных документов для опытного опробования технологий по закачке кислых компонентов обратно в продуктивный пласт.

В 2011 г. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разработана Комплексная программа развития нефтегазодобывающего комплекса Астраханского региона, в рамках которой подготовлена дорожная карта по реализации основополагающих мероприятий, обеспечивающих создание в перспективе (после 2020 г.) условий для экологически безопасной, экономически эффективной и рациональной разработки сероводородсодержащих месторождений Астраханского свода.

В настоящее время разрабатываются Технические требования на разработку инвестиционного проекта «Опытный полигон для отработки технологии обратной закачки на разбуренной части Астраханского ГКМ». В случае успешного применения нетрадиционных технологий и организации совместной разработки лицензионных участков уже в ближайшие 5–10 лет возможно создание в Южном федеральном округе на территории Астраханской области крупного центра газодобычи. С учетом значительного содержания в астраханском сырье ряда ценнейших компонентов (этан, пропан, бутан, газовый конденсат, меркаптаны и др.) возможно создание крупнейшего в регионе газонефтехимического комплекса и центра по добыче жидких углеводородов на его базе.

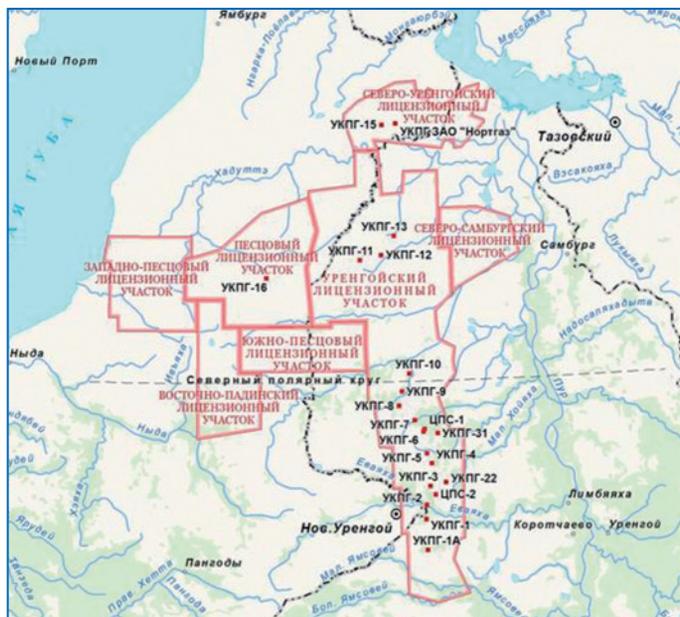
Существенный вклад в проектирование разработки Астраханского ГКМ и создание новых технологий при его освоении внесли: М.Л. Фиш, И.А. Леонтьев, А.К. Галимов, Л.Я. Непомнящий, В.Ф. Перепеличенко, Р.А. Жирнов, В.Н. Чельцов и др. В настоящее время проектирование разработки АГКМ и авторский надзор за его реализацией выполняются под руководством С.С. Ярыгина.

Месторождения НТПР. Первым из крупных месторождений Надым-Пур-Тазовского региона Западной Сибири в 1972 г. было введено в эксплуатацию месторождение Медвежье (проект разработки составлен ВНИИГАЗом). По запасам свободного газа месторождение является уникальным (балансовые запасы – 4700 млрд м³). Месторождение открыто в 1967 г., разрабатывается с 1972 г. Газ метановый.

Приказом Министерства газовой промышленности СССР от 3 февраля 1966 г. № 145 был организован Тюменский филиал ВНИИГАЗа.

В этот период в связи с разработкой Медвежьего месторождения Мингазпром ставит перед институтом задачу научной проработки проблемы бурения скважин повышенных диаметров обсадных колонн в условиях многолетнемерзлых пород. Результаты работ успешно применяются на Медвежьем, Уренгойском и других месторождениях Тюменской области.

Отделом крепления скважин на Медвежьем впервые была использована двухколонная конструкция скважин, которая с тех пор стала применяться повсеместно. Но самый важный технологический прорыв Медвежьего состоит



Месторождения Большого Уренгоя

в том, что там впервые в истории газовой отрасли нашей страны был применен эффективный метод кустового бурения, когда на одной площадке располагалось по 3–5 скважин.

За годы эксплуатации с девяти газовых промыслов Медвежьего месторождения добыто около 2 трлн м³ газа. В настоящее время Медвежье находится на этапе естественного падения добычи газа, запасы выработаны на 80 %. Но с учетом реконструкции и технического перевооружения добыча продлится еще как минимум до 2030 г. Планируется, что

из девяти промыслов на месторождении останутся шесть. С марта 2015 г. проводятся реконструкция и техническое перевооружение объектов ГП-4 Медвежьего НГКМ (УКПГ, ДКС, трансформаторной подстанции, промышленных газопроводов-шлейфов).

Вслед за Медвежьим месторождением в Надым-Пур-Тазовском регионе Западной Сибири введены в эксплуатацию Уренгойское, Ямбургское и другие месторождения. Именно здесь получили широкое практическое применение научные разработки ВНИИГАЗа. Новаторскими для того времени решениями были: высокие рабочие дебиты скважин – свыше 1 млн м³ в сутки; размещение скважин в кустах в центральной, наиболее продуктивной части пласта; применение эксплуатационных скважин большого диаметра; использование УКПГ большой единичной мощности. На месторождениях Надым-Пур-Таза впервые на практике началось активное внедрение автоматизированных систем управления разработкой газовых месторождений.

Уренгойское НГКМ – одно из крупнейших по запасам газа в сеноманских отложениях, которое до настоящего времени по-прежнему остается одним из базовых по добыче природного газа в России.

Первая установка комплексной подготовки сеноманского газа (УКПГ-1) Уренгойского месторождения была пущена в эксплуатацию 22 апреля 1978 г.

Задачи, которые встали перед газовиками при освоении месторождений севера Западной Сибири, – в кратчайшие сроки освоить и с наименьшими затратами вовлечь в разработку значительные объемы запасов сеноманского газа.

Проектирование разработки уникальной по запасам газа сеноманской залежи месторождений Большого Уренгоя (Уренгойское и Северо-Уренгойское НГКМ) велось в несколько этапов начиная с 1973 г. В основном это связано с расширением знаний о месторождении и величине запасов газа.

В первых проектных документах учеными и специалистами ВНИИГАЗа была рассмотрена принципиально новая для своего времени система разработки и обустройства месторождения: кустовое размещение эксплуатационных скважин (по 4-5 скважин) увеличенного диаметра в наиболее продуктив-

ных зонах; высокие дебиты эксплуатационных скважин (1–1,5 млн м³/сут); дифференцированная система вскрытия продуктивного горизонта; УКПГ повышенной производительности (15–20 млрд м³/год).

В середине 1980-х гг. Уренгойское и Северо-Уренгойское месторождения обеспечивали почти половину добычи газа по стране.

Последними объектами, введенными в эксплуатацию в 2000 и 2004 гг., были Таб-Яхинский участок и Песцовая площадь Уренгойского месторождения и в 2007 г. – восточный купол Северо-Уренгойского месторождения.

В 2018 г. ООО «Газпром добыча Уренгой» будет отмечать 40-летний юбилей пуска Уренгойского месторождения в эксплуатацию.

На протяжении четырех десятков лет специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ООО «Газпром добыча Уренгой» плодотворно сотрудничают. За это время в стенах ООО «Газпром ВНИИГАЗ» были подготовлены 12 проектных документов, кроме того специалисты института ежегодно проводят авторский надзор и контроль за реализацией проектных решений.

Проектирование и анализ разработки сеноманской залежи месторождений Большого Уренгоя, успешное решение технологических проблем основано на широком использовании специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» современных компьютерных технологий, программных продуктов, постоянно действующего технологического мониторинга. Расчеты проводятся с применением постоянно действующих геолого-технологических моделей, созданных в институте. Модели, адаптированные к истории разработки и описывающие физические процессы, происходящие при добыче газа в системе пласт – скважина – ГСС – УКПГ – ДКС – МПК, постоянно совершенствуются.

На сегодняшний день можно сказать, что, несмотря на сложности и проблемы, технические решения, заложенные в проектах разработки сеноманской залежи месторождений Большого Уренгоя, оказались жизнеспособными. По факту были обеспечены такие проектные показатели, как: продуктивная характеристика, рабочие дебиты, температурные режимы работы скважин. Концентрированное размещение эксплуатационных скважин в зонах максимальной продуктивности позволило обеспечить оптимальный режим их эксплуатации, ускорить обустройство и освоение месторождения и сократить капиталовложения. Применение скважин с НКТ большого диаметра позволило получить высокие рабочие дебиты и продлить срок бескомпрессорной эксплуатации месторождения.

В настоящее время отобрана значительная часть запасов сеноманского газа из длительно разрабатываемых площадей. Тем не менее следует отметить высокий процент остаточных запасов (~30 %). На современном этапе разработки сеноманской залежи встает необходимость развития технологий утилизации газа низкого давления.

Выполненный ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 2013 г. Технологический проект разработки сеноманской залежи месторождений Большого Уренгоя (Уренгойское и Северо-Уренгойское НГКМ) является на сегодняшний момент действующим проектным документом.

В последний десятилетний период (2008–2017 гг.) изменение экономической ситуации в стране заметно отразилось на характере сезонной неравномерности отборов газа.

Следует отметить, что в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проектирование разработки месторождений газа является одним из важнейших и базовых направлений деятельности института. Проектирование и анализ разработки газовых/газоконденсатных месторождений – это комплексный процесс, который зависит не только от технического и программного обеспечения, но и от

квалификации и опыта специалистов ООО «Газпром ВНИИГАЗ», успешного сотрудничества с недропользователями и специалистами других отраслевых научно-исследовательских институтов ПАО «Газпром». У истоков проектирования и принятия в то время передовых научных решений по разработке крупнейшего Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения стояли высококвалифицированные специалисты и ученые ВНИИГАЗа, среди них: О.Ф. Андреев, С.Н. Бузинов, Н.А. Букреева, Л.С. Темин, Ю.А. Перемышцев, М.И. Грон и др.

Научный фундамент, заложенный в первых проектах, и многолетний опыт разработки месторождений Большого Уренгоя (Уренгойское и Северо-Уренгойское НГКМ) позволяют решать проблемы на новых газовых месторождениях с подобными особенностями разработки сеноманской залежи. В настоящее время проектирование разработки сеноманской залежи месторождений Большого Уренгоя и авторский надзор за его реализацией выполняются под руководством Ю.Е. Дорошенко.

Ямбургское НГКМ открыто в 1969 г. Месторождение расположено в пределах Тазовского п-ова на территории Тазовского и Надымского районов Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Входит в Западно-Сибирскую нефтегазоносную провинцию. Размеры месторождения 175×50 км. Транспорт газа с месторождения осуществляется по системе магистральных газопроводов Ямбург – Центр, конденсата – по конденсатопроводу Ямбург – Уренгой. Добычу газа и конденсата осуществляет ООО «Газпром добыча Ямбург».

Ямбургское месторождение относится к уникальным по запасам свободного газа. Промышленная газоносность установлена в сеноманских и неокотских отложениях. Основные запасы газа приурочены к сеноманской продуктивной толще: 5,788 трлн м³ (утверждены ГКЗ РФ в 2009 г.). Сеноманская газо-



Газпром добыча Ямбург. Буровая с вертолета

вая залежь относится к массивному типу. Газ сеноманской залежи в основном метановый (98 %).

В нижнемеловых отложениях, залегающих на глубинах 2,5–3,4 км, выделяются 11 продуктивных пластов и горизонтов, сгруппированных в два эксплуатационных объекта. Продуктивный комплекс характеризуется сложным геологическим строением. Залежи пластовые, сводовые, иногда литологически и гидродинамически экранированные. Начальные запасы газа составляют 1535 млрд м³, газового конденсата – 115 млн т.

Сеноманская газовая залежь Ямбургского месторождения включает Ямбургскую, Анерьяхинскую площади и состоящую из северо-восточной и южной частей Харвутинскую площадь.

Разработка сеноманской залежи Ямбургского месторождения ведется с 1986 г. с вводом в эксплуатацию Ямбургской (основной) площади. Освоение единой газовой залежи происходило поэтапно-последовательно в центральной сводовой части, с использованием кустов скважин по 8–10 единиц. Впервые в отечественной практике началось массовое бурение наклонно направленных скважин. Эксплуатация Харвутинской площади началась в 1996 г., Анерьяхинская площадь введена в эксплуатацию в 2004 г. На Харвутинской и Анерьяхинской площадях широко используются эксплуатационные скважины с субгоризонтальным окончанием ствола. В 1996 г. годовая добыча сеноманского газа достигла максимальной отметки 172 млрд м³, и с 1997 г. разработка месторождения перешла в стадию падающей добычи. В последние годы наблюдаются подъем ГВК в центральной части Ямбургской площади и связанное с ним обводнение значительной части вскрытой продуктивной толщи пласта.

Нижнемеловые отложения находятся в разработке с 1991 г. Проектные решения по их разработке выполняет ООО «ТюменНИИгипрогаз».

Подготовка сеноманского газа осуществляется на восьми УКПГ и трех УППГ (на Анерьяхинской и Харвутинской площадях), подготовка газа неоконских залежей – на одной УКПГ и двух УППГ.

Огромный научный вклад в изучение и проектирование разработки Ямбургского месторождения внесли Г.М. Гереш, Ю.А. Перемышцев, М.М. Кашпаров, А.Г. Кузьмук и другие сотрудники ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Именно во ВНИИГАЗе в 1984 г. был выпущен первый проект разработки сеноманской залежи Ямбургского месторождения. Невыполнение или несвоевременное выполнение проектных решений по вводу объектов добычи в 1990-е гг., а также неподтверждение продуктивных характеристик пластов привели к растущему отклонению годовых отборов от проектных уровней. Поэтому в 1997 г. в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» выполнен новый комплексный проект, который впервые охватил прогнозирование технологических показателей разработки в рамках единого контура для Ямбургской, Анерьяхинской и Харвутинской площадей. В 2001, 2002, 2006 и 2008 гг. к данному проекту были выпущены коррективы и дополнения.

Для осуществления научного сопровождения разработки в стенах института в 2000–2011 гг. функционировала специализированная лаборатория проектирования и анализа разработки Ямбургского месторождения. В разное время лабораторию возглавляли Г.М. Гереш, Ю.Г. Бураков, П.А. Моисейкин и Н.С. Тюхтина. За период научной деятельности лаборатории ее сотрудниками были предложены новые методические подходы к обработке результатов газодинамических исследований и определения производительности наклонно направленных и горизонтальных скважин, разработаны комплексные математические модели системы пласт – скважины – ГСС.

Месторождения Ямальского региона. Основные принципы разработки базовых месторождений Ямальского региона – уникальных месторождений Бованенковской группы (Бованенковского, Харасавэйского, Крузенштернского), в которых сосредоточено больше половины запасов газа п-ова Ямал, были сформулированы специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» еще в 1980-е гг. Дальнейшее развитие они получили в Программе комплексного освоения месторождений п-ова Ямал и прилегающей акватории.

Начало освоения каждого из месторождений предусматривается с верхнего (сеноман-аптского) продуктивного комплекса как наиболее подготовленного к промышленной разработке. Нуждающиеся в доразведке отложения нижнего продуктивного комплекса (неоком-юрские газоконденсатные пласты) планируется разрабатывать на более поздней стадии.

Первый комплексный проектный документ на разработку газовых месторождений Бованенковской группы, послуживший основой для последующего более детального проектирования, был выполнен ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 1986 г.

К основным проектным решениям по месторождениям Бованенковской группы относятся:

- кустовое размещение скважин, подключение скважин на разные объекты к единой газосборной сети;
- оптимизация распределения отборов газа по объектам и срока ввода в разработку низконапорных залежей с учетом рационального использования пластовой энергии;
- использование добывающих скважин с наклонным, пологим и субгоризонтальным окончанием;
- применение комбинированной теплоизоляции скважин для предотвращения растепления околоскважинного пространства.

В обосновании технических решений по разработке месторождений Бованенковской группы принимал участие широкий круг специалистов ООО «Газпром ВНИИГАЗ»: О.Ф. Андреев, Г.А. Зотов, Ю.А. Перемышцев, В.Д. Малеванский, Г.Э. Одишария, В.В. Юшкин и др.

Бованенковское НГКМ открыто в 1971 г. Промышленная газоносность установлена в 28 продуктивных пластах в отложениях нижнего мела, средней и нижней юры.

В 2012 г. после пробной эксплуатации скважин началась промышленная разработка месторождения в соответствии с проектным документом, подготовленным ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 2004 г., – Коррективы к проекту разработки сеноман-аптских залежей Бованенковского НГКМ.

Всего за 5 лет добыто около 270 млрд м³ газа. Сначала газ добывался из основного по запасам газа объекта – залежи ТП1-6, с 2013 г. разрабатываются залежи ТП7-11, с 2016 г. – залежи ХМ1-2. Подготовка



Месторождения Ямальского региона

газа к транспорту по магистральным газопроводам осуществляется на двух УКПГ.

С 2017 г. действует проектный документ Технологическая схема разработки Бованенковского НГКМ, также выполненный ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Основные проектные решения заключены в следующем.

По сеноман-аптским залежам:

- шесть эксплуатационных объектов: ПК1; ПК9; ПК10; ХМ1-2; ТП1-6; ТП7-11;
- проектный отбор газа – 115 млрд м³/год с 2022 г.;
- ввод в разработку ПК1 с 2025 г.;
- фонд добывающих скважин – 777 ед. на 57 кустовых площадках.

По неоком-юрским залежам:

- девять эксплуатационных объектов в северной (С) и южной (Ю) частях месторождения: ТП12(С); ТП12(Ю); ТП13-14(Ю); ТП15-16(Ю); ТП17БЯ1(С); ТП17-18(Ю); БЯ1-4(Ю); Ю2-10(С); Ю2-10(Ю);
- ввод в разработку с 2029 г.;
- проектный отбор газа – 25 млрд м³/год;
- фонд добывающих скважин – 209 ед. на 22 кустовых площадках.

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» ведет авторский надзор за реализацией проектных решений. Для анализа разработки месторождения используются трехмерные геолого-гидродинамические модели продуктивных пластов, которые постоянно актуализируются с учетом данных бурения и эксплуатации скважин.

К перспективным месторождениям, несомненно, можно отнести пока не введенные в промышленную разработку месторождения п-ова Ямал – Харасавэйское, Крузенштернское, Тамбейский кластер.

Харасавэйское ГКМ открыто в 1974 г. Промышленная газоносность установлена в 24 продуктивных пластах в отложениях нижнего мела и средней юры.

До 2015 г. проектирование разработки сеноман-аптских и неокомских залежей Харасавэйского ГКМ велось отдельно ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ООО «ТюменНИИгипрогаз».



Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение

Первый проектный документ на разработку Харасавэйского ГКМ был выполнен ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 1977 г.

В 2015 г. ЦКР Роснедр по УВС согласовала новый проектный документ – Технологическую схему разработки Харасавэйского газоконденсатного месторождения, выполненную ООО «Газпром ВНИИГАЗ» с использованием актуализированных геолого-фильтрационных моделей залежей сеноман-апта и неоком-юры, созданных в институте.

Основные проектные решения состоят в следующем.

По сеноман-аптским залежам:

- четыре эксплуатационных объекта: ПК1, ТП1-5, ТП6-8, ТП10;
- проектный отбор газа – 32 млрд м³/год;
- ПК1 подключается в разработку с 10 года;
- фонд добывающих скважин – 224 ед. на 21 кустовой площадке.

По неоком-юрским залежам:

- пять эксплуатационных объектов: ТП11-16, ТП21-26, БЯ1-2, БЯ5-8, Ю2-3;
- проектный отбор газа – 18 млрд м³/год;
- фонд добывающих скважин – 163 ед. на 30 кустовых площадках.

С целью обеспечения собственных нужд поселка Харасавэй осуществляется добыча газа с использованием одной скважины согласно Технологической схеме ОПР участка залежи пласта ТП1-4 Харасавэйского ГКМ, подготовленной ООО «ТюменНИИгипрогаз».

В настоящее время ПАО «Газпром» реализует мероприятия по обеспечению ввода Харасавэйского ГКМ в промышленную разработку с 2024 г.

Крузенштернское ГКМ открыто в 1976 г. Промышленная газоносность установлена в 11 продуктивных пластах в отложениях нижнего мела.

В 2012 г. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» подготовило Технологическую схему разработки сеноман-аптских залежей Крузенштернского газоконденсатного месторождения, которая была согласована Комиссией газовой промышленности по разработке и использованию недр ПАО «Газпром».

Основные проектные решения состоят в следующем:

- четыре эксплуатационных объекта: ПК1; ПК9-10+ХМ2; ТП1-5; ТП9-14;
- проектный отбор газа – 33 млрд м³/год;
- фонд добывающих скважин – 205 ед. на 24 кустовых площадках.

Проектные решения по разработке Крузенштернского ГКМ пока не реализуются.

ВНИИГАЗ – автор технологических схем опытно-промышленной разработки сеноман-аптских залежей месторождений углеводородов Ямальского района ЯНАО.

Утвержденный объем запасов газа на Тасийском, Северо-Тамбейском и Западно-Тамбейском месторождениях *Тамбейской группы* после удовлетворения заявки «Газпрома» Госкомиссией по запасам составил 3,9 трлн м³ по категории С₁+С₂.

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» является ведущей научно-исследовательской организацией в вопросах создания и развития новых центров газодобычи в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Институтом непосредственно и в составе Группы «Газпром» в 2000-х гг. была выполнена серия ТЭО комплексного освоения запасов природного газа в этом огромном регионе России.

Чаяндынское НГКМ – одно из крупнейших на востоке России. Является базовым для формирования Якутского центра газодобычи и ресурсной базой для газопровода «Сила Сибири» (наряду с Ковьютинским месторождением в Иркутской области). Создание Якутского центра газодобычи в первую оче-

редь направлено на обеспечение газом российских потребителей. С его развитием будут созданы необходимые условия для газоснабжения и газификации населенных пунктов Якутии и других регионов Дальнего Востока.

Чаяндинское НГКМ является уникальным по запасам углеводородного сырья, в составе которого содержится ценный попутный компонент гелий в промышленных концентрациях. Месторождение по геологическому строению, природно-климатическим и оргидрографическим условиям относится к категории сложных.

Проектирование разработки Чаяндинского НГКМ также выполняет ООО «Газпром ВНИИГАЗ»:

- в 2010 г. разработан, согласован и утвержден проектный документ первой стадии разработки «Технологическая схема разработки Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения»;

- в 2013 г. в связи с изменением запасов свободного газа газовой шапки, нефти и растворенного газа нефтяных оторочек разработан, согласован и утвержден проектный документ «Дополнение к технологической схеме разработки Чаяндинского НГКМ»;

- в 2017 г. разработан проектный документ «Технологическая схема разработки Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения», имеющий целью уточнить проектные решения предшествующих технических документов на разработку месторождения с учетом результатов практически завершенных ГРП на площади месторождения.

У истоков проектирования разработки месторождения стояли Роман Олегович Самсонов, Василий Фёдорович Перепеличенко, Галина Петровна Косачук и др.

В настоящее время проектирование разработки Чаяндинского НГКМ и авторский надзор за его реализацией практически в онлайн-режиме выполняются Р.А. Жирновым, А.Г. Минко, А.С. Чудиным, С.В. Бураковой и др.

Континентальный шельф. ВНИИГАЗ осуществляет проведение научных исследований, разработку научно-технических и проектных решений по созданию технологических процессов, технических средств, сооружений и оборудования для поиска, разведки, разработки и эксплуатации нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений на континентальном шельфе. Именно шельф рассматривается в качестве основного направления развития минерально-сырьевой базы газодобычи.

Без участия ВНИИГАЗа невозможно представить решение научных, опытно-конструкторских и проектных проблем по освоению нефтегазовых ресурсов Штокмановского месторождения, Печорского шельфа, Карского моря и акваторий Обской и Тазовской губ.

ВНИИГАЗ принимал активное участие во всех проектах разработки морских месторождений (Штокмановское, Приразломное, Лунское и др.).



Институт – организатор значительной работы по подготовке ТЭО освоения месторождения Варандей-море, технологической схемы разработки Штокмановского ГКМ и конструкций ледостойких платформ для его освоения.

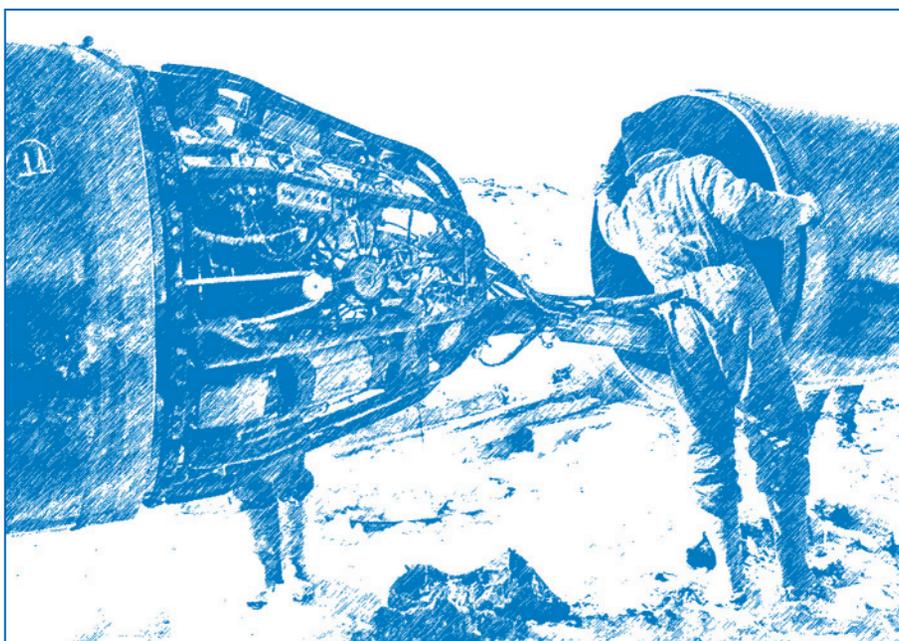
Под научным руководством профессора Р.М. Тер-Саркисова выполнен проект разработки месторождения, разработаны варианты конструкций морских платформ и обоснование инвестиций применительно к морскому добычному комплексу.

ВНИИГАЗом была разработана специальная методика, которая позволила впервые утвердить в ГКЗ запасы не на основании бурения скважин, как обычно принято при рассмотрении запасов, а на основании интерпретации 3D. За эту работу ВНИИГАЗ получил премию первой степени ПАО «Газпром».

Корпоративный научно-технический центр освоения морских нефтегазовых ресурсов ООО «Газпром ВНИИГАЗ» является разработчиком таких ключевых проектов, как Программа освоения ресурсов углеводородов на шельфе России до 2030 г., ТЭО и рабочая документация на морские платформы и других работ по проекту «Сахалин-2»; разработчиком проектной документации для морской платформы и других работ по проекту «Сахалин-1», ТЭО проекта освоения Приразломного нефтяного месторождения, концепции освоения Северного Каспия и др.

В настоящей статье обзорно приведены лишь ключевые исторические вехи, раскрывающие вклад института в разработку крупнейших месторождений газа и отдающие дань уважения и восхищения талантливым специалистам-разработчикам.

Современный научный потенциал ВНИИГАЗа способен выполнять самые сложные и ответственные задачи разработки месторождений, что позволяет обеспечивать стабильное развитие ПАО «Газпром» и с оптимизмом начать восьмое десятилетие «жизни» крупнейшего в России научно-исследовательского института.



**ГАЗОТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА
СССР – РОССИИ И РОЛЬ ВНИИГАЗА
В ЕЕ ФОРМИРОВАНИИ И РАЗВИТИИ**

В.С. Сафонов, С.В. Нефёдов, В.В. Харионовский,
В.М. Силкин, О.П. Стурейко, В.С. Щуровский,
Ю.А. Маянц, С.В. Карпов, Д.Н. Запевалов, В.А. Егоров,
К.Б. Конищев, Т.С. Есиев, К.А. Войдер, И.В. Ряховских,
Д.И. Ширяпов, А.В. Елфимов, Н.Н. Глазов

Основные показатели газотранспортной системы России

Газотранспортная система (ГТС) является составной частью Единой системы газоснабжения России (ЕСГ) и связующим звеном источников газоснабжения и потребителей газа различных уровней.

Газотранспортная система России выделилась в отдельную самостоятельную структуру после распада СССР. В настоящее время она является одной из крупнейших ГТС мира, ориентированных на поступление газа из северных районов Тюменской области и вывода его по северному, центральному и южному направлениям. По протяженности она занимает второе место после США, а по мощности потоков газа и энерговооруженности значительно превосходит газопроводы всех промышленно развитых стран. Энерговооруженность ГТС ПАО «Газпром» сопоставима с соответствующими параметрами крупнейших газотранспортных компаний мира.

ГТС России представляет собой единый технологический и организационно-экономический комплекс, обеспечивающий взаимосвязь добычи, транспортирования, хранения и распределения газа. Эта система снабжена многоуровневым управлением и располагает значительными резервами производственной мощности. Возможность маневрирования потоками газа благодаря сооружению многониточных систем газопроводов, а также наличие подземных хранилищ газа позволяют регулировать пиковые нагрузки, связанные с температурными факторами и аварийными ситуациями.

Суммарная протяженность ГТС России составляет свыше 170 тыс. км и включает газопроводы длиной от нескольких сотен до 4–5 тыс. км. Средняя дальность транспортировки газа составляет более 2,5 тыс. км. Количество параллельных ниток трубопроводов ГТС достигает десяти (например, система, транспортирующая газ из Надым-Пур-Тазовского района к западным границам РФ). Диаметры труб магистральных газопроводов (МГ) – от 325 до 1420 мм, рабочие давления – 5,45; 7,45; 9,8; 11,8 МПа и выше. Доля газопроводов больших диаметров (1420, 1220, 1020 мм) составляет более 60 % от общей протяженности ГТС. Это в основном транзитные газопроводы, транспортирующие газ от мест добычи к районам потребления и имеющие незначительные попутные отборы. На собственные нужды расходуется около 8 % объема транспортируемого газа, при этом в год в атмосферу выбрасывается около 140 тыс. т оксидов азота и 190 тыс. т оксида углерода.

Для управления потоками газа и режимами эксплуатации транспортных мощностей ГТС условно делится на 35 подсистем, которые включают 11 многониточных коридоров, соединенных между собой 25 межсистемными газопроводами-перемычками, 27 действующих объектов ПХГ, около 4 тыс. ГРС. Такая структура обеспечивает маневренность и режимную управляемость ГТС России, а также надежность поставок газа потребителям всех уровней.

Традиционная технология транспорта газа на базовых газопроводах большого диаметра характеризуется следующими параметрами:

- газопроводы диаметром 1020 мм проектируются на рабочее давление 5,45 МПа для транспортирования 10–12 млрд м³/год; шаг между КС составляет 100–120 км; степень сжатия газа на КС – 1,4;
- газопроводы диаметром 1220 мм проектируются на рабочее давление 5,4 МПа (в исключительных случаях – на 7,45 МПа) для транспортирования 15–17 млрд м³/год; шаг между КС составляет 100–120 км; степень сжатия газа на КС – 1,40–1,45;

- газопроводы диаметром 1420 мм проектируются на рабочее давление 7,45 МПа для транспортирования 30–32 млрд м³/год; шаг между КС составляет 100–120 км; степень сжатия газа на КС – 1,40–1,45.

Для минимизации отрицательного влияния получаемой при компримировании газа теплоты на устойчивость газопроводов и повышения их производительности газ охлаждается в аппарате воздушного охлаждения газа (АВО) отечественного и импортного производства до оптимального уровня температур соответствующих климатических зон.

Развитие технологий транспортирования газа связано со строительством новых газотранспортных систем, предусматривающих возможность увеличения давления компримирования до 25 МПа и шага между КС, повышения степеней сжатия, совершенствования техники и технологий охлаждения газа, снижения гидравлической эффективности трубопроводов за счет применения гладкостных внутренних покрытий, а также других прогрессивных технических решений.

Тенденции развития ГТС в России и мире в целом совпадают: в настоящее время максимальный диаметр труб, применяемых для газопроводов за рубежом, составляет 1220 мм, рабочее давление – 12 МПа.

В ЕСГ России насчитывается 291 КС (774 КЦ). Парк газоперекачивающих агрегатов (ГПА) формировался в течение почти шестидесяти лет, что обусловило разнообразие оборудования по типоразмерам и возрасту. В настоящее время в эксплуатации находятся 65 типов приводных двигателей, 102 модификации газовых компрессоров, 153 комбинации привод – компрессор, 8 типов систем автоматического управления (САУ) ГПА (в том числе 5 – отечественного производства). Различны также компоновочные решения по размещению ГПА на КС: в общих или индивидуальных зданиях и в блочно-контейнерном исполнении.

В газотранспортной отрасли на линейных КС ГТС России используется преимущественно газотурбинный привод с центробежным компрессором (87,3 %), в то время как в ГТС США основным оборудованием является поршневой двигатель с поршневым компрессором (83,3 %). Это объясняется тем, что ГТС США была сформирована до 1960-х гг. на базе разветвленной сети газопроводов небольших диаметров. На современных мощных газопроводах северных штатов и Канады применяется газотурбинный привод. Структура парка газоперекачивающего оборудования на линейных КС Европы в целом соответствует аналогичной структуре в России.

Этапы формирования, развития и технического прогресса в дальнем транспорте газа России

Первый магистральный газопровод Саратов – Москва был построен в 1946 г. от месторождений Саратовской области. Однако основная добыча газа в этот период проводилась в западной части бывшего СССР – на Украине. Там и создавались небольшие газотранспортные системы, осуществляющие поставки газа от незначительных по размерам источников на местный рынок. Открытие и освоение крупных газовых и газоконденсатных месторождений страны потребовали разработки и внедрения новых технических решений, направленных не только на концентрацию мощностей, но и на существенное сокращение удельных металло- и капитальных затрат на сооружение и эксплуатацию магистральных газопроводов. Так, при проектировании и сооружении МГ Ставрополь – Москва впервые в отечественной практике было реализовано увеличение диаметров магистральных газопроводов с 325–520 мм до 720–1020 мм и единичной мощности газоперекачивающих

агрегатов с 0,7–1,0 до 4–5 МВт. Взамен газомоторных компрессоров стали применяться ГПА с газотурбинным и электрическим приводом с центробежными нагнетателями. В период проектирования и сооружения этой системы впервые в бывшем СССР была обоснована и реализована прокладка газопроводов в зоне промерзания грунтов и по поверхности.

До 1990-х гг. магистральный транспорт газа в стране интенсивно развивался. Соответственно этапам внедрения основных достижений научно-технического прогресса в дальнем транспорте газа развитие газовой промышленности в целом можно подразделить на ряд периодов (рис. 1).

I период (1960–1968 гг.) – период преимущественного сооружения магистральных газопроводов из труб диаметром 1020 мм на рабочее давление 5,5 МПа. В это время благодаря практически двукратному увеличению производительности газопроводов, связанному с применением труб диаметром 1020 мм вместо труб диаметрами 720 и 830 мм, были достигнуты более чем двукратные темпы добычи газа и увеличение дальности транспорта газа. При этом был подготовлен следующий этап внедрения достижений науки и техники.

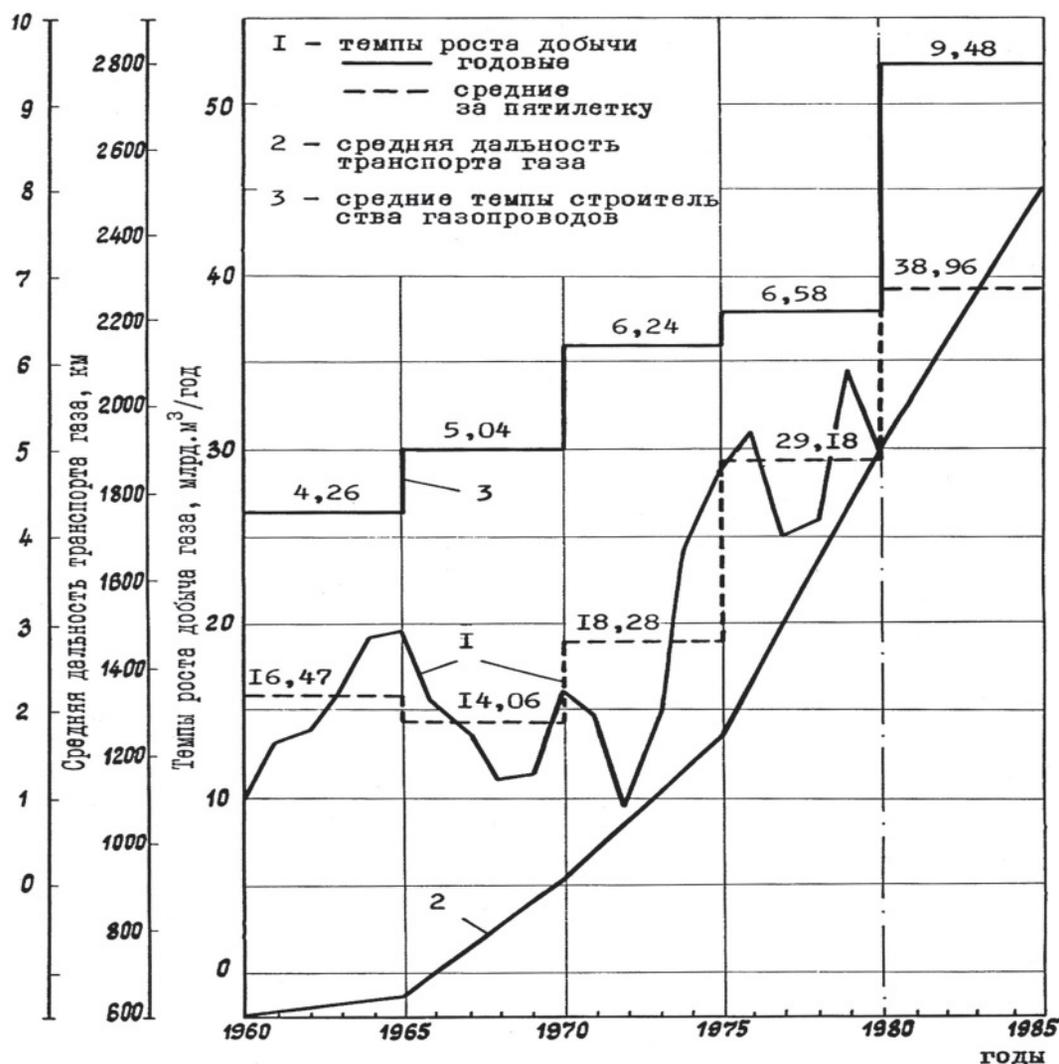


Рис. 1. Динамика основных показателей дальнего транспорта газа СССР в период интенсивного сооружения ГТС ЕСГ

В результате этого перехода были достигнуты высокие темпы роста добычи газа. Так, с 9,9 млрд м³ в 1960 г. добыча возросла до 19,1 млрд м³ в 1965 г., т.е. почти в два раза. В 1965–1968 гг., несмотря на увеличение темпов и масштабов ввода мощностей газопроводов (с 4,26 тыс. км/год в пятилетке 1960–1965 гг. до 5,04 тыс. км/год в 1966–1970 гг.), темпы прироста добычи газа в стране снизились с 19,1 млрд м³ в 1965 г. до 11,7 млрд м³ в 1968 г. Прогресс в сооружении МГ не успевал за темпами увеличения дальности транспорта газа, поэтому потребовалось сделать следующий шаг во внедрении достижений науки и техники.

II период (1968–1972 гг.) – период сооружения МГ из труб диаметром 1220 мм на рабочее давление 5,5 МПа, выполнения технико-экономического обоснования для дальнейшего повышения рабочего давления и диаметра трубопроводов; период, в течение которого были разработаны мероприятия по организации производства труб, оборудования и строительству более мощных и эффективных МГ.

В начале этого периода (до 1970 г.) рост производительности газопроводов в 1,4–1,5 раза соответствовал увеличению темпов прироста добычи газа.

III период (1973–1990 гг.) – период преимущественного сооружения МГ из труб диаметром 1420 мм на рабочее давление 7,5 МПа с охлаждением транспортируемого газа, что позволило обеспечить необходимый уровень прироста добычи газа до 40 млрд м³/год, повысить производительность МГ более чем в два раза при снижении удельных металлозатрат на 20–30 %.

Из-за высоких темпов строительства МГ диаметром 1420 мм защитное покрытие от коррозии наносилось на трубы в виде полимерных изоляционных лент. Такое покрытие не обеспечивало долговечность и защиту от общей и особенно от стресс-коррозии, поэтому в начале 1990-х гг. во ВНИИГАЗе были разработаны Технические требования на антикоррозионное наружное покрытие труб диаметром до 1420 мм для подземной прокладки трубопроводов с повышенной стойкостью против стресс-коррозии. Согласно этому документу изоляционная система при нанесении ее на стальную поверхность со степенью очистки в пределах Sa 2–2 ½ по стандарту SIS-055900-1967 в заводских условиях соответствует требованиям к покрытию. Наружное покрытие при толщине 2,5 мм должно обеспечивать длительную (не менее 40 лет) защиту от коррозии.

На всех этапах развития газовой промышленности шла работа над созданием принципиально новых технологий для существенного улучшения технико-экономических показателей транспорта газа. Речь идет о методах транспортировки газа в охлажденном (до 203 К), сжиженном или отвержденном (гидратном) состояниях. Суть перечисленных методов состоит в повышении плотности транспортируемой среды. Особняком стоит способ, основанный на идее химического преобразования природного газа в жидкий метанол с его последующей транспортировкой. Не анализируя подробно результаты этих исследований, отметим, что все эти способы не могли и не могут в обозримой перспективе рассматриваться в качестве серьезной альтернативы традиционному трубопроводному транспорту газа. Их неконкурентоспособность объясняется либо технической нереализуемостью проектов (низкотемпературные газопроводы), либо неудовлетворительными технико-экономическими показателями.

Одним из важных этапов технического прогресса в магистральном транспорте газа явился переход на использование полнонапорных ГПА, начавшийся в середине 1970-х гг. Применение технологических схем КС на базе параллельного включения полнонапорных нагнетателей по сравнению с вариантом

параллельно-последовательного сжатия неполнонапорными нагнетателями обеспечивает ряд важных технологических преимуществ: упрощается технологическая схема КС, уменьшается количество необходимой запорной арматуры, снижаются капиталозатраты на сооружение КС, повышается надежность работы КС и газопровода в целом. С точки зрения ресурсосбережения наиболее важным технологическим преимуществом полнонапорного сжатия является возможность сокращения установленных рабочих и резервной мощностей ГПА и экономия топливно-энергетических ресурсов, расходуемых на компримирование. Это достигается за счет следующих факторов:

- исключаются установка и работа избыточного агрегата благодаря возможности включения нечетного числа машин (при параллельно-последовательной схеме компримирования в работе всегда находится четное число ГПА);

- сокращаются потери давления в обвязке КС за счет ее упрощения;
- повышается экономичность работы ГПА на режимах регулирования производительности;

- сокращается число резервных ГПА за счет более высокой надежности КС при параллельном включении нагнетателей.

Укрупнение единичной мощности ГПА, внедрение полнонапорных центробежных нагнетателей и другие новые проекты, а также строительные решения привели к возможности сооружения унифицированных КС. При этом практически в 1,5 раза удалось сократить объем строительно-монтажных работ и сроки строительства. В результате была обеспечена возможность строительства до 60–70 КС в год промышленными методами.

К настоящему времени технология транспорта газа по газопроводам диаметром 1420 мм при давлении 7,5 МПа стала базовой. Несмотря на то что указанные газопроводы по протяженности в ЕСГ составляют около 40 %, их доля в товаротранспортной работе превышает 90 %.

Реализация долговременной программы поэтапного увеличения диаметров и рабочих давлений МГ сыграла решающую роль в быстром наращивании добычи газа в стране. Несмотря на непрерывный рост средней дальности газопередачи, а также увеличение затрат на сооружение и эксплуатацию газотранспортных систем в сложных природно-климатических условиях, в конечном счете она обеспечила газовой промышленности опережающие темпы развития среди других отраслей топливно-энергетического комплекса.

IV этап начался с 2000-х гг., когда стали сооружаться морские газопроводы и был реализован дальнейший рост рабочего давления (до уровней 9,8; 11,8 МПа и более). Это потребовало разработки новых научно-технических решений, соответствующих материально-технических средств, развития смежных отраслей промышленности, переориентации ресурсной базы и в целом изменения стратегии развития ПАО «Газпром».

Вывод значительных объемов газа с месторождений п-ова Ямал в центр, на юг страны и на экспорт (в перспективе – более 300 млрд м³/год) потребовал создания нового класса МГ. Для этого имелись следующие предпосылки:

- значительное повышение цен на энергоресурсы, добычу газа и газ на собственные нужды;

- прогресс в металлургической промышленности (возможность прокатки листовой стали с более высокими прочностными характеристиками: в настоящее время – X80, в перспективе – X90, X100 и X120);

- невозможность использования труб из стали прочностью более К60 на газопроводах диаметром 1420 мм при рабочем давлении более 7,5 МПа;

- возможность применения труб с гладкостным внутренним покрытием.

В результате в 2000–2005 гг. ВНИИГАЗом была разработана технология транспорта газа по МГ диаметром 1420 мм при рабочих давлениях до 11,8 МПа с применением труб класса прочности X80 (K65). Она успешно использована при сооружении газопровода Бованенково – Ухта. Технология транспортировки газа при давлении 9,8 МПа внедрена на участке Ухта – Торжок и Грязовец – КС «Портовая» (СЕГ) и реализуется на газопроводе «Сила Сибири».

В последние годы на основе достижений газовой науки и технологии введены в эксплуатацию морские газопроводы «Голубой поток», «Северный поток». Каждый из них имеет свою специфику, свои проблемные особенности как в части проектирования, так и в части сооружения и последующей эксплуатации. Дальнейшее развитие транспорта газа России потребовало от ученых и специалистов газовой отрасли решения новых задач повышенной сложности, связанных с сооружением протяженного газопровода в сложнейших природно-климатических условиях Восточной Сибири при отсутствии реализованных аналогов в отечественной и мировой практике.

На каждом этапе развития технологий транспорта газа выбор оптимальных параметров объектов потребовал от ВНИИГАЗа создания и развития способов и технических средств для реализации решений, полученных на основе теоретических и эвристических методических разработок, а также их апробаций в стендовых и реальных условиях при обосновании рекомендаций для практического внедрения. Речь идет о создании:

- техники и технологии производства труб необходимого сортамента с требуемыми прочностными характеристиками;
- методов и средств защиты трубопроводов от коррозии;
- изоляционных покрытий, в том числе внутритрубных;
- методов и средств диагностики и очистки полости трубопроводов;
- способов и методов прокладки трубопроводов в соответствии с условиями прохождения газопроводов;
- способов и средств охлаждения транспортируемого газа;
- целого ряда других технических средств и способов, обеспечивающих надежное и безопасное функционирование газопроводов.

Таким образом, технический прогресс в газотранспортной подотрасли на всех этапах ее развития фактически определял темпы роста добычи газа в стране, эффективность и надежность газовой отрасли в целом.

Основные этапы научной деятельности ВНИИГАЗа в транспорте газа

Успехи газовой промышленности страны во многом обусловлены обоснованностью научно-технической политики и техническим прогрессом в магистральном транспорте газа. Поскольку МГ являются самыми капиталоемкими и металлоемкими объектами газовой промышленности, на их долю приходится более 80 % основных фондов отрасли. По совокупности разработанных технологических решений, реализованных на объектах ЕСГ, и достигнутому экономическому эффекту можно утверждать, что газотранспортное направление ВНИИГАЗа внесло весомый вклад в развитие газовой промышленности России.

Первый отечественный МГ Саратов – Москва был построен в 1946 г. еще до создания ВНИИГАЗа. Однако будущие организаторы и руководители института внесли решающий вклад в разработку технических решений по этому газопроводу. Так, по заданию Главгазтопрома при Совете министров СССР Иван Ефимович Ходанович, будучи начальником отдела этого Главка, впервые в СССР провел предпроектную разработку и дал технико-экономическое

обоснование сооружения газопровода Саратов – Москва. Экспертиза проекта сооружения газопровода была выполнена Павлом Александровичем Теснером. За активное участие в строительстве и пуске этого газопровода высоких правительственных наград были удостоены сотрудники ВНИИГАЗа Павел Александрович Теснер, Владимир Николаевич Раабен, Константин Станиславович Зарембо, Василий Михайлович Сенюков, Анатолий Львович Козлов, Валентин Александрович Астахов, Иван Николаевич Царев и др.

Следует отметить, что в этот период бесспорным мировым лидером в области добычи, транспорта и переработки природного газа были США. Первенец отечественной газовой индустрии газопровод Саратов – Москва был построен с использованием новейшей на то время американской техники и технологии. Однако нашим специалистам предстояло решить ряд специфических технических вопросов строительства, связанных с природно-климатическими условиями России, в частности с глубиной укладки трубопровода. С целью исключения влияния сезонного промерзания грунта на устойчивость газопровода было принято решение о его укладке ниже зоны промерзания, т.е. на глубину 2–2,5 м.

Анализ результатов строительства и первых лет эксплуатации газопровода Саратов – Москва показал, что опыт, накопленный за многие годы успешного развития газовой промышленности США, не в полной мере приемлем для условий России. Во-первых, отсутствовала единая научно-методическая база проектирования и строительства отечественных газопроводов. Формулы для прочностного, гидравлического и теплового расчетов газопроводов носили эмпирический или полуэмпирический характер и были адаптированы к нормативной традиции США. Во-вторых, в силу отличий политической и экономической систем двух стран оптимальные технико-технологические решения американских газотранспортных компаний не всегда были столь же эффективны для нерыночной действительности нашей страны.

Надо было искать свой путь развития, создавать свою научную базу проектирования, строительства и эксплуатации объектов магистрального транспорта газа. Эти задачи были возложены на ВНИИГАЗ, созданный специальным постановлением Правительства СССР в 1948 г. Ему предстояло объединить существующие в стране научные коллективы и в тесном сотрудничестве с академической и вузовской наукой создать научные основы интенсивного развития отечественной газовой промышленности.

Первым научным руководителем и непосредственным исполнителем исследовательской программы работ ВНИИГАЗа в области магистрального транспорта газа был заместитель директора по науке и главный инженер нового института И.Е. Ходанович, вклад которого в становление отечественной школы магистрального транспорта газа огромен. По его инициативе первые МГ страны стали объектами опытно-промышленных исследований и широкомасштабных экспериментальных работ. В относительно короткие сроки в содружестве с институтами АН СССР, Московским нефтяным институтом им. акад. И.М. Губкина и рядом отраслевых институтов страны были решены многие проблемы проектирования и эксплуатации газопроводов, создана отечественная школа магистрального транспорта газа, оказавшая в последующие годы большое влияние на формирование технической политики газовой промышленности страны.

Каждый новый газопровод, сооружаемый в нашей стране, выгодно отличался от своего предшественника по технологическим и технико-экономическим показателям.

С конца 1950-х гг. в связи с открытием крупных газовых и газоконденсатных месторождений в отдаленных районах страны (на Северном Кавказе, в Средней Азии, а затем на севере Западной Сибири) встал стратегический для отрасли вопрос – какой должна быть техническая политика развития газотранспортных систем. Надо было решить, по крайней мере, четыре проблемы:

- 1) существенного повышения производственной мощности газопроводов;
- 2) сокращения удельной ресурсоемкости (металло- и капитальных затрат) МГ;
- 3) сокращения трудозатрат, сроков строительства газопроводов, а также сроков освоения их проектных мощностей;
- 4) повышения надежности и гибкости систем газоснабжения страны.

Из анализа возможных направлений технического прогресса в качестве первоочередного было выбрано увеличение диаметров газопроводов. Исследованиями ВНИИГАЗа было показано, что для специфических условий СССР, располагавшего большими запасами газа и имевшего острую необходимость в наращивании добычи газа и увеличении его доли в топливно-энергетическом балансе страны, увеличение диаметров газопроводов является наиболее эффективным инструментом воздействия на технико-экономические показатели транспорта газа. Увеличение пропускной способности МГ пропорционально увеличению диаметра в степени 2,6, что приводит к снижению удельной металлоемкости газопроводов, удельных капитальных затрат и эксплуатационных расходов.

Увеличение диаметра газопровода с 300 мм (Саратов – Москва) до 1400 мм (современное состояние) привело к росту пропускной способности газопровода более чем в 50 раз и снижению всех без исключения расходных удельных показателей (металлозатрат, капитальных вложений и эксплуатационных расходов) в 6–8 раз.

Расширение масштабов систем газоснабжения потребовало поиска путей дальнейшей интенсификации транспорта газа. Был рассмотрен ряд предложений по улучшению технико-экономических показателей дальней транспортировки газа. Среди них наиболее существенные:

- увеличение диаметров газопроводов до 2–2,5 м (Юлий Израилевич Боксерман);
- транспорт газа в сжиженном состоянии при температуре минус 100 – минус 120 °С и давлении 5,4 МПа (Гурами Эрастович Одишария и др.);
- транспорт газа, охлажденного до минус 70 °С, при давлении 9,8 МПа (Гурами Эрастович Одишария, Осип Александрович Беньяминович и др.).

Анализ технико-экономических показателей и реализуемости дальнейшего увеличения диаметров до 2–2,5 м, выполненный ВНИИГАЗом, ВНИПИтрансгазом и Гипроспецгазом показал, что этот вариант неприемлем.

Анализ двух последних предложений показал, что с технико-экономической точки зрения они более благоприятны по сравнению с транспортом газа в обычном состоянии. Однако реализация этих предложений потребовала бы перестройки промышленности страны (с соответствующими инвестициями): создание хладостойких труб, специальных изоляционных материалов, холодильной техники, средств перекачки и др. Кроме того, большую настороженность у строителей вызывала повышенная трудоемкость сооружения таких газопроводов. Поэтому принятие конкретных решений по этим предложениям было сочтено несвоевременным. Развитие транспорта газа пошло по другому пути.

Группа специалистов ВНИИГАЗа (Загидулла Талипович Галиуллин, Иван Ефимович Ходанович, Сергей Всеволодович Карпов и др.), Госплана СССР (Евгений Яковлевич Юдин, Борис Иванович Ксенз), ВНИПИтрансага и ВНИИСТА доказали целесообразность сооружения МГ с параметрами, при которых были бы задействованы все резервы снижения удельных металло- и энергозатрат на транспорт газа. Предлагалось комплексно: повышение диаметров газопроводов до 1420 мм, повышение рабочего давления до 7,4 МПа и применение труб из металла более высокой прочности (вместо стали Х52). Переход на технологию транспорта газа по газопроводам диаметром 1420 мм на давление 7,4 МПа взамен транспорта газа по газопроводам диаметром 1220 мм на давление 5,4 МПа позволил сэкономить более 10 млн т труб, 25 млрд м³ газа на собственные нужды, обеспечить ежегодные темпы прироста добычи газа до 40–50 млрд м³.

Одновременно развивались исследования по созданию новой высокопроизводительной и экономичной газоперекачивающей техники, а также технологической надежности МГ и ГТС в целом.

Транспортирование газонасыщенных жидкостей

Наряду с проблемами транспорта газа ВНИИГАЗом были решены также вопросы транспортирования газонасыщенных жидкостей (нестабильный конденсат, широкая фракция легких углеводородов, этан) в однофазном и двухфазном состояниях (Василий Андреевич Мамаев, Гурами Эрастович Одишария, Владимир Сергеевич Сафонов, Олег Викторович Клапчук, Виктор Петрович Славинский и др.). Проблема транспорта нестабильного конденсата с высокой упругостью паров (около 3,5 МПа) на большие расстояния возникла в связи с освоением Вуктыльского газоконденсатного месторождения. Для транспорта жидкостной продукции Вуктыла была разработана и в кратчайшие сроки реализована на конденсатопродуктопроводе Вуктыл – Ухта технология транспорта газонасыщенной жидкости в однофазном состоянии с помощью насосных станций со специальными устройствами обеспечения антикавитационного подпора на всасе насосных агрегатов. Требуемый режим перекачки газонасыщенной жидкости обеспечивался регуляторами давления, настроенными на режим, соответствующий условиям однофазности потока в магистрали. Впоследствии указанная технология была использована для магистрального транспорта дезанизированного конденсата Уренгойского и Ямбургского месторождений на Сургутский завод стабилизации конденсата.

Для транспорта этана Оренбургского месторождения ВНИИГАЗом под руководством Г.Э. Одишарии, В.С. Сафонова и другими учеными в соавторстве с ЮжНИИГипрогазом была разработана технология перекачки, предусматривающая переход этана из газообразного состояния в жидкое в процессе транспортирования непосредственно в трубопроводе при сверхкритическом давлении.

Компрессорно-технологическое направление

На всех этапах развития транспорта газа в стране особо вставал вопрос технологии компримирования газа и сооружения компрессорных станций – наиболее трудоемких объектов магистральных газопроводов.

Анализ, выполненный ВНИИГАЗом еще в 1950–1960 гг. при формировании ГТС Северный Кавказ – Центр, показал, что преимущества поршневого привода ГПА исчерпаны и не отвечают новым требованиям из-за недостаточной единичной мощности, высоких капитальных затрат, трудностей автоматизации, повышенных трудозатрат, дефицита квалифицированного пер-

сонала при эксплуатации и других факторов. Альтернативой поршневым двигателям и компрессорам являются газотурбинные и электрические установки для привода центробежной компрессорной машины (ЦБН). Анализ технико-экономических показателей газотурбинного и электрического привода (Анатолий Константинович Арский, Владимир Моисеевич Гальперин, З.Т. Галиуллин, Сергей Николаевич Сеницын, Владимир Александрович Щуровский, Аркадий Фёдорович Комягин, Игорь Владимирович Ткаченко и др.) подтвердил его эффективность. В результате первая мощная ГТС Ставрополь – Москва была оснащена газотурбинным и электрическим приводами с единичной мощностью 4 МВт.

Для отработки и приемочных испытаний ГПА нового поколения в Новгороде была сооружена опытная КС. ВНИИГАЗом (В.А. Щуровский, С.Н. Сеницын, Валентин Дмитриевич Доброхотов, Виктор Иванович Корнеев, Александр Константинович Клубничкин) разработана методическая база этих испытаний. На этой опытной КС по методике ВНИИГАЗа прошли испытания и доводка всех новых ГПА того поколения мощностью 6, 10 и 25 МВт.

Наряду с исследованиями, связанными с созданием новой газоперекачивающей техники, были развернуты НИР по повышению надежности и эффективности действующего оборудования КС. В 1967–1975 гг. совместно с ВНИПИгаздобычей были проведены широкие исследования эрозийного износа осевых компрессоров ГТУ. На основе этих исследований были сформулированы критерии отбраковки проточных частей, нормативные требования к степени очистки воздуха и сделан принципиальный вывод о ключевом направлении борьбы с эрозией ГТУ – создание высокоэффективных воздухоочистительных устройств (ВОУ) (Лилия Фёдоровна Кравцова, Владимир Васильевич Пчёлкин, Юрий Николаевич Сеницын, Юрий Семёнович Чарный, Владимир Иванович Музалевский). Работы по созданию комплексного ВОУ были начаты в 1971 г. (Борис Иванович Морозов, В.В. Пчёлкин). В результате этих работ в течение последующих 10 лет на КС южных регионов было модернизировано около 400 ГТУ. Эти разработки нашли также широкое применение и в других системах, например в системах воздушного охлаждения электропривода, в нефтяной и газовой промышленности.

Подобные исследования были начаты в 1973 г. и применительно к эрозии центробежных нагнетателей (С.Н. Сеницын, Ю.Н. Сеницын, В.А. Щуровский, Тамара Тихоновна Пятахина, Валерий Иванович Глушков, Валерий Кириллович Суринович). В результате этих исследований было разработано большое количество новых технических решений, защищенных авторскими свидетельствами, и был сделан принципиально новый вывод о необходимости внешней защиты оборудования за счет совершенствования установок очистки газа на компрессорных станциях.

В 1965–1968 гг. ВНИИГАЗом (Б.И. Морозов, Александр Семёнович Лезнов, В.А. Щуровский, В.В. Пчёлкин) была разработана и внедрена система воздушного охлаждения масла на газотурбинных ГПА, позволившая исключить «мокрые» процессы на КС. Эта система была применена для модернизации всех эксплуатируемых, а затем во всех новых конструкциях ГТУ.

В 1975–1985 гг. был выполнен большой комплекс работ по повышению надежности и эффективности оборудования КС. В 1983–1990 гг. ВНИИГАЗом (В.А. Щуровский, Ю.Н. Сеницын, В.И. Корнеев) исследован и решен вопрос эксплуатации и модернизации регенеративных ГТУ (прежде всего ГТК-10, суммарная мощность которых достигала 10 млн кВт), что позволило реализовать

повышение степени регенерации ГТУ с 0,7 до 0,8–0,85; разработку трубчатой конструкции регенераторов для агрегатов ГТК-10 и ГТ-750-6; перевод на регенеративный цикл импортных агрегатов ГТК-10И и ГТК-25И. Эти решения обеспечили снижение затрат топливного газа для ГПА на 20–25 %.

Нормативная база для использования ГПА в газовой промышленности ВНИИГАЗом создавалась совместно с ЦКТИ и включила систему стандартов, методов и программ испытаний, параметров, технических требований и технических условий.

Одним из важных этапов развития технологии компримирования газа на КС отечественных газопроводов явилось обоснование использования полнонапорной технологии компримирования взамен технологии, заимствованной из зарубежного опыта и ориентированной на сравнительно маломощные газопотоки, повышенную неравномерность подачи газа и небольшое количество ГПА на КС. В условиях отечественного магистрального транспорта газа это приводило к неоправданному усложнению технологических схем КС, снижало надежность их работы, тормозило внедрение более эффективных ГПА. Исследования по пересмотру заимствованной схемы компримирования были выполнены во ВНИИГАЗе в конце 1960-х – начале 1970-х гг. (Евгений Владимирович Леонтьев, С.Н. Сеницын, Игорь Владимирович Барцев). Технологические и экономические преимущества полнонапорной схемы компримирования обеспечили ее массовое внедрение на всех отечественных газопроводах. Указанное техническое решение имело еще одно полезное следствие – появилась возможность создания ГПА повышенной эффективности мощностью 16–25 МВт и их применения на основных газопроводах диаметром 1420 мм на давление 7,4 МПа.

В 1980–1983 гг. была выполнена важнейшая работа по унификации проектов наземных объектов мощных МГ. В результате было обеспечено сокращение продолжительности строительства КС на 6–7 месяцев и стоимости строительно-монтажных работ на 41–55 %. В 1985 г. работа, в числе авторов которой Юрий Николаевич Ванюшин, Г.Э. Одишария, В.А. Щуровский, была удостоена премии Совета министров СССР.

К середине 1980-х гг. технический уровень производства отечественного машиностроения начал отставать от мирового уровня, что сказалось прежде всего на надежности оборудования (агрегаты ГТН-25 и ГТН-16). Работы, проводившиеся в 1985–1990 гг. совместно со смежными отраслями (от ВНИИГАЗа в них участвовали З.Т. Галиуллин, С.Н. Сеницын, В.А. Щуровский), позволили обосновать целесообразность использования новейшего отечественного оборудования и создать конкурентную среду в этой области. В результате в настоящее время в России создано новое поколение газотурбинных ГПА, включающее более 10 типоразмеров высокоэффективных газотурбинных приводов мощностью от 2,5 до 25 МВт.

Одновременно ВНИИГАЗом (З.Т. Галиуллин, В.А. Щуровский, Ю.Н. Сеницын, В.И. Корнеев) был решен ряд методических вопросов экологической направленности, необходимых для обеспечения контроля и учета выбросов загрязняющих веществ; сформирован и утвержден пакет руководящих документов. На основе широкомасштабных экспериментальных исследований проведена паспортизация показателей выбросов на КС и утвержден их каталог.

В 1970–1980 гг. ВНИИГАЗ (Владимир Александрович Богданов, Ольга Васильевна Рыкунова) активно взаимодействовал с различными предприятиями (завод «Двигатель революции», ныне – ОАО РУМО, и КБ им. Н.Д. Кузнецова) при разработке специализированных масел для ГПА. В этот период были раз-

работаны такие масла, как МГД-14М для газомотокомпрессоров и «Петрим» для ГПА с приводом от конвертированных авиационных газотурбинных двигателей.

В последнее десятилетие компрессорно-технологическое направление получило дальнейшее развитие в части нормативно-методического обеспечения новых компрессорных технологий и техники по следующим направлениям:

- обеспечение производственных технологических показателей КС (показатели назначения);
- энергетическая оптимизация с сопутствующим экологическим эффектом;
- единство методических подходов на основных стадиях жизненного цикла в разных бизнес-процессах для КС различного назначения, построенное на основополагающих принципах ГОСТ 31607-2012 «Энергосбережение. Научно-методическое обеспечение. Основные положения»;
- введение единой технической политики в области применения масел и смазочных материалов в эксплуатируемом на КС оборудовании.

Вопросы оптимизации работы ГПА потребовали решения в связи с развитием технологии транспорта газа и технике его компримирования, в частности:

- увеличение рабочего давления в газопроводах до 10 и 12 МПа;
- расширение режимов линейных КС (ЛКС) по расходу и степени сжатия (от 1,25 до 2);
- укрупнение мощностей ГПА до 32 МВт;
- применение модульной технологической обвязки центробежных компрессоров (ЦБК) (с агрегатными установками охлаждения и очистки газа);
- проектирование КЦ как многоагрегатных структур (от 3 до 8 ГПА) в составе многоцеховых КС, работающих в едином гидравлическом режиме;
- применение двухсекционных компрессоров с промежуточным охлаждением (на «береговых» КС перед морскими переходами и на станциях подземного хранения газа).

Принципы и методики оптимизации технологических режимов проектируемых КС и характеристик ГПА определены ВНИИГАЗом в следующих отраслевых нормативных документах: нормы технологического проектирования МГ, типовые технические требования к ГПА и рекомендации по выбору газоперекачивающего оборудования для нового строительства и реконструкции.

Процесс технологического проектирования ЛКС включает в себя последовательные стадии, использующие соответствующие методические принципы.

«Термодинамическая» методика, разработанная для норм технологического проектирования, позволяет определить типоразмер ГПА (и ЦБК) на стадии предынвестиционных исследований без использования конкретных газодинамических характеристик ЦБК и имеет в качестве базовых данных периодически актуализированные данные о техническом уровне энергоэффективности.

«Газодинамическая» методика служит для создания (или выбора) ЦБК, соответствующего технологическому заданию для КС, требованиям согласования с приводом и системе базовых корпусов ЦБК.

«Технико-экономическая» методика предназначена для сравнительной оценки тендерных предложений поставщиков по критерию стоимости жизненного цикла (СЖЦ) в части показателей ЦБК.

На базе рекомендаций ВНИИГАЗа предприятиями – изготовителями компрессорной техники разработаны системы базовых корпусов ЦБК и сменных проточных частей (СПЧ) линейных и дожимных модификаций. СПЧ – это газодинамическая вставка с параметрами (мощность, степень сжатия, расход), оптимизированными для режимов конкретной КС, использование которой возможно в унифицированном корпусе компрессора.

В последние годы на КС ПАО «Газпром» применена продукция 10 разных фирм (из которых 5 – российские). Следовательно, задача потребителя – обеспечить единые организационные и технические требования в работе с разными фирмами (с учетом их стандартов), а поставщика – иметь равные и определенные условия сравнения и оценки качества поставляемой продукции. ВНИИГАЗом разработан комплекс нормативно-технической документации (НТД) для обеспечения и сопровождения применения всех компрессорных технологий и оборудования.

В 2017 г. за работу «Научно-методическое и нормативное обеспечение эффективных компрессорных технологий в газовой отрасли» группа сотрудников ВНИИГАЗа (Александр Зайнетдинович Шайхутдинов, В.А. Щуровский, Сергей Юрьевич Сальников, Роман Владимирович Шинтяпин, Алексей Владимирович Семушкин) удостоена Общественной премии имени Н.К. Байбакова.

Новые технологии компримирования потребовали совершенствования технического облика газоконпрессорной техники. В 2009 г. была утверждена Научно-техническая политика ПАО «Газпром» в области газоперекачивающей техники, разработанная на базе работ ВНИИГАЗа, выполненных в 2006–2008 гг. (Сергей Иванович Козлов, Владимир Васильевич Огнев, Ю.Н. Сеницын, В.А. Щуровский). В документе были сформированы конструктивный облик и технико-экономические характеристики перспективных ГПА. Типичными представителями современной продукции являются ГПА серии «Урал», создание которых удостоено в 2004 г. премии Правительства РФ (в числе лауреатов сотрудники ВНИИГАЗа А.З. Шайхутдинов и В.А. Щуровский).

Научный потенциал ВНИИГАЗа, включая технические требования, испытания, сертификацию, успешно используется для поддержки инновационной продукции малых и средних предприятий. Речь идет об энергоэффективных АВО газа и масла, установках подготовки газа, системах «пэкиджа» ГПА, системах промывки компрессоров и маслообеспечения, малоэмиссионных камерах сгорания для модернизации ГТУ, системах газодинамических уплотнений, магнитных подшипниках с системами управления, топливомасляных теплообменниках, системах диагностики, современных САУ ГПА, установках очистки выхлопных газов от оксидов азота.

С 2009 г. во ВНИИГАЗе была создана отдельная лаборатория масел и смазочных материалов. Основной целью ее деятельности является научно-методическое обеспечение функционирования системы контроля над качеством масел и смазочных материалов, включающее экспертизу и выработку рекомендаций по техническим предложениям разработки, производства и применения масел, смазочных материалов, технологического оборудования в системе маслообеспечения дочерних обществ ПАО «Газпром».

Группой специалистов (Александр Анатольевич Мухин, Сергей Юрьевич Поляков, Анастасия Евгеньевна Скрябина) разработаны нормативные документы, регламентирующие применение смазочных материалов в ПАО «Газпром», новые методы оценки эксплуатационных свойств смазочных масел. В сотрудничестве с ведущими предприятиями нефтепереработки, такими как ООО «Газпромнефть СМ», ПАО «ЛУКОЙЛ», специалистами

ВНИИГАЗа разработаны и внедрены новые марки масел и гидравлических жидкостей: масла для ГПА ЛУКОЙЛ МГК-8ГП, Газпромнефть ИПМ-12ГП, Газпромнефть МГД-20М, турбинное масло Тп-22С ГП, гидравлическая жидкость для трубопроводной арматуры ЛУКОЙЛ Гейзер А.

Реконструкция объектов транспорта газа

К концу 1980-х гг. в результате физического и морального старения производственных мощностей газотранспортная система страны вступила в период постоянно нарастающей необходимости реконструкции газопроводов. Стратегически важной для отрасли стала проблема предотвращения дальнейшей деградации газотранспортной системы, приведения ее к современным требованиям по величине и направлению газопотоков, надежности, безопасности и, в конечном счете, по экономической рентабельности. С момента появления этой проблемы ВНИИГАЗ стал ее первопроходцем и одним из ключевых структурных звеньев ее решения.

Ведущими специалистами ВНИИГАЗа Евгением Владимировичем Леонтьевым, Ольгой Петровной Стурейко, В.А. Щуровским и другими разработана отраслевая концепция реконструкции газотранспортных систем и создана научная база формирования и реализации общеотраслевых программ реконструкции и технического перевооружения объектов транспорта газа. Необходимо подчеркнуть комплексный и многопрофильный характер этой работы, который выражается: а) в учете взаимодействия транспорта газа с системами добычи, распределения и подземного хранения газа; б) охвате всех технологических звеньев газопроводов (компрессорных станций, линейной части, вспомогательных систем – электрохимической защиты, телемеханики, энерготеплоснабжения, технологической связи); в) многоцелевом характере реконструкции ГТС (обеспечение перспективных газопотоков, надежности, промышленной и экологической безопасности, экономической рентабельности транспорта газа).

Научные исследования ВНИИГАЗа в области реконструкции ГТС состояли в обосновании технических и технико-экономических критериев вывода объектов в реконструкцию и обосновании типовых технических решений по реконструкции КС, линейной части и других объектов газопроводов. Исследования по реконструкции ГТС выполнялись на базе системного подхода с рассмотрением каждого объекта реконструкции как элемента ЕСГ. Это потребовало решения большого комплекса расчетно-теоретических проблем по определению загрузки ГТС, их фактической и прогнозируемой пропускной способности, выявлению узких мест, т.е. объектов, сдерживающих транспорт и поэтому нуждающихся в реконструкции. Учитывая размерность ГТС, масштабы проблемы, исследования проводились с использованием высокоэффективных алгоритмов и программно-вычислительных комплексов разработки специалистов ВНИИГАЗа, а также целевой адаптации вычислительной продукции других разработчиков.

Для реконструкции КС разработаны и проверены на пилотных образцах и опытных партиях эффективные технические решения по модернизации и замене ГПА, в том числе с увеличением единичной мощности.

Основной экологической целью реконструкции и модернизации КС является ограничение выбросов в атмосферу загрязняющих веществ (прежде всего оксидов азота и углерода). В соответствии с отраслевыми программами, разработанными ВНИИГАЗом (1991 и 1995 гг.), подготовлен ряд технических решений и проведена широкомасштабная модернизация камер сгорания более чем на 600 газотурбинных агрегатах.

Начиная с 1991 г. ВНИИГАЗом разработаны шесть общепромышленных комплексных программ реконструкции объектов транспорта газа, пять из которых уже реализованы и обеспечили реальный технологический эффект, выразившийся в повышении производственной мощности (производительности) ГТС, снижении энергозатрат на транспорт газа, сокращении риска возникновения аварийных ситуаций, снижении выбросов вредных веществ (окислов азота) в атмосферу; сокращении доли КС с неблагоприятной экологической обстановкой с 60 до 35 %.

Каждая программа реконструкции разрабатывалась на основе отраслевой концепции, утвержденной руководством ПАО «Газпром», учитывающей актуальные задачи и проблемы текущего периода, а также перспективы развития ЕСГ и ПАО «Газпром» в целом. В 2016 г. подготовлена и получила высокую оценку Правления ПАО «Газпром» комплексная программа, определяющая реконструкцию газотранспортной системы на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу.

Оптимальное проектирование магистральных газопроводов

ВНИИГАЗ явился одним из родоначальников компьютеризации проектирования, сооружения и эксплуатации газотранспортных систем. Еще в 1960–1970-е гг. в институте под руководством доктора технических наук, профессора Рауфа Израилевича Гутенмахера, Михаила Григорьевича Сухарева, Евгения Романовича Ставровского и других была разработана алгоритмическая база компьютерных моделей для транспорта газа. Отдельно следует отметить вклад группы специалистов-технологов во главе с С.Н. Синицыным (И.В. Барцев, Е.В. Леонтьев, Нина Михайловна Конюхова), создавших систему представления характеристик центробежных нагнетателей в так называемой приведенной форме, чрезвычайно удобной для компьютерных расчетов и широко используемой до настоящего времени при моделировании работы КС.

Впервые вопросы компьютеризации расчетов эксплуатационных режимов МГ поставили д.т.н., проф. И.Е. Ходанович, М.Г. Сухарев, О.П. Стурейко, Э.Е. Загоринский и др.

Непосредственную разработку первых программ для решения задач оптимального проектирования и эксплуатации газопроводов выполнила группа сотрудников во главе с М.Г. Сухаревым (Е.Р. Ставровский, О.П. Стурейко, Виктор Антонович Ефремов, Юрий Васильевич Хромов и др.). Многопрофильный характер института, включающего в себя транспортников различной специализации, позволил создать комплекс эффективных программ, ориентированных на электронно-вычислительную технику того времени. Большая часть алгоритмических и программно-вычислительных решений оказались классическими и используются до настоящего времени в современных программных продуктах во ВНИИГАЗе и других организациях газовой отрасли.

Начавшееся в конце 1960-х – начале 1970-х гг. бурное развитие ГТС в стране потребовало разработки методик определения оптимальных параметров проектируемых газопроводов. Первые решения в этой области, основанные на классических методах линейного, нелинейного и динамического программирования, были предложены М.Г. Сухаревым, Е.Р. Ставровским и др. Они успешно использовались в программно-вычислительных комплексах первого поколения и применяются до сих пор.

В 1980-е гг. методы оптимального проектирования газопроводов получили дальнейшее развитие. Во ВНИИГАЗе была разработана методика определения оптимальных параметров газопроводов, основанная на использовании

так называемых обобщенных комплексов, объединяющих исходные технические и экономические параметры. Методика особенно удобна для прогнозной оценки параметров перспективных газопроводов в условиях недостаточно определенной исходной информации, что важно при решении задач стратегического развития ГТС. Авторами этой разработки были Е.В. Леонтьев, З.Т. Галиуллин, Ю.В. Хромов. Результаты исследований опубликованы в «Известиях АН» СССР. Данная методика широко использовалась при обосновании проектных параметров газопроводов, строившихся в 1980–1990-е гг.

Вопросы оптимизации параметров проектируемых газопроводов по мере накопления опыта и развития научных подходов в области транспортировки газа потребовали дополнительных проработок. С этой целью специалистами ВНИИГАЗа Е.В. Леонтьевым, Дмитрием Вячеславовичем Горловым, Алексеем Юрьевичем Косаревым и другими выполнено углубленное обоснование технико-экономической эффективности сооружения газопроводов различных диаметров на повышенное давление. Приняты во внимание современные тенденции развития отечественного магистрального транспорта газа, требующие применения новых, все более интенсивных ресурсосберегающих технологий, которые позволили бы снизить инвестиционные затраты и повысить технико-экономическую эффективность инвестиционных проектов в усложняющихся районах строительства газопроводов.

Известно, что на выбор оптимальных параметров газотранспортных технологий влияет множество факторов: технических (наличие внутреннего гладкостного покрытия, класс прочности металла труб и др.), экономических (исходные стоимостные показатели по трубам, оборудованию, СМР и др.), специальных (особые требования заказчика, особенности района строительства, прохождение проектируемого газопровода в одном коридоре с существующими газопроводами и др.). Сложность задачи оптимизации проектируемых газопроводов обусловлена именно множественностью оптимизируемых параметров и исходных технических и экономических показателей. Эти показатели оказывают далеко не одинаковое влияние на оптимальные параметры газопроводов.

В связи с этим на этапе предпроектных исследований рекомендовано использовать специальную методику формирования перечня конкурирующих технологических вариантов, оперирующую исходными показателями, оказывающими наибольшее влияние на оптимизируемые параметры, и позволяющую обоснованно исключить из дальнейшего рассмотрения заведомо неэффективные с технической и экономической точки зрения технологические варианты.

Учтено, что исходные стоимостные показатели на предпроектной стадии имеют прогнозный и зачастую неопределенный характер. В связи с этим методика формирования перечня перспективных конкурирующих технологий на предпроектном этапе допускает определенную погрешность результатов. Эта погрешность может выражаться в некоторой избыточности предлагаемых к дальнейшему рассмотрению технологических вариантов, часть из которых на стадии конкретного проектирования может оказаться неэффективной. Однако ни в коем случае не должен быть потерян оптимальный вариант, который должен выявиться при конкретном проектировании.

При разработке методики формирования конкурирующих технологических вариантов использован ряд подходов, упрощающих методику:

- а) приоритетная оптимизация проектных параметров, оказывающих наибольшее влияние на выбор оптимальной технологической схемы газопровода;
- б) принцип ограничения максимального диаметра труб величиной 1420 мм;

в) принцип одновременного повышения проектного давления и прочностных характеристик металла труб;

г) применение труб класса прочности X-80 только при давлении более 7,45 МПа.

В результате исследований сформулированы основные закономерности выбора конкурирующих технологических вариантов при проектировании МГ, заключающиеся в следующем:

- при заданной производительности следует выбирать вариант с наименьшим числом ниток линейной части газопровода. Основные экономические показатели системы могут быть определены еще до выбора остальных технологических параметров. Выбор же диаметра и рабочего давления должен быть сделан на этапе проектирования из тех, чья оптимальная производительность близка к заданной;

- при заданном диаметре труб тариф и удельные капиталовложения тем меньше, чем выше производительность. Производительность для систем диаметром 1020 мм ограничена диапазоном 14–40 млрд м³/год (только одна нитка), для систем диаметром 1220 мм – 22–150 млрд м³/год (от одной до трех ниток), для систем диаметром 1420 мм минимальная производительность – 32 млрд м³/год, максимальная не ограничена;

- при заданном давлении имеется та же зависимость экономических показателей от производительности, что и в предыдущем случае. Рабочее давление выше 17,6 МПа не может быть рекомендовано к использованию, оно может применяться только для газопроводов диаметром 1220 мм; 13,7 МПа может быть применено для любых диаметров. Высокое рабочее давление может быть неэффективно для коротких газопроводов.

На основе этих принципов разработана методика выбора конкурирующих технологических вариантов газопровода по формальным экономическим критериям, реализованная в виде компьютерной программы. Проведена апробация метода на проектах отечественных и зарубежных газопроводов, подтвердившая приведенные выше закономерности.

Расчет надежности магистральных газопроводов

Одним из достижений, обеспечивших прогресс в области технологического проектирования, явилась разработка методического и программного обеспечения расчета системной надежности МГ (М.Г. Сухарев, Е.Р. Ставровский, Александр Мирославович Карасевич). Это позволило обосновать технологические схемы проектируемых газопроводов с учетом обеспечения надежности транспорта газа.

К началу 1990-х гг. закончился период массового строительства новых газопроводов. В этих условиях одним из основных направлений повышения экономической рентабельности газотранспортных систем стало снижение эксплуатационных издержек на действующих газотранспортных системах, в том числе за счет снижения их ресурсоемкости и в первую очередь энергоемкости транспорта газа. Во ВНИИГАЗе был выполнен ряд исследований по анализу энергоемкости подотраслей ПАО «Газпром», в первую очередь особенно самой энергоемкой из них – транспорта газа. Актуальность этих исследований была связана также с нарастающим дефицитом добычи газа в стране. Определены стратегические направления и методы снижения энергозатрат (Е.В. Леонтьев, В.А. Щуровский и др.). Результаты этих разработок стали основой принятых в отрасли директивных документов – Концепции энергосбережения в ПАО «Газпром» на период до 2010 г., а также отраслевых и региональных программ энергосбережения до 2030 г.

Сооружение морских газопроводов – «Голубой поток»

Отраслевые исследования во ВНИИГАЗе в области надежности конструкций МГ получили качественное развитие в связи с сооружением морских газопроводов и прежде всего строительством газопровода «Голубой поток» через Чёрное море протяженностью около 400 км, что на тот момент было уникальным событием для мировой практики.

Следовало учесть: глубину основного участка (около 2150 м), высокую концентрацию сероводорода на глубине, наличие мутьевых потоков по трассе, сейсмичность до 8 баллов в отдельных районах дна Чёрного моря, отсутствие опыта производства толстостенных труб 610×31,8 мм. При этом опыта строительства трубопроводов на таких больших глубинах при рабочих давлениях около 24 МПа на выходе из КС в мировой практике не было. Газопроводы в Северном море из Алжира в Италию были проложены на небольших глубинах, а промысловые газопроводы в Мексиканском заливе – в прибрежной зоне. Учитывая сложность задачи, строительству «Голубого потока» предшествовала комплексная научно-техническая программа, сформированная в ПАО «Газпром». Руководство программой было поручено ВНИИГАЗу и фактически Центру надежности и ресурса объектов ЕСГ (научный руководитель программы – Владимир Васильевич Харионовский). В выполнении программы принимали участие специалисты ведущих институтов страны: Института высоких температур и Института безопасного развития атомной энергетики РАН, ИМАШ им. А.А. Благонравова, институтов геоэкологии и динамики геосфер, проблем нефти и газа, ВЦ РАН, а также РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, МЭИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана и др.



Газопровод «Голубой поток» – вход в тоннель через хребет Кобыла

В течение 1997–1999 гг. были проведены комплексные исследования с участием иностранных компаний (в первую очередь института «Снампрожетти», Италия), включающие:

- испытания труб, сварных соединений, защитных покрытий, протекторной защиты;
- расчеты напряженно-деформированного состояния при укладке на большие глубины;
- анализ локального и лавинного смятия трубопровода;
- гидравлические и температурные режимы при бескомпрессорной транспортировке газа на большие расстояния;
- оценку безопасности и риска;
- технологии диагностики и ремонта газопровода на больших глубинах.

Особое внимание было уделено натурным испытаниям материалов и трубных элементов в Чёрном море на характерных участках дна вдоль трассы газопровода.

В исследованиях приняли участие все ведущие профильные специалисты ВНИИГАЗа, в том числе д.т.н. Владимир Петрович Черный, кандидаты технических наук Сергей Васильевич Нефёдов, Виктор Михайлович Силкин, Виктор Михайлович Ковех, Александр Александрович Гришко, Михаил Юрьевич Панов, Владимир Иванович Городниченко и др. Результаты исследований после их рецензирования компанией «Дет Норске Веритас» (Норвегия) послужили основой при разработке проекта, который и был реализован. Газопровод «Голубой поток», работающий без отказов по настоящее время, был построен и введен в эксплуатацию в 2003 г.

Морской участок газопровода включает в себя одну из крупнейших в мире и уникальных по своим характеристикам КС «Береговую» мощностью 150 МВт. Это позволяет создать давление на выходе 25 МПа. Газопровод «Голубой поток» сооружен из труб различных диаметров, а именно: равнинная часть сухопутного участка – 1420 мм, горная часть сухопутного участка – 1220 мм, морской участок – из двух труб диаметром 610 мм. Учитывая, что более 60 км газопровода, расположенного на российском сухопутном участке, проходит по горной местности, а глубина залегания трубы на морской части достигает 2150 м в условиях агрессивной сероводородсодержащей среды, для повышения надежности газопровода при его строительстве применялись специальные технические решения:

- применение труб из высококачественной коррозионно-стойкой стали с внутренним и внешним полимерным покрытием;
- пневматическое испытание горных участков газопровода;
- испытание газопровода методом стресс-теста;
- использование интеллектуальных вставок на горном и морском участках (для постоянного контроля за состоянием трубы);
- применение противооползневых сооружений на 17 оползневоопасных участках;
- бетонирование прибрежных участков газопровода.

Впервые в практике российской нефтегазовой отрасли на горном участке сухопутной части газопровода были сооружены тоннели под хребтами Кобыла и Безымянный протяженностью 3260 м.

В пусковой комплекс газопровода на российском сухопутном участке вошли КС «Краснодарская», станция очистки и осушки газа, сравнимая с промысловой УКПГ, крановая площадка на КС «Береговая».

Северо-Европейский газопровод

Для строительства Северо-Европейского газопровода (СЕГ) в течение 1997–1999 гг. с привлечением ведущих мировых инженеринговых фирм и российских институтов был выполнен полный комплекс морских изысканий в Балтийском море. Технико-экономическое обоснование проекта строительства СЕГ подтвердило техническую возможность и экономическую эффективность его сооружения.

СЕГ – это принципиально новый маршрут экспорта российского газа в Европу, который позволил диверсифицировать экспортные потоки, напрямую связать газотранспортные сети России и стран Балтийского региона с общеевропейской газовой сетью. Отличительной особенностью СЕГ является отсутствие на его пути транзитных государств, что снижает страновые риски и стоимость транспортировки российского газа и одновременно повышает надежность его поставок на экспорт. Трасса газопровода прошла через акваторию Балтийского моря от Выборга до побережья Германии (район г. Грайфсвальда), предусмотрено строительство морских газопроводов-отводов для подачи газа потребителям Финляндии, Швеции, Великобритании и других стран. Протяженность газопровода – свыше 1200 км, диаметр трубопровода – 1200 мм, рабочее давление – 9,8 МПа, производительность – 55 млрд м³/год. Поставка газа по нему начата в ноябре 2011 г.

Ученые ВНИИГАЗа принимали активное научно-методическое участие в сооружении этого уникального газопровода на всех этапах его жизненного цикла – от проектирования и строительства до ввода в эксплуатацию и последующего сопровождения.

ГТС Бованенково – Ухта (с п-ова Ямал)

Важнейшими результатами деятельности ВНИИГАЗа начиная с 2003 г. явилась разработка и реализация Программы комплексного освоения месторождений полуострова Ямал и прилегающих акваторий. В соответствии с этой Программой для различных уровней рабочего давления (7,4; 9,8 и 11,8 МПа) были определены структурные схемы системы МГ для транспорта газа в направлении Бованенково – Байдарацкая губа – Ухта при полном развитии месторождений, а также экономическая оценка рассмотренных вариантов вывода газа.

Разработка и реализация Программы в части транспорта газа выполнена под руководством Юрия Витальевича Илатовского, Г.Э. Одишарии, Е.В. Леонтьева при участии большинства сотрудников научно-технического центра ВНИИГАЗа по транспорту газа.

В рамках этой Программы:

- для магистрального транспорта газа:
 - показаны целесообразность и эффективность строительства нового поколения МГ на повышенное рабочее давление (11,8 МПа) с использованием высокопрочных труб с внутренним и внешним покрытием;
 - определены оптимальные технологические параметры ГТС с п-ова Ямал;
 - предложены новые технические решения по вновь сооружаемым и реконструируемым КС с учетом принятой в ПАО «Газпром» Программы реконструкции и технического перевооружения объектов транспорта газа на период 2007–2010 гг.;
 - сформированы условия оптимального взаимодействия вновь сооружаемой ГТС с п-ова Ямал с действующими газопроводами ЕСГ;

- рассмотрена схема межпромыслового магистрального транспорта газа на полуострове;
- в части транспорта и переработки жидких углеводородов:
 - исследована конъюнктура рынка жидких углеводородов и продуктов их переработки на внутреннем и внешнем рынках на период до 2030 г.; обоснована нецелесообразность поставок жидкостной продукции газоконденсатных и газонефтяных месторождений (нефть, стабильный конденсат) Ямала на действующие нефтеперерабатывающие заводы страны в силу их высокой стоимости по сравнению с продукцией других нефтяных компаний России;
 - разработаны предложения по строительству трубопроводно-танкерной системы вывоза жидких углеводородов в Северо-Западный регион России с целью производства и последующих поставок высококачественных продуктов переработки на внутренний и внешний рынки;
 - предусмотрено создание малогабаритных блочных установок по переработке газового конденсата с получением моторных топлив для обеспечения нефтепродуктами строительных и эксплуатирующих организаций на территории полуострова, а также Ямало-Ненецкого автономного округа.

Для сокращения инвестиций в проект увеличена производительность единичной нитки газопровода ГТС путем повышения рабочего давления и применения внутреннего гладкостного покрытия, а также использования ГПА с повышенной эффективностью. Реализация новой технологии транспорта газа требует изменения технологии строительства и строгого соблюдения требований по качеству подготовки газа на промыслах. Для получения максимального эффекта от применения новой технологии рекомендовано:

- использовать ее преимущества на максимально возможной протяженности новых газопроводов с Ямала;
- сократить до разумного минимума продолжительность периода вывода каждой нитки газопровода до проектного уровня с целью сокращения срока окупаемости капитальных вложений в ГТС.

Система газопроводов Бованенково – Ухта – это мощная ГТС, производительность которой в перспективе составит более 300 млрд м³ газа в год. Она является одной из самых масштабных и сложных ГТС за всю историю трубопроводного строительства в мировой и отечественной практике, причем не только с точки зрения особых климатических условий Крайнего Севера. С ее реализацией «Газпром» стал своеобразной лабораторией для внедрения и испытания новейших технологий и оборудования, которые раньше не использовались. Основой для обеспечения ресурсной базы ГТС, связанных с поставками газа в страны СНГ и Европы в период до 2050 г., являются месторождения п-ова Ямал и прилегающих акваторий Северного и Баренцева морей.

При сооружении газопроводов применены новые технические решения: увеличение рабочего давления (до 9,8 и 11,8 МПа), увеличение прочности труб, применение внутреннего гладкостного покрытия, использование ГПА повышенной мощности (25, 32, 50 МВт). Внедрен метод оптимизации и заказа ГПА для конкретных параметров каждой КС, применены модульная компоновка ГПА (с агрегатным АВО газа), бесшлейфовая технологическая схема КС.

Сочетание сложных инженерно-геологических условий по трассе строительства МГ Бованенково – Ухта с его нестандартными эксплуатационными параметрами предъявило особые требования к строительству этого газопровода. В рамках научно-методического сопровождения реализации проекта и начального периода эксплуатации был разработан целый ряд норматив-

ных документов, в том числе специальные технические условия на проектирование газопровода (В.П. Черний, С.В. Нефёдов, В.В. Харионовский и др.), а также комплекс технических требований к материалам, оборудованию и технологиям, применяемым при его строительстве и эксплуатации. Проведена масштабная работа по мониторингу состояния газопровода в ходе начального периода его работы, выявлены специфические особенности поведения конструкции газопровода (Александр Сергеевич Кузьбожев, В.М. Силкин, Юрий Анатольевич Маянц, В.М. Ковех, Евгений Николаевич Овсянников, Игорь Юрьевич Морин, Дмитрий Игоревич Ширяпов, Владимир Петрович Столов).

Были частично пересмотрены подходы и детализированы требования к комплексу работ по очистке полости трубопровода, испытаниям на прочность, осушке, азотированию и заполнению природным газом. Бованенково – Ухта стал первым отечественным МГ, который был практически полностью испытан на прочность пневматическим способом. Кроме того, это первый отечественный вновь построенный сухопутный газопровод большой протяженности, подвергшийся осушке полости с количественным контролем параметров. Впервые была разработана и успешно опробована технология безопасного заполнения вновь построенного газопровода природным газом от существующих газопроводов ЕСГ и от Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения.

Наработки, полученные при реализации проекта Бованенково – Ухта, позволили создать и внедрить нормативные документы системы стандартизации ПАО «Газпром», распространив накопленный положительный опыт на другие вновь строящиеся и эксплуатируемые объекты. Разработана технология осушки полости трубопровода продувкой и вакуумированием и контроля ее параметров, установлены требования к эксплуатационным свойствам внутритрубных устройств и их комплектующих, разработана технология безопасного заполнения природным газом вновь построенных газопроводов. Вклад в эту работу внесли Сергей Всеволодович Карпов, Александр Васильевич Елфимов, Дмитрий Игоревич Ширяпов.

В связи с углублением и детализацией тематики, в первую очередь на основе опыта, полученного в процессе реализации проекта строительства МГ Бованенково – Ухта, на базе лаборатории испытаний газопроводов была создана лаборатория методического обеспечения предпусковых и пусковых операций, которая продолжает вести работу в данном направлении.

Строительство, эксплуатация и ремонт объектов ЕСГ

Во ВНИИГАЗе проводятся постоянные исследования в области создания и внедрения новых технологий строительства и ремонта.

Учеными института были проведены работы в области взаимодействия подземных сооружений с грунтом, что позволило разработать современные требования к новому типу средств анкерного закрепления трубопроводов (Владимир Иванович Беспалов, Ю.А. Маянц). Также были решены вопросы обеспечения устойчивости подземных трубопроводов КС и узлов линейной запорной арматуры (Ю.А. Маянц).

Учитывая огромную протяженность МГ, эксплуатируемых в ПАО «Газпром», особую значимость приобрели вопросы поддержания технического состояния действующих газопроводов. Благодаря усилиям специалистов ПАО «Газпром» и ВНИИГАЗа в практику ремонта внедрены современные методы ремонта газопроводов без остановки транспорта газа, в частности врезки под давлением (Евгений Мстиславович Вышемирский, Андрей Борисович Арабей, В.И. Беспалов, Александр Геннадиевич Малков, Ю.А. Маянц).

Внедряются новые технологии строительства. Так, для прокладки дюкеров под небольшими реками разработаны теоретические и технологические вопросы российской технологии «Метод кривых» (А.В. Елфимов, Кирилл Владимирович Поликарпов, Ю.А. Маянц).

Успешно ведутся исследования в области повышения качества и увеличения технологических возможностей производства отводов холодного гнущья (К.В. Поликарпов, А.В. Елфимов, Ю.А. Маянц).

На основе опыта, полученного при сопровождении реализации проекта строительства Бованенково – Ухта, традиционно серьезный пласт исследовательских и научно-практических работ выполняется уже при сопровождении строительства и эксплуатации новых инвестиционных проектов, таких как МГ Сахалин – Хабаровск – Владивосток и МГ «Сила Сибири». Проводимые в данном направлении работы позволяют оперативно решить сложнейшие задачи, возникающие в процессе строительства газопроводов, в частности по защите изоляции и использованию местных грунтов (Ю.А. Маянц, Дмитрий Николаевич Запевалов), новые подходы к реализации совмещенных этапов испытаний (Д.И. Ширяпов, С.В. Карпов).

Нормативно-техническая база проектирования и эксплуатации МГ

В газотранспортном направлении разработана основополагающая нормативно-техническая база проектирования и эксплуатации газопроводов, в том числе Нормы технологического проектирования и Правила технической эксплуатации магистральных газопроводов, которая периодически актуализируется с учетом накопленного опыта и достижений научно-технического прогресса.

В рамках реализации концепции технического регулирования в ПАО «Газпром» профильными лабораториями ВНИИГАЗа разрабатываются документы по стандартизации как национального, так и межгосударственного уровней. В частности, в виде национальных стандартов ГОСТ Р регламентированы требования к эксплуатации магистральных конденсатопроводов и продуктопроводов, а также к техническому расследованию и учету аварий и инцидентов.

Нельзя не сказать о таком крайне важном для ПАО «Газпром» аспекте деятельности специалистов ВНИИГАЗа направления строительства, эксплуатации и ремонта трубопроводов, как участие в научном обеспечении и разработке нормативных и правовых актов уровня национального законодательства, а также технических регламентов Евразийского экономического союза. В частности, специалисты ВНИИГАЗа вошли в рабочую группу и приняли активнейшее участие в разработке Технического регламента (ТР) ЕАЭС «О требованиях к магистральным трубопроводам для транспортирования жидких и газообразных углеводородов» (Евгений Васильевич Аладьев, А.В. Елфимов). Научное сопровождение разработки подзаконных актов, выполняемой по инициативе НП «Российское газовое общество», также осуществляется специалистами ВНИИГАЗа. В частности, разработан проект Правил охраны магистральных газопроводов, в настоящее время утвержденный Постановлением Правительства РФ (Александр Николаевич Колотовский, Алексей Михайлович Почечуев, Алексей Николаевич Виденеев (ПАО «Газпром»), А.В. Елфимов). Подразделения направления плодотворно сотрудничают с газотранспортными предприятиями и отраслевыми проектными институтами – Гипроспецгаз, Гипрогазцентр, ВНИПИгаздобыча, ЮжНИИГипрогаз и др.

Огромную помощь в становлении и развитии газотранспортной науки во ВНИИГАЗе оказывали выдающиеся руководители «Газпрома»: Александр Васильевич Александров, Рем Иванович Вяхирев, Василий Александрович Динков, Рамиль Павлович Полянский, Александр Дмитриевич Седых, Михаил Васильевич Сидоренко и др.

Охлаждение компримируемого газа

В целях упреждения отрицательного влияния на устойчивость газопроводов теплоты, получаемой при компримировании газа, и повышения производительности газопроводов применяется охлаждение газа при помощи АВО до оптимального уровня температур в различных климатических зонах. Значительную и ведущую роль в создании, разработке методических и инструктивных материалов, апробации и внедрения АВО на МГ сыграли такие специалисты ВНИИГАЗа, как С.В. Карпов, Нелли Антоновна Карпова, З.Т. Галиуллин и др.

Для решения проблемы охлаждения газа до температур, близких к температуре вечномерзлых грунтов, во ВНИИГАЗе была разработана, спроектирована и изготовлена холодильная установка по новому технологическому процессу с использованием смешанного холодильного агента (пропан-бутановой смеси). Установка оснащена новым оборудованием, специально разработанным под указанный холодильный цикл (Г.Э. Одишария, В.С. Сафонов, Юрий Григорьевич Мутовин, Андрей Суренович Едигаров, Николай Иванович Изотов). В 1986 г. на УКПГ-1 Уренгойского ГКМ были проведены кратковременные испытания опытной установки, состоящей из одной технологической линии охлаждения природного газа. Установка обеспечивала выработку холода в температурном диапазоне минус 12 – плюс 5 °С.

Проект станции охлаждения газа (СОГ) для головных сооружений системы магистральных газопроводов Ямбургского ГКМ был разработан институтом ЮжНИИГипрогаз при научно-техническом сопровождении ВНИИГАЗа (Г.Э. Одишария, Ю.Г. Мутовин, В.С. Сафонов). К маю 1993 г. на площадке КС «Ямбургская» был закончен монтаж и начаты испытания одной из станций на площадке СОГ-1. В связи с неудовлетворительной работой испарителей в 1995 г. была проведена их реконструкция. В 1997 г. СОГ-1, суммарной мощностью компрессоров холодильного цикла $(3 + 1) \times 8 = 32$ МВт, была запущена в работу в режиме промышленной эксплуатации, обеспечивая охлаждение газа в количестве до 130 млн м³ в сутки с плюс 30 до плюс 2 °С. Ввод в эксплуатацию второй СОГ (СОГ-3) по схеме $(3 + 1) \times 8$ МВт позволил решать задачу охлаждения газа в объеме 90 млрд м³/год, что соответствовало проектной нагрузке 3-ниточной системы газопроводов диаметром 1420 мм на рабочее давление 7,4 МПа. В последующие годы в этом районе была построена еще одна установка (СОГ-4) по схеме $(4 + 2) \times 8$ МВт. Таким образом, суммарная мощность компрессоров холодильного цикла всех трех СОГ достигла 112 МВт.

Обеспечение надежности и безопасной эксплуатации

В результате создания и функционирования ЕСГ в отрасли возник ряд новых научно-технических проблем, связанных с обеспечением надежности, безопасной эксплуатации и оценкой ресурса магистральных и промысловых трубопроводов, технологического оборудования, объектов КС, ГРС, ДКС. Это обусловлено многими причинами, основными из которых являются увеличение сроков эксплуатации, высокие рабочие параметры – давление газа, большие диаметры, сложные природно-климатические условия и т.п. Достаточно отметить, что наиболее крупные газопроводы (Ямбург – Западная Европа, Уренгой –

Помары – Ужгород, СРТО – Торжок и др.) протяженностью 2,5–4 тыс. км каждый проходят из районов Крайнего Севера в центральные регионы через крупные реки, железные и шоссейные дороги, населенные пункты. При этом единственным остается требование к объектам – надежная поставка продукта потребителям. Очевидно, что в процессе эксплуатации в трубопроводах возникают различного рода дефекты, снижающие их надежность и безопасность.

В связи с этим наряду с традиционными технологическими задачами отраслевой науке потребовалось разработать теорию конструкционной надежности и на ее основе создать единую систему диагностики и управления техническим состоянием, а в инженерном плане – научно-методическое обеспечение оценки опасности дефектов, работоспособности и продления сроков безопасной эксплуатации трубопроводов и оборудования.

Для решения указанных проблем во ВНИИГАЗе в декабре 1982 г. была создана лаборатория надежности газопроводных конструкций под руководством В.В. Харионовского. Деятельность лаборатории охватывала расследования аварий, разработку тематики прочности и устойчивости МГ в условиях болот и мерзлых грунтов, подводных переходов, диагностики технического состояния и надежности эксплуатации. В отрасли появилась необходимость в организации современной системы диагностики и контроля технического состояния МГ. ВНИИГАЗом по заданию «Газпрома» были разработаны Комплексная система диагностики и технической инспекции (1994 г.) и последовавшая за ней отраслевая программа «Диагностическое обслуживание и повышение надежности магистральных газопроводов, объектов добычи и переработки газа» (1998–2002 гг.). В программах были реализованы разработки по модернизации и созданию нового поколения внутритрубных средств диагностики, систем коррозионного мониторинга и контроля напряженно-деформированного состояния. Специальное внимание уделялось разработке нормативно-технической и методической документации для обеспечения диагностирования МГ и научно-экспериментальным работам по повышению надежности и определению остаточного ресурса.

Таким образом, в отрасли сформировалось новое направление с условным названием «Надежность и ресурс объектов ЕСГ», призванное с научных и инженерных позиций оценивать техническое состояние и давать прогноз безопасной эксплуатации объектов и в первую очередь МГ. Для решения научно-технических задач в рамках данного направления работ во ВНИИГАЗе в 1994 г. был организован Центр надежности и ресурса объектов ЕСГ под руководством д.т.н., профессора В.В. Харионовского. В состав центра вошли 13 лабораторий, тематически охватывающих вопросы надежности трубопроводов, труб и сварных соединений, защиту от коррозии, диагностику, испытания и ремонт газопроводов и подводных переходов. Если раньше данная тематика была в ведении ВНИИСТа, что не способствовало развитию исследований в процессе эксплуатации, то теперь в газовой отрасли появился центр, включающий специалистов высокой квалификации, способный отвечать на запросы производителей.

В настоящее время указанные работы находятся в ведении трех специализированных научно-технических центров. При этом вопросы развития методов оценки прочности, надежности и ресурса в большей степени отнесены к области компетенций Корпоративного научно-технического центра управления техническим состоянием и целостностью газотранспортной системы (КНТЦ УТСЦ).

К знаковым работам, повлиявшим на формирование технической политики ПАО «Газпром», выполненным при участии специалистов КНТЦ УТСЦ,

за последние десять лет необходимо с полным основанием отнести две комплексные работы.

Первая связана с разработкой методологических основ и базовых алгоритмов Системы управления техническим состоянием и целостностью линейной части магистральных газопроводов (СУТСЦ). О ней более подробно будет сказано ниже.

Вторая работа связана с созданием и внедрением в ПАО «Газпром» инновационной системы обеспечения работоспособности сварных соединений. Авторами была предложена новая концепция многоуровневой системы оценки работоспособности кольцевых сварных соединений, адаптированная к составу исходных данных о свойствах конструкционных материалов, результатам неразрушающего контроля и данным о нагрузках и воздействиях. Система ориентирована на применение наиболее перспективных систем неразрушающего контроля, таких как автоматизированные системы ультразвукового контроля и цифровые радиографические системы. На основе полученных результатов были разработаны новые нормы оценки работоспособности кольцевых сварных соединений. Применение норм обеспечивает необходимую прочность и надежность при одновременном исключении необоснованной отбраковки и ремонта кольцевых сварных соединений при строительстве, выборочном и капитальном ремонте по всем основным объектам инфраструктуры транспорта газа.

В период с 2008 по 2013 гг. отдельные элементы, а затем и система в целом были успешно применены в рамках реализации инвестиционных проектов морских газопроводов ПАО «Газпром». В рамках этих проектов был выполнен комплекс работ по инженерной оценке с формированием норм оценки качества кольцевых сварных соединений для четырех ниток перехода через Байдарацкую губу СМГ Бованенково – Ухта, МГ Джубга – Лазаревское – Сочи, морского перехода через пролив Невельского МГ Сахалин – Хабаровск – Владивосток, морских газопроводов проекта «Обустройство Киринского месторождения». В последующий период на основе разработанного подхода были сформированы требования к сварке, технологии неразрушающего контроля, нормы оценки качества сварных соединений при реализации основных инвестиционных проектов строительства сухопутных магистральных газопроводов ПАО «Газпром», включая МГ «Сила Сибири». На экспертном уровне положения системы были применены при оценке технического состояния отдельных элементов сухопутных участков СМГ Бованенково – Ухта, имеющих нарушения проектного положения.

Работа была инициирована в 2004 г. в Центре надежности и ресурса объектов ЕСГ под руководством В.В. Харионовского. В технологической части, связанной с развитием технологий сварки, значительный вклад в выполнение работы внесли В.И. Беспалов, Д.Г. Будревич, Сергей Петрович Севостьянов и другие специалисты лаборатории сварки и контроля. Расчетно-аналитическая составляющая системы – зона ответственности Центра управления техническим состоянием и целостностью ГТС (в настоящее время – КНТЦ УТСЦ). Наиболее значимые результаты получены при участии В.М. Ковеха, С.В. Нефёдова, В.М. Силкина, Е.Н. Овсянникова, И.Ю. Морина. Особо необходимо отметить вклад В.М. Ковеха в разработку концепции системы, совершенствование расчетных моделей и методов, разработку нормативных и методических материалов.

Результаты были высоко оценены в ПАО «Газпром» – в 2014 г. за работу «Разработка и внедрение инновационной системы оценки работоспособности кольцевых сварных соединений МГ ОАО «Газпром» была присуждена пре-

мия ПАО «Газпром» в области науки и техники за 2014 г. (авт. коллектив: В.Н. Воронин, С.В. Нефёдов, В.М. Ковех, В.М. Силкин).

Диагностика и сроки безопасной эксплуатации МГ

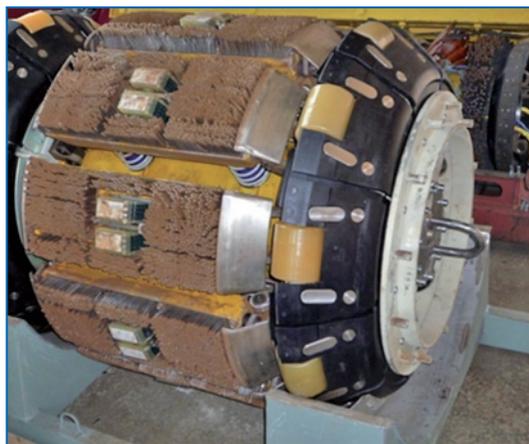
Газотранспортная система включает газопроводы разных поколений, и для надежного их функционирования был создан, как упоминалось выше, отраслевой комплекс диагностики и технической инспекции, у истоков которого и в процессе его развития стояли сотрудники ВНИИГАЗа. Для подземных газопроводов основным инструментом диагностики является внутритрубная дефектоскопия, и в Свердловском отделе ВНИИГАЗа с 1976 г. стали разрабатывать дефектоскопы (руководитель – к.т.н. Пётр Александрович Григорьев), опираясь на первые зарубежные снаряды-дефектоскопы. На их основе ДОО «Оргэнергогаз» (Владимир Аполлонович Усошин) и НПО «Спецнефтегаз» (Виктор Архипович Канайкин) во взаимодействии с ВНИИГАЗом создали парк отечественных внутритрубных дефектоскопов для газопроводов диаметром 325–1420 мм.

В настоящее время в ежегодных работах «Газпрома» внутритрубной диагностикой охвачено около 20 тыс. км газопроводов. Наряду с инструментальными обследованиями важную роль имеет научно-методическое обеспечение для оценки опасности выявленных дефектов. Специалистами лаборатории надежности газопроводных конструкций (В.В. Харионовский, Василий Михайлович Ботов, Ирина Николаевна Курганова, Дмитрий Иванович Ремезов, С.В. Нефёдов, В.М. Силкин, В.М. Ковех, Михаил Юрьевич Панов и др.) были разработаны ряд методик и инструкций, позволяющих оценивать техническое состояние и прогнозировать сроки безопасной эксплуатации МГ. За решение проблемы диагностики МГ Богдан Владимирович Будзуляк и В.В. Харионовский были удостоены в 1996 г. Премии Правительства РФ в области науки и техники.

По результатам диагностики формируются и планы ремонтных работ. Специалистами ВНИИГАЗа разработана методология оптимизации ремонта, позволяющая определять приоритеты и формировать соответствующие отраслевые программы, например программу по переизоляции МГ (начиная с 2006 г.) и Комплексную программу ремонтных работ с 2011 г., опирающиеся на передовые технологии. Эта работа успешно выполнялась отделом ремонта газопроводов во главе с ведущими специалистами Александром Дановичем

Решетниковым и Ибрагимом Ибрагимовичем Велиулиным, защитившими во время работы в институте докторские диссертации, и выполняется до настоящего времени (Владимир Иванович Городниченко, Михаил Владимирович Чубунов и др.).

Развитие и эффективное применение диагностики в настоящее время может быть обеспечено за счет согласованного движения по трем направлениям. Первое направление связано непосредственно с разработкой новых и совершенствованием существующих технических средств диагностики и неразрушающего контроля. Второе – с формированием адекват-



Магнитный дефектоскоп для инспекции газопровода диаметром 1420 мм

ной нормативной и методической среды, отвечающей текущим и перспективным возможностям средств диагностики. Третье, не менее важное направление – реализация организационных решений, гарантирующих допуск на объекты ПАО «Газпром» только технологий, технических средств и специализированных организаций, удовлетворяющих требованиям Общества. В период с 2012 г. по настоящее время специалистами ВНИИГАЗа выполнен значительный объем работ по аттестации и совершенствованию средств внутритрубной диагностики, наружных сканеров-дефектоскопов, автономных роботизированных комплексов для контроля состояния газопроводов линейной части и технологических трубопроводов различного назначения. Значимые работы выполнены на испытательном стенде, созданном во ВНИИГАЗе, на специализированных стендах в дочерних газотранспортных обществах, в полевых условиях на действующих объектах. Существенный вклад в выполнение работ внесли специалисты лаборатории технической диагностики трубопроводов и оборудования, в частности Игорь Леонидович Вялых, Владимир Львович Лазарев и другие специалисты.

Газопроводы Крайнего Севера и Западной Сибири

Выход газовой промышленности в северные районы (месторождения Мессояха, Уренгой, Ямбург, Заполярное, Ямал) потребовал от научных работников решения новых задач по обеспечению устойчивости газопроводов большого диаметра в мерзлых и слабых грунтах. При этом если тепловые задачи взаимодействия трубопроводов с такими грунтами рассматривались в технической литературе достаточно подробно, то вопросы механического взаимодействия, прочности, устойчивости и надежности газопроводов требовали детального изучения. Прежде всего это относится к МГ диаметром 1420 мм, для которых отсутствовал мировой опыт строительства в условиях Крайнего Севера. Определяющую роль в такого рода задачах играют натурные исследования. С этой целью ВНИИГАЗом совместно с институтом «Гипроспецгаз» был разработан проект сооружения опытно-промышленного участка газопровода диаметром 1420 мм протяженностью 5 км на Северо-Соленинском месторождении за полярным кругом (ПО «Норильскгазпром») в регионе, где природно-климатические условия более суровы, чем в Ямбурге и на Ямале. Трестом «Норильсктрубопроводстрой» участок был оперативно построен (рис. 2), во ВНИИГАЗе был организован Норильский сектор лаборатории надежности газопроводных конструкций под руководством Анатолия Харитоновича Филиппского.

Специалисты центра в течение семи лет выполняли натурные исследования температурных полей, деформаций и напряжений, вибраций трубопровода, влияния пучения, термокарста и других техногенных процессов.

Исследование устойчивой работы надземных нефтегазовых сооружений в условиях Крайнего Севера имеют международное значение. ВНИИГАЗом совместно с компанией НКК (Япония) в 1991 г. в районе ГРС г. Норильска был создан полигон по испытаниям свайных конструкций для трубопроводов и наземных промысловых объектов. На полигоне в течение четырех лет проводились исследования различных конструкций свай на стойкость против морозного пучения и просадок, долговечность и экономичность.

В результате комплексных исследований специалистами ВНИИГАЗа были разработаны методические материалы по расчетам на прочность и конструкции газопроводов в мерзлых грунтах. Также полигонные испытания на действующем газопроводе-коллекторе диаметром 1420 мм выполнялись и ПО «Уренгойгазпром». В итоге по проблеме обеспечения надежной

эксплуатации газопроводной системы в условиях Крайнего Севера был проведен значительный комплекс работ. В 2000 г. группа специалистов, включая Б.В. Будзуляка, В.В. Харионовского, Рима Султановича Сулейманова, Григория Александровича Ланчакова, Анатолия Николаевича Кулькова, Сергея Алексеевича Егурцова, за эти работы была удостоена Государственной Премии РФ в области науки и техники.

Наряду со сложностями сооружения и эксплуатации МГ в мерзлых грунтах возникла проблема устойчивости газопроводов в болотах, масштаб участков которых достигал 30 % от протяженности ГТС (регионы Западной Сибири, Урала, Европейского Севера). В силу несовершенства проектирования и строительных ошибок многочисленные участки газопроводов диаметром 1020–1420 мм получили всплытия и арки, что представляло угрозу безопасной эксплуатации. Специалистами лаборатории надежности газопроводных конструкций в течение нескольких лет были проведены натурные измерения напряженно-деформированного состояния типичных непроектных участков (И.Н. Курганова, Евгений Александрович Дорогобужев), на основе которых были разработаны методические рекомендации и инструкции по оценке прочности и контролю участков газопроводов в непроектном положении. Указанные разработки помогли оперативно решить проблему устойчивости газопроводов в слабонесущих грунтах в рамках отраслевой Программы ликвидации всплывших участков газопроводов 2002–2006 гг. (руководители – Иван Иванович Губанок, В.В. Харионовский).

Предметом исследований лаборатории надежности газопроводных конструкций с 1982 г. (руководитель – В.В. Харионовский) являлись не отдельные элементы, а конструкции трубопроводов, в первую очередь МГ, прокладываемые в районах Крайнего Севера и Западной Сибири. Были проведены натурные и лабораторные исследования поведения сложных участков трубопроводов, расположенных в многолетнемерзлых грунтах (ММГ), на болотах, в зонах оползней, карстовых явлений, в районах повышенной сейсмической активности, подводных и надземных переходов и других объектов.

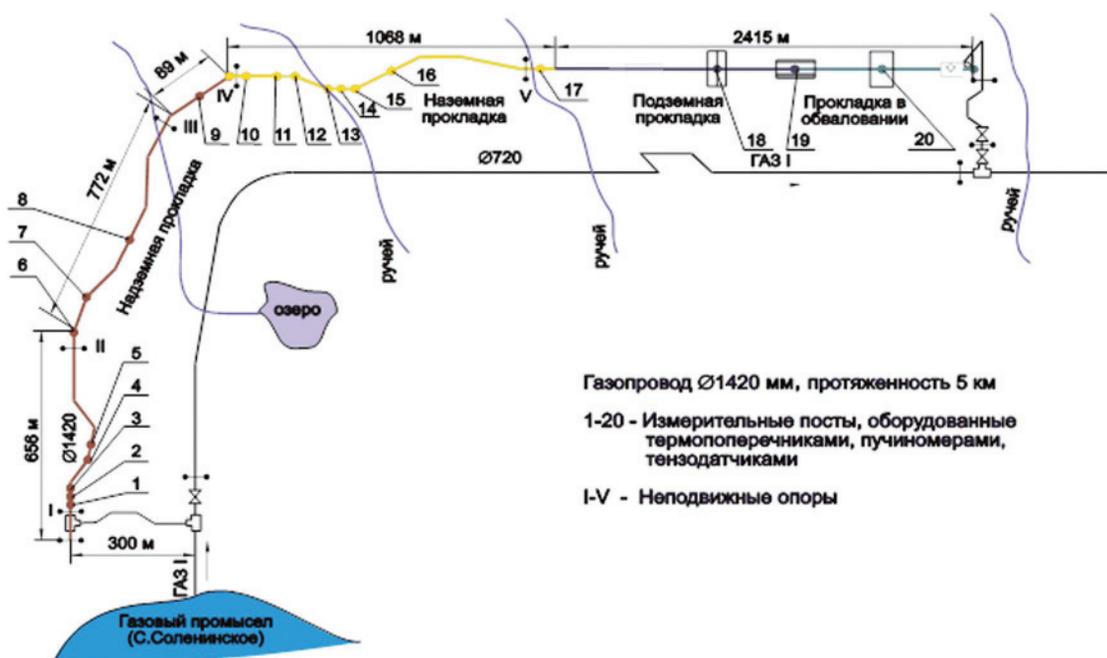


Рис. 2. Принципиальная схема опытно-промышленного участка

В период 1982–1988 гг. создана методическая и нормативная база для проектирования надземных магистральных и промысловых газопроводов в условиях ММГ Крайнего Севера (газопроводы в районах Норильска, Ямбурга и Ямала). На основе теоретических и экспериментальных исследований на опытно-промышленном участке газопровода диаметром 1420 мм (в районе Норильска) предложены методики определения размеров компенсационных участков, расчета пролетов на статические и динамические (ветровые) нагрузки, разработана Инструкция по применению и расчету противопучинных свай (Рефик Мамедович Баясан, Исмаил Ахвердыевич Исмаилов, Лариса Николаевна Самсонова).

В 1980-х гг. специалистами ВНИИГАЗа (В.С. Сафонов, Владимир Алекперович Сулейманов и Ольга Константиновна Андропова) был разработан программный комплекс (ПК) для расчетов тепловых режимов подземных газопроводов, эксплуатирующихся в сложных геокриологических условиях, характерных для северных районов России. ПК позволял решать задачу теплового режима газопровода с учетом нестационарных процессов теплопереноса во вмещающем грунте на основе сопряженного «расщепления» исходной трехмерной задачи на одномерную продольную (внутреннюю) и двумерную поперечную (внешнюю) тепловые задачи.

При решении двумерной задачи использовался конечноразностный алгоритм решения задачи теплопереноса вокруг подземного газопровода, разработанный в СЭИ СО АН СССР, в рамках классической задачи Стефана, учитывающий вклад теплоты мгновенных фазовых переходов грунтовой влаги, возникающих при изменении знака температуры прилегающего к трубопроводу массива грунта. В программном комплексе ВНИИГАЗа была уточнена динамика движения границы межфазной поверхности грунтовой вода – лед за счет учета известного факта «размазанности» процесса льдообразования в спектре отрицательных температур, что приводит к ускорению (замедлению) перемещения фронта нулевой изотермы под воздействием источника (стока) теплоты. Необходимость учета этой особенности теплофизики мерзлых грунтов особенно важна при исследовании тепловых режимов северных газопроводов, где температура значительной части прилегающего массива грунта принимает небольшие по абсолютной величине отрицательные значения. Этот ПК широко использовался в работах ВНИИГАЗа при анализе тепловых режимов северных газопроводов, их изменениях при вводе в эксплуатацию станций охлаждения газа, для оценки вероятности проявления таких опасных явлений деформации вмещающих грунтов, как их осадка или неравномерное морозное пучение.

Трубы, сварка

Трубная продукция составляет 35–40 % затрат в газопроводных проектах, поэтому исследователи сталкиваются с дилеммой: с одной стороны, нужно создать надежный газопровод, а с другой – сооружение протяженных газопроводов должно быть экономичным мероприятием. Для получения надежных и экономичных труб и соединительных деталей потребовались многофакторные исследования в области производства трубной продукции и технологии сварки. Для этого во ВНИИГАЗе в 1974 г. была создана лаборатория прочности труб, руководить которой был приглашен из ВНИИСТА к.т.н. Леонид Михайлович Акимов. С 1977 г. руководителем этой лаборатории стал к.т.н. Николай Иванович Аненков, долгое время проработавший во ВНИИГАЗе и организовавший стенд для гидравлических испытаний труб на территории Опытного завода ВНИИГАЗа и полигон для пневматических испытаний плетей

труб в Донецкой области. Специалистами лаборатории (Ирина Сергеевна Котова, Василий Михайлович Ботов, Ирина Юрьевна Вяхирева, Евгений Николаевич Прокофьев, Олег Викторович Колюпанов, Лидия Александровна Тидеман, Валентина Михайловна Чернова) было налажено тесное сотрудничество с отечественными и зарубежными трубными заводами. Это позволило по результатам полномасштабных испытаний труб на полигоне и гидравлическом стенде разработать обоснованные технические требования и технические условия на трубы для МГ. На этом этапе было обеспечено создание мощной системы МГ диаметром 1420 мм на рабочее давление 75 кгс/см², в том числе из стали класса прочности К60, ставшей основой ЕСГ страны. Были также заложены основы для обеспечения трубами диаметром 1420 мм трубопроводов на рабочее давление 100 кгс/см², сооружение которых началось в середине 2000-х гг. (система СЕГ 1, 2).

Новый виток в исследованиях трубной продукции возник при повышении рабочих давлений в газопроводах до 9,8–11,8 МПа с учетом ориентации на российские заводы. При этом был и тупиковый этап развития. При отсутствии отечественного производства качественного широкого толстолистового проката Институтом электросварки им. Е.О. Патона были предложены многослойные трубы из широко доступного рулонного проката. В этих трубах слои технологически выполнялись с зазором, не обеспечивая предварительное напряженное состояние, а выход на повышенное давление обеспечивался за счет увеличения общей толщины стенки. Предполагалось, что такая конструкция обеспечит повышенную стойкость против протяженных разрушений газопроводов без повышения металлургического качества проката. Но не были учтены трудности из-за появления свищей за счет многократного увеличения сварных соединений в трубе (в 7–8 раз) и образования межслойных полостей, заполненных газом под высоким давлением, трудности монтажа многослойных труб в трассовых условиях. Тем не менее под влиянием авторитета Б.Е. Патона было организовано промышленное производство партии труб на Выксунском металлургическом заводе, и около 300 км труб поставлено на трассу газопроводов в Сибири, в районе Верхне-Казымска.

ВНИИГАЗом (З.Т. Галиуллин, С.В. Карпов) совместно с Институтом электросварки им. Е.О. Патона был организован полигон для испытания плети многослойных труб на прочность и герметичность. Испытание показало, что трубы теряют герметичность и не являются работоспособными. Их производство было прекращено.

Обоснованный характер носило создание высокопрочных труб для СМГ Бованенково – Ухта. По поручению ПАО «Газпром» специалистами ВНИИГАЗа была проведена глобальная комплексная работа по изучению возможности применения и исследованию характеристик труб диаметром 1420 мм класса прочности К65 (Х80). В рамках этой работы был организован полномасштабный полигон пневматических испытаний секций труб, протяженностью 210 м каждая, в районе г. Копейска Челябинской области на территории старых отвалов угольных шахт. В течение 2008–2016 гг. на полигоне была проведена серия из двадцати пяти испытаний труб диаметрами 820–1420 мм ведущих трубных заводов России, Японии, Германии. В работе принимали участие специалисты целого ряда организаций:

- ПАО «Газпром» (Влада Вилориковна Русакова, Татьяна Петровна Лобанова, Николай Борисович Нестеров, А.Б. Арабей, Е.М. Вышемирский, Лариса Юрьевна Маракуева);
- ВНИИГАЗа (В.В. Харионовский, В.Я. Великоднев, И.С. Котова, Александр Сергеевич Митин, Андрей Юрьевич Касьянов, Максим Вячеславович Лобанов,

Оксана Ивановна Полисадова, Сергей Евгеньевич Яковлев, В.И. Беспалов, Таймураз Сулейманович Есиев, Дмитрий Геннадиевич Будревич, Владимир Александрович Егоров, Максим Валерьевич Симаков, Валентин Олегович Маханев, Игорь Сергеевич Сивохин, Денис Александрович Копылов);

• ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» (Давид Давидович Гайд, Пётр Михайлович Созонов, Сергей Владимирович Трапезников, Владимир Александрович Семёнов, Андрей Сергеевич Саломатин, Евгений Сергеевич Толчин, Екатерина Александровна Токписева).

С учетом результатов полигонных испытаний были сформулированы требования к высокопрочным трубам диаметром до 1420 мм на давление 11,8 МПа.

Был проведен большой комплекс исследований и испытаний по разработке требований и аттестации монтажной сварки кольцевых стыков (В.И. Беспалов, Д.Г. Будревич) для газопроводов на давление 11,8 МПа.

Необходимо также отметить активную работу специалистов ВНИИГАЗа и в создании обетонированных труб для морских газопроводов и ремонта подводных переходов и всплывших участков. Исследования обетонированных труб, проводимые учеными ВНИИГАЗа, позволили сформировать новые подходы к проектированию газопроводов из обетонированных труб с учетом их жесткости (В.М. Ковех, И.Ю. Морин, Ю.А. Маянц).

Длительное время, начиная с 1972 г., во ВНИИГАЗе выполняются исследования насосно-компрессорных и обсадных труб, в том числе в коррозионно-стойком исполнении, теплоизолированных лифтовых труб, коррозионно-стойких материалов для промышленных труб и арматуры для всех месторождений углеводородов в СССР, а затем РФ, в том числе на континентальном шельфе.

В числе исполнителей работ необходимо отметить Владимира Георгиевича Антонова, Анатолия Николаевича Исаева, Максима Валерьевича Симакова, Александра Николаевича Добренкова, Кирилла Владимировича Меркуля, Константина Борисовича Конищева, Галину Николаевну Осипову, Александра Михайловича Семёнова, Наталью Анатольевну Лобанову, Тамару Борисовну Бармыкову, Алексея Васильевича Рощупкина, Юлию Сергеевну Рябец.



Испытания до разрушения труб производства ИТЗ (Россия) и NSC (Япония)



Разрушение спиральношовных труб диаметром 1420 мм

В 2008 г. впервые в газовой отрасли ООО «Газпром ВНИИГАЗ» был сформирован комплекс требований к соединительным деталям трубопроводов, которые уже в 2013 г. были дополнены и переработаны (И.С. Котова, В.Я. Великоднев, Кирилл Александрович Войдер, М.В. Лобанов, А.Ю. Касьянов). С целью повышения надежности объектов газопроводной системы специалистами ВНИИГАЗа были введены ограничения на использование некоторых устаревших технологий производства соединительных деталей, а появившиеся относительно недавно новые способы производства требовали экспертной оценки.

В этой связи был выполнен ряд исследовательских работ, позволивших внедрить новые способы производства для соединительных деталей, используемых на объектах ПАО «Газпром», в том числе:

- проведение экспертизы технологического процесса производства соединительных деталей, изготовленных способом центробежного литья с электрошлаковым переплавом (ЦЭШП), и натуральных приемочных испытаний данных изделий;
- по результатам работы соединительные детали, изготовленные новым, ранее не применявшимся способом ЦЭШП, были включены в стандарт ПАО «Газпром». (Т.С. Есиев, К.А. Войдер);
- расчет параметров и характеристик отводов горячего гнущего 1,5 Ду методом конечных элементов; проведение натуральных гидростатических испытаний отводов на конструктивную прочность.

Традиционно отводы горячего гнущего применялись на линейной части газопроводов и имели радиус гибки 5 Ду. Целью работы являлась оценка работоспособности отводов с радиусом 1,5 Ду для применения на компрессорных станциях. Впервые были проведены работы по расчету и испытаниям отводов горячего гнущего с радиусом 1,5 Ду, в результате которых была доказана работоспособность данного вида отводов. По результатам работ отводы горячего гнущего 1,5 Ду были включены в стандарт ПАО «Газпром» (К.А. Войдер, Владимир Александрович Егоров). Новые способы производства соединитель-



Испытание на изгиб обетонированной трубы в металлополимерной оболочке

ных деталей обладают рядом неоспоримых преимуществ, таких как сокращенное время производства, дешевизна, использование нетрадиционной заготовки, возможность изготовления деталей промежуточных диаметров и т.д.

Во ВНИИГАЗе с 2013 г. функционирует Центр развития трубной продукции и технологий сварки. Ключевыми работами Центра (с участием смежных центров) в последние годы являются:

- научно-техническое сопровождение объектов строительства магистральных газопроводов Бованенково – Ухта, Сахалин – Хабаровск – Владивосток, «Сила Сибири» и обустройства Бованенковского, Чаяндинского, Киринского и Южно-Киринского месторождений в части применения трубной продукции и технологий сварки;
- разработка комплекса технических требований, критериев оценки и методики деформируемости (деформационной способности) высокопрочных труб нового поколения для дальнего транспорта газа (Т.С. Есиев, В.О. Маханев, И.С. Сивохин, С.Е. Яковлев, Ольга Викторовна Александрова);
- научно-методическое обеспечение разработки технологии, оборудования и комплекса нормативной документации для применения контактной сварки оплавлением (КСО) при строительстве МГ (В.И. Беспалов, Д.Г. Будревич, Сергей Петрович Севостьянов, Денис Александрович Копылов, Сергей Вадимович Овечкин);
- разработка требований к технологиям, материалам и оборудованию для ремонта сваркой в водной среде и ремонтных камерах и кессонах (С.П. Севостьянов, Д.А. Копылов, Руслан Олегович Рамусь, Юрий Анатольевич Соловьёв, Александр Иванович Цыплаков);
- нормативно-методическое обеспечение внедрения в ПАО «Газпром» технологии неразрушающего контроля качества сварных соединений труб с применением систем компьютерной и цифровой радиографии при строительстве МГ (Ю.А. Соловьёв, Ольга Витчиславовна Жаворонкина, Елена Олеговна Стеклова);

- научно-методическое обеспечение освоения производства на отечественных предприятиях разрезных тройников номинальным диаметром до 1400 мм для проведения работ по врезке под давлением без остановки транспорта газа (К.А. Войдер, Максим Григорьевич Глухов, О.В. Трифонов, Р.О. Рамусь, Алексей Николаевич Александров);

- разработка комплекса нормативных требований к промысловым, насосно-компрессорным и обсадным трубам, в том числе теплоизолированным с экранно-вакуумной изоляцией в обычном, хладостойком и коррозионностойком исполнении (В.Г. Антонов, К.В. Меркуль, Алексей Васильевич Рошупкин, Максим Валерьевич Симаков, Константин Борисович Конищев);

- обоснование требований к целевым эксплуатационным показателям композиционных труб и их соединениям для трубопроводов ПАО «Газпром» (В.В. Русакова, Валерий Николаевич Воронин, С.В. Нефёдов, В.А. Егоров, М.В. Симаков, В.М. Силкин, Ю.А. Маянц, В.П. Столов, И.Ю. Морин, Сергей Анатольевич Соловьёв, Елена Игоревна Шумкина).

Работы Центра отличаются большим разнообразием и в то же время комплексностью, так как параметры и характеристики трубной продукции и сварки тесно связаны между собой. Они оказывают значительное влияние на применяемые при проектировании, строительстве и эксплуатации технические решения, а также возможности по их использованию. Значительный и зачастую неопределимый вклад в их выполнение внесли Игорь Геннадиевич Самородов, Натия Ливановна Цалкаламанидзе, Татьяна Валерьевна Артёменко, Артём Андреевич Латышев, Денис Петрович Фёдоров, Эдуард Романович Кривцов, Анна Сергеевна Лебедева, Оксана Анатольевна Занкевич, Николай Дмитриевич Соколов, Евгений Игоревич Зернов, Дмитрий Александрович Близнав, Андрей Васильевич Петличенко.

С 1972 г. ВНИИГАЗом выполняются исследования насосно-компрессорных и обсадных труб в сероводородостойком исполнении для месторождений Оренбурга и Астрахани, хладостойких труб для Уренгоя, Заполярного, Ямала (кандидаты технических наук В.Г. Антонов, А.Н. Исаев, А.В. Рошупкин, Юлия Сергеевна Рябец).

Результатами работы Центра развития трубной продукции и технологий сварки в последние годы являются обоснования применения труб лифтовых теплоизолированных двустенных с экранно-вакуумной теплоизоляцией между стенками для эффективного предотвращения растепления ММГ и гидратообразования за счет низкого коэффициента теплопроводности. Специалисты ВНИИГАЗа совместно с отечественными производителями разработали и опробовали различные варианты конструкций. По результатам выполненных исследований были допущены к применению высокодеформируемые трубы четырех российских компаний – ЗАО «ИТЗ», ПАО «ЧТПЗ», АО «ВМЗ», АО «ВТЗ» и двух японских – JFE Steel и Nippon Steel & Sumitomo Metals, предназначенные для пересечения участков трассы с активными тектоническими разломами.

При сооружении МГ в условиях, отличающихся сложным сочетанием повышенного рабочего давления с тяжелыми климатическими и геокриологическими условиями трассы, впервые в мировой практике было освоено промышленное производство труб нового поколения, класса прочности К65, обеспечивающих целый ряд технико-экономических преимуществ. Инновационная трубная продукция особенно необходима для вновь сооружаемых МГ, в том числе для МГ Бованенково – Ухта и «Сила Сибири». По результатам испытаний и анализа технологического процесса производства была подтверждена готовность российских заводов к серийным поставкам труб диаметром

1420 мм класса прочности K65 с толщинами стенок 23,0; 27,7 и 33,4 мм. Вклад сотрудников ВНИИГАЗа в обеспечение ПАО «Газпром» новыми видами трубной продукции, развитие технологий сварки был отмечен правительственными и отраслевыми наградами. За создание отечественных труб для газопроводов большого диаметра В.В. Харионовский был удостоен в 2007 г. Премии Правительства РФ в области науки и техники. Премии ПАО «Газпром» в области науки и техники были удостоены В.И. Беспалов, С.Е. Яковлев.

Защита газопроводов от коррозии

Коррозия является основным видом дефектов в газопроводах, поэтому ее исследованию и разработке мероприятий по защите уделяется особое внимание. Лаборатория электрохимической защиты (к.т.н. Николай Александрович Петров, Фарид Каримович Фатрахманов, кандидаты технических наук Д.Н. Запевалов, Игорь Юрьевич Копьев, Александр Николаевич Улихин, Николай Николаевич Глазов) всегда была ведущей в отрасли. При ее участии с 2001 г. реализуются программы по защите от коррозии, охватывающие как ГТС, так и промысловые объекты. При взаимодействии с лабораторией защитных покрытий (кандидаты технических наук Владимир Кузьмич Скубин, Александр Владимирович Алексахин, Сергей Алексеевич Рыжов, Александр Петрович Сазонов) лабораторией ингибиторной защиты (кандидаты технических наук Николай Егорович Легезин, Зельман Аронович Набутовский, Олег Германович Стурейко, Руслан Кизитович Вагапов) в отрасли были разработаны основополагающие материалы, оборудование и методики, обеспечивающие безопасную эксплуатацию магистральных и технологических трубопроводов, скважин и промысловых объектов.

Особую роль в области коррозии играет коррозионное растрескивание под напряжением (КРН), или стресс-коррозия, которая получила широкое распространение на газопроводах в период 1996–2009 гг. Специалистами ВНИИГАЗа под руководством д.т.н., профессора З.Т. Галиуллина выполнялись исследования стресс-коррозии в рамках отраслевой научно-технической программы. Затем в 2004 г. в связи с актуальностью проблемы в Центре надежности и ресурса ЕСГ ВНИИГАЗа была создана специальная лаборатория (руководитель – к.т.н. Т.С. Есиев), в которой продолжают лабораторные и трассовые исследования стресс-коррозии. Разработан ряд методических материалов по анализу стойкости труб к стресс-коррозии и практических рекомендаций. Это позволило значительно снизить отказы МГ по причине стресс-коррозионных дефектов и довести их до единичных случаев в настоящее время.

Комплексные исследования и разработки по проблеме КРН МГ, выполняемые под руководством и при участии Ильи Викторовича Ряховских, Романа Ивановича Богданова и других включают:

- развитие испытательного комплекса ПАО «Газпром» и реализацию серийных лабораторных, стендовых и опытно-промышленных испытаний всей номенклатуры труб со стресс-коррозионными и коррозионными повреждениями;
- применение физико-математических моделей КРН и коррозии в нормативных документах по оценке прочности, ресурса и несущей способности труб, а также прогнозированию их поврежденности в составе длительно эксплуатируемых МГ;
- разработку и внедрение инновационных покрытий и термоусаживающих материалов, содержащих ингибиторы, и унифицированных средств технического диагностирования;

- разработку технологий капремонта МГ с повреждениями поверхности металла глубиной до 10–15 % от толщины стенки трубы, образованными в результате КРН;
- внедрение алгоритмов искусственного интеллекта и методов машинного обучения в рамках Интеллектуальной системы сопровождения технического диагностирования МГ, подверженных КРН (как элементов Системы управления техническим состоянием и целостностью ГТС ПАО «Газпром»).

Коррозионный мониторинг

В 1993–2002 гг. во ВНИИГАЗе были разработаны научные основы коррозионного мониторинга, методология и технические решения для создания автоматизированного радиокосмического комплекса электрохимической защиты (Николай Александрович Петров, Юрий Николаевич Щелкунов). В работе участвовали также специалисты ПАО «Газпром» (Михаил Львович Долганов), Российской академии наук (Андрей Игоревич Маршаков, Юрий Николаевич Михайловский) и предприятий военно-космического комплекса (Виталий Алексеевич Нестеров, Валерий Анатольевич Львович). На основе этих технических решений создан уникальный радиокосмический комплекс коррозионного мониторинга электрохимической защиты (РК ЭХЗ) со 100%-ным резервированием, дистанционным контролем и регулированием параметров защиты, направленный на кардинальное повышение эксплуатационной надежности и эффективности систем ЭХЗ многониточных газопроводов на участках повышенной и высокой коррозионной опасности. РК ЭХЗ включает в себя контрольно-диагностические пункты с индикаторами коррозии, водорода и датчиками поляризационного потенциала.

Опытно-промышленная апробация РК ЭХЗ на аварийном участке газопровода Краснотурьинского ЛПУ (ООО «Тюментрансгаз») позволила оценить опасность локальной язвенной коррозии в дефектах изоляции первого ряда и снять проблему водородного охрупчивания и растрескивания МГ под влиянием электрохимической защиты в нейтральных грунтах при существующих режимах катодной защиты. Внедрение комплекса было выполнено на МГ с коррозионно-опасными участками (Уренгой – Ужгород, Игрим – Серов, Бухара – Урал, Комсомольское – Челябинск, Челябинск – Петровск, а также на газопроводах ООО «Мострансгаз»). Этот комплекс позволил осуществлять контроль эффективности катодной защиты газопроводов на этих участках и снизить вероятность коррозионных отказов по причине подземной коррозии и электрокоррозии в открытых (сквозных) повреждениях защитного покрытия.

К 2002 г. были разработаны Концепция и основные направления создания отраслевой системы коррозионного мониторинга объектов ПАО «Газпром» (Н.А. Петров, Ф.К. Фатрахманов, Ю.Н. Щелкунов). В ней приняты:

- трехуровневая система контроля и анализа данных коррозионного мониторинга (объект – регион – отрасль);
- заложен принцип адекватности показаний датчиков реальным степеням коррозионной опасности объектов;
- последовательность ввода систем коррозионного мониторинга и очередность ввода по критериям ранжирования участков МГ;
- обоснование видов контроля, оценки необходимости использования дистанционного контроля и автоматической регистрации параметров коррозионного мониторинга;
- гармонизация коррозионного мониторинга и технической диагностики в части оценки и прогноза коррозионных тенденций.

В 2004 г. на основании многолетнего опыта эксплуатации ВНИИГАЗом (Н.А. Петров, Ф.К. Фатрахманов, Ю.Н. Щелкунов, Б.И. Хмельницкий) разработано Руководство по эксплуатации систем коррозионного мониторинга магистральных газопроводов. Руководство определяет требования к организации и проведению работ по выбору вида и состава систем коррозионного мониторинга, а также по выбору участков МГ для оборудования на них стационарных контрольно-диагностических пунктов. Руководство предусматривает дистанционное управление режимами установки катодной защиты (УКЗ), приводящее к минимизации затрат на техническое обслуживание средств ЭХЗ, а также снижению времени простоев УКЗ по причине несанкционированных отказов. Разработка Руководства была вызвана расширением зоны распространения и интенсификации локальных коррозионных поражений в процессе старения газопроводов и необходимостью усиления инструментального контроля эффективности защиты от коррозии магистральных газопроводов на участках повышенной и высокой коррозионной опасности, а также своевременного предупреждения развития коррозионных поражений путем систематической регистрации:

- коррозионных параметров контролируемых участков магистральных газопроводов;
- параметров электрохимической защиты и их соответствия НТД;
- параметров, характеризующих старение, ухудшение диэлектрических свойств защитного покрытия.

Руководство явилось первым руководящим документом, регламентирующим порядок и содержание работ по комплексной оценке коррозионного состояния МГ, позволяющим дифференцировать участки газопровода по степени коррозионной опасности и прогнозировать развитие коррозионных тенденций.



Слева направо: Юрий Николаевич Щелкунов и Николай Александрович Петров (2005 г.)



Фарид Каримович Фатрахманов (2007 г.)



Борис Иосифович Хмельницкий (2008 г.)

В 1977 г. ВНИИГАЗом было впервые разработано Руководство по эксплуатации средств электрохимической защиты магистральных газопроводов. В этом документе приводились нормативы и рекомендации по строительству и эксплуатации средств ЭХЗ и контролю качества изоляции подземных трубопроводов. Развитие научных представлений о подземной коррозии и техники противокоррозионной защиты потребовало решения новых задач и определило новые подходы к защите от коррозии. Это нашло отражение в переработанном и дополненном Руководстве, изданном в 1986 г.

В 2004 г. специалистами ВНИИГАЗа (Б.И. Хмельницкий, Н.А. Петров, Ф.К. Фатрахманов, Александр Сергеевич Соколов, Ю.Н. Щелкунов, Татьяна Ивановна Маняхина) была разработана третья редакция Руководства по эксплуатации систем противокоррозионной защиты трубопроводов. В ее разработке принимали участие сотрудники ПАО «Газпром» (М.Л. Долганов), Российской академии наук (Андрей Игоревич Маршаков, Максим Андреевич Петрунин, Юрий Николаевич Михайловский). В третьей редакции рассмотрены причины возникновения и виды подземной коррозии МГ, вопросы комплексной защиты подземных сооружений, средства пассивной и активной защиты. Большое внимание уделено новым технологиям противокоррозионных измерений, в частности измерению поляризационного потенциала, отражены новые технологии измерений, изложены основы коррозионного мониторинга и диагностики коррозии линейной части трубопроводов и подземных коммуникаций КС. Приведены основные требования к системам противокоррозионной защиты, порядок организации служб защиты отрасли, методические указания по эксплуатации систем ЭХЗ, основные методы измерений на трубопроводах, контроля защищенности и состояния противокоррозионной защиты трубопроводов. Приводятся методические указания по проведению обследований, коррозионного прогноза и осуществлению коррозионного мониторинга. Даны рекомендации по конкретным способам и методам обследований состояния противокоррозионной защиты, формы эксплуатационной документации, отчетности и табель оснащения подразделений ЭХЗ.

Катодная защита

В 1997–2002 гг. ВНИИГАЗом (А.С. Соколов, Ф.К. Фатрахманов, Ю.Н. Щелкунов) разработаны и внедрены на объектах отрасли технические решения и высокоэффективное оборудование электрохимической защиты: высоконадежные и автоматизированные преобразователи катодной защиты (ПДЕ, ПДМ, Парсек ИПЕ-1,2); малорастворимые анодные заземлители типа АЗМ-3 с контактным узлом и тоководом повышенной надежности; методы углубленного зондирования и приборы контроля, включая высокоомные измерители потенциалов ИПВК-1 и ВВ-1, искатели повреждений в изоляции УДИП-1М, регистраторы контроля защищенности РФИП, РАД-256, аппаратура ПОЙСК-1, датчики поляризационного потенциала СИМФ-1, МП-2 и др.

ВНИИГАЗом (А.С. Соколов) разработаны теоретические основы и практические схемы принципиально новой технологии катодной защиты с протяженно-распределенными анодами, внедренные на МГ в Средней Азии.

Внутреннее покрытие труб магистральных газопроводов

С конца 1960-х гг. во многих нефтегазодобывающих странах МГ сооружаются из труб с внутренним покрытием на основе полимерных смол, которое наносится для снижения гидравлического сопротивления труб и защиты их внутренней полости от коррозии. Это способствует снижению энергозатрат

на транспорт газа, повышению пропускной способности газопроводов и продлению ресурса труб.

В 1958–1966 гг. во ВНИИГАЗе были развернуты лабораторные, стендовые и промышленные исследования по подбору материалов, разработке основных технологических параметров процесса нанесения изоляции и соответствующего оборудования, а также по проверке его качества. В 1960 г. на головном участке газопровода Саратов – Москва (район КС «Кологривовка») был сооружен опытно-промышленный участок из труб с внутренним изоляционным покрытием. Наблюдения, проведенные в течение семи лет, показали, что опробованные композиции эпоксидных материалов не претерпели изменений в результате воздействия на них влажного сероводородсодержащего газа (до 160 г H₂S на 100 м³ газа).

Однако, несмотря на известные экономические преимущества сооружения магистральных газопроводов из труб с внутренним гладкостным покрытием, в России они оставались невостребованными до конца XX столетия. Такое положение объясняется не только низкими ценами на энергоресурсы, но и используемыми в то время техникой и технологией, а также высокими темпами строительства МГ. Вот почему эта проблема не находила достаточного освещения в отечественной технической литературе до конца 1980-х гг. В публикациях зарубежных авторов содержались в основном рекламные данные и отсутствовали сколько-нибудь конкретные сведения, характеризующие технологические и технико-экономические показатели газопроводов из труб с внутренним покрытием.

В то же время в России продолжалось дальнейшее перемещение основной сырьевой базы газодобычи в необжитые северные районы Западной Сибири, что сказалось не только на повышении тарифа на добычу газа, но и в значительной мере на повышении стоимости транспорта газа (в связи с увеличением дальности) в районы потребления. Повышение цен на энергоресурсы и тарифа на транспорт газа вызвали существенный интерес к проблеме энергосбережения.

В связи с проектированием газопровода Россия – Турция (проект «Голубой поток») вопросы использования труб с заводским внутренним гладкостным покрытием нашли отражение в работах ученых ВНИИГАЗа, которые доказали, что их применение позволит не только увеличить (до 10–12 %) производительность газопроводов, но и заметно снизить удельные металло- и энергозатраты, а следовательно, и тариф на транспорт газа (до 8 %). В результате сухопутная часть этого газопровода была запроектирована и построена из труб импортного производства с внутренним гладкостным покрытием. Однако применение таких труб на МГ России сдерживалось из-за отсутствия достоверных сведений об их стойкости к термическим, механическим и химическим воздействиям, характерным для российских условий применения и транспортирования труб, сооружения и эксплуатации газопроводов, а также рядом других причин.

В 1994–1998 гг. сотрудниками ЦАГИ, ВИАМа, ВНИИГАЗа и НИИММа СПбГУ был выполнен цикл работ по разработке программ и методов ускоренных испытаний, созданию установок и проведению экспериментальных исследований стойкости внутреннего покрытия к механическим, термическим и химическим воздействиям. Объектами исследований были три партии образцов, вырезанных из поставленных компанией Gaz de France отрезков стальных труб с внутренним покрытием эпоксидного типа Endocote 436.20 RIV (Endocote 436).

Процессу экспериментальных исследований предшествовали анализ опубликованной информации о внутреннем покрытии, изучение технологии его нанесения и зарубежного опыта хранения и транспортирования труб с внутренним покрытием, сертификации внутреннего покрытия в европейских странах и возможности применения для этих целей функционирующих в России экспериментальных установок и приборов, а также цикл расчетных исследований по уточнению параметров нагружения внутреннего покрытия при эксплуатации. В результате:

- были выделены основные факторы, влияющие на работоспособность внутреннего покрытия в российских условиях строительства и эксплуатации МГ;
- предложен комплекс контролируемых показателей качества, учитывающий эти условия;
- систематизирован банк расчетных и экспериментальных данных, позволяющих оценить стойкость внутреннего покрытия.

Основное внимание в ходе экспериментальных исследований уделялось изучению стойкости внутреннего покрытия к воздействиям климатических факторов (в термовлагокамерах), параметров газоабразивного нагружения (на установке аэродинамического типа Т-2 при различных температурах двухфазного потока и установке центробежного типа ЦС-871), контактирующих элементов ОУ (на двух специально созданных установках для испытаний закрепленных и подвижных криволинейных образцов с внутренним покрытием на изнашивание при трении скольжения с абразивом и без него), спадов давления (на специально созданной установке), коррозионных процессов и т.д.

Проведенные исследования позволили определить основные показатели свойств испытываемого внутреннего покрытия до и после воздействий и установить закономерности их изменений. Для этих целей применялись следующие методы: вихретоковый, магнитоиндукционный, тепловизионный, электропараметрический, сканирующей электронной микроскопии, решетчатых надрезов и др.

Полученные закономерности изменения показателей свойств внутреннего покрытия при форсированных режимах газоабразивного нагружения дали возможность прогнозировать его условный ресурс при длительной эксплуатации (без учета фактора старения) и легли в основу метода расчета, базирующегося на энергетических критериях.

Применение труб с внутренним гладкостным покрытием благодаря снижению гидравлического сопротивления магистральных трубопроводов позволяет значительно повлиять на технологические параметры транспорта газа. Этот вопрос был детально изучен специалистами ВНИИГАЗа под руководством и при непосредственном участии З.Т. Галиуллина и Г.Э. Одишарии. Эффект снижения гидравлического сопротивления обеспечивается за счет:

- увеличения производительности трубопроводов (без увеличения степени сжатия КС и расстояния между ними);
- снижения энергозатрат на транспортировку газа (при сохранении постоянной производительности газопровода);
- увеличения расстояния между КС и комбинированного воздействия на технологические параметры транспорта газа.

Новые подходы к реформированию направления транспорта газа

Весной 2002 г. Генеральным директором ВНИИГАЗа был назначен Рудольф Михайлович Тер-Саркисов, который начал назревшее преобразование

организационной структуры института и реформирование отдельных направлений научно-технической деятельности, в том числе в транспорте газа. В направление «Транспорт газа» входили на тот момент два самостоятельных блока с общей тематической направленностью «Технологии транспорта газа» и «Конструктивная надежность газопроводов», возглавляемые заместителями Генерального директора по науке Е.В. Леонтьевым и Решатом Галиевичем Тухбатуллиним соответственно. При этом указанные блоки функционировали практически независимо друг от друга, что негативно сказывалось на объективности и экономической эффективности принимаемых решений по поддержанию технического состояния, реконструкции и развитию как отдельных газопроводов, так и газотранспортной системы в целом.

По согласованию с Департаментом по транспортировке газа ПАО «Газпром», возглавляемым в тот период Б.В. Будзуляком, указанные блоки были объединены в одно направление, во главе которого в качестве заместителя Генерального директора был назначен д.т.н. В.С. Сафонов.

В основу модели управления ГТС как единым сложным производственно-технологическим комплексом была положена идея обеспечения ею устойчивого функционирования и адаптивного развития при изменениях конъюнктуры рынков и объективном износе основных фондов. Идея была основана на методологии идентификации и анализа рисков техногенного, природного и социально-политического характера, на принципе «предвидеть и упреждать» вместо традиционного «реагировать и выправлять».

Одновременно с организационными реформами в транспортном направлении в его составе был создан новый научно-технический центр «Управление системными рисками и устойчивостью ЕСГ России», который также возглавил В.С. Сафонов. За достаточно короткий промежуток времени во ВНИИГАЗе были разработаны научно-методические основы новой модели устойчивого развития ЕСГ, включая комплекс программных средств для моделирования потоков газа в ГТС при различного рода технологических ограничениях и экстремальных воздействиях внутреннего и внешнего характера, повышения маневровых возможностей в перераспределении потоков газа за счет межкоридорных и межсистемных перемычек и ряд других решений.

К сожалению, в 2010 г. значительная часть ведущих специалистов транспортного направления была переведена в Аппарат «Газпрома» и ООО «НИИгазэкономика», что резко затормозило развитие этого направления во ВНИИГАЗе и существенно ограничило возможности комплексного (системного) анализа проблемы устойчивого функционирования ГТС.

По существу, дальнейшее ее развитие было инициировано заместителем Председателя Правления ПАО «Газпром» Александром Григорьевичем Ананенковым, по поручению которого во ВНИИГАЗе была разработана Политика ОАО «Газпром» в области управления техническим состоянием и целостностью объектов транспорта газа.

Система управления техническим состоянием и целостностью ГТС

Одной из новых проблем обеспечения безопасной эксплуатации газотранспортной системы, насчитывающей свыше 170 тыс. км газопроводов с диаметрами 325–1420 мм, является проблема создания и внедрения в практику производственной деятельности «Газпрома» в области транспорта газа многофункционального инструментария научно-практической и технико-технологической направленности с максимальной степенью автоматизации и информатизации. В рамках этой глобальной проблемы во ВНИИГАЗе выпол-

нен большой объем методических разработок для создания СУТСЦ. Система должна представлять собой взаимосвязанный комплекс для мониторинга технического состояния объектов транспорта газа, техники и технических решений, обеспечивающих их жизнедеятельность, для организации, формирования и контроля исполнения решений по оперативному и перспективному управлению объектами транспорта газа для обеспечения системной надежности и целостности ГТС.

Первый опыт создания подобных систем для сравнительно небольших газопроводных сетей был осуществлен в Великобритании, Германии и Голландии. В ПАО «Газпром» была создана рабочая группа (Сергей Викторович Алимов, Иван Иванович Губанок, Вячеслав Васильевич Салюков, В.В. Харионовский), которая после изучения зарубежного опыта работы систем управления техническим состоянием (PIMS) рекомендовала начать разработку отечественной системы (в 2009 г.).

В 2010 г. сотрудниками ВНИИГАЗа при взаимодействии со специалистами Департамента по транспортировке газа ПАО «Газпром» (кандидаты технических наук С.В. Нефёдов, В.М. Силкин, Сергей Викторович Овчаров и др.) была разработана Концепция управления техническим состоянием и целостностью объектов ГТС ПАО «Газпром». В Концепции нашли отражение основные методологические подходы к построению СУТСЦ, включая целевую модель процесса, общие требования к информационному обеспечению, контролю реализации и т.п.

Методологическую основу СУТСЦ составляют математические модели для расчетного прогнозирования показателей технического состояния, надежности и технологического риска, на основании которых осуществляется долгосрочное планирование мероприятий диагностирования и ремонта газопроводов с дальнейшей оптимизацией по приоритетности объектов по важности для обеспечения потоков транспорта газа с учетом фактических финансовых и ресурсных ограничений.

Основное назначение СУТСЦ – обеспечение максимальной полноты, объективности и доступности данных, необходимых для оценки текущего и прогнозируемого технического состояния объектов, планирования организационных и технических мероприятий в рамках капитального и выборочного ремонта, технической диагностики, выбора оптимальных режимов эксплуатации.

Принципиальной особенностью и отличием разработанной СУТСЦ от аналогичных или близких по назначению систем, реализованных в отечественных и зарубежных компаниях ТЭК и крупных промышленных объединениях, является то, что в ней впервые на практике была реализована возможность прямой количественной оценки эксплуатационного риска. Значение эксплуатационного риска используется как самостоятельный показатель, а также для целей ранжирования технологических объектов по степени критичности. Внедрение риск-ориентированного подхода позволило создать эффективный механизм количественной оценки негативного влияния технологических объектов на «объекты окружения» и ее учета при планировании организационных и технических мероприятий. Важным является то, что в методологии и практических решениях СУТСЦ изначально в превентивном режиме оказались заложены возможности по учету перспективных требований федерального законодательства в части нормирования эксплуатационного риска, которые были сформулированы на законодательном уровне уже после формирования концепции и базовых основ методологии СУТСЦ.

С практической точки зрения внедрение риск-ориентированного подхода потребовало кардинального совершенствования процедуры сбора и

подготовки исходных данных, необходимых для его реализации в рамках СУТСЦ. В дополнение к рассматриваемым ранее данным о техническом состоянии объектов транспорта газа была разработана процедура сбора обработки данных об «объектах окружения», расположенных в зонах, примыкающих к линейным и площадочным объектам транспорта газа.

Разработанные методические подходы в 2012 г. закреплены в нормативной документации ПАО «Газпром», а для их реализации в виде программного обеспечения созданы классификаторы и справочники, сформированы структура базы данных и алгоритмы. В период с 2012 по 2014 гг. проведены апробация и опытное внедрение элементов СУТСЦ в отдельных газотранспортных предприятиях отрасли. С 2014 г. начато широкомасштабное внедрение СУТСЦ ЛЧ МГ во всех газотранспортных обществах ПАО «Газпром». Для формирования массива исходных данных технической и пространственной информации по всем линейным протяженным объектам газотранспортной системы ВНИИГАЗом совместно с дочерними обществами подготовлены необходимые методические материалы, шаблонный проект в геоинформационной системе, а также детализированные формы сбора данных.

Отметим, что в 2015 г. при непосредственном участии ВНИИГАЗа уже полностью на основе методологии и с использованием программных средств СУТСЦ была разработана Программа комплексного капитального ремонта объектов линейной части магистральных газопроводов ПАО «Газпром» на 2016–2020 гг.

В рамках реализации Стратегии информатизации ПАО «Газпром» методология СУТСЦ ЛЧ МГ реализуется в Информационно-управляющей системе транспортировки газа и газового конденсата (ИУС Т) ПАО «Газпром». Применение разработанных в рамках ИУС Т программных и методологических решений запланировано на 2018 г. А для распространения методологии СУТСЦ на трубопроводы и оборудование площадных объектов ГТС ВНИИГАЗом была разработана соответствующая методико-регламентная документация ИУС Т.

Необходимо отметить, что выполнение работ такого масштаба стало возможным только за счет согласованного взаимодействия специалистов курирующих департаментов ПАО «Газпром», дочерних обществ, специализированных диагностических и инжиниринговых организаций при методологическом, расчетно-аналитическом и экспертном сопровождении ВНИИГАЗа.

Результаты получили высокую оценку в ПАО «Газпром» – в 2015 г. за работу «Разработка и внедрение Системы управления техническим состоянием и целостностью линейной части магистральных газопроводов ОАО «Газпром» была присуждена первая премия ПАО «Газпром» в области науки и техники за 2015 г. (авт. коллектив: Георгий Александрович Милько-Бутовский, С.В. Овчаров, В.П. Столов).

В настоящее время это направление развивается во ВНИИГАЗе под руководством С.В. Нефёдова и В.М. Силкина при непосредственном участии Г.А. Милько-Бутовского, В.П. Столова, Сергея Ивановича Долгова, С.В. Овчарова, Юлии Юрьевны Петровой и других специалистов.

Подземное хранение газа

Параллельно с созданием и развитием газотранспортных систем в СССР создавались подземные хранилища газа для решения проблем надежности газоснабжения и обеспечения стабильности экспортных поставок газа. Одним из основоположников в области обеспечения надежности поставок газа потребителям и сглаживания неравномерности газопотребления за счет создания необходимых мощностей ПХГ был Михаил Иванович Сидоренко.

Научное обеспечение работ по созданию ПХГ было возложено на ВНИИГАЗ. Их непосредственным выполнением занимались заместитель директора института Владимир Николаевич Раабен и Абрам Львович Хейн – заведующий вновь организованной лабораторией подземного хранения газа. В.Н. Раабен на долгие годы становится одним из научных консультантов М.В. Сидоренко по этому вопросу.

Работы по обоснованию создания ПХГ были начаты во ВНИИГАЗе еще задолго до их практической реализации в промышленности. Когда в 1948 г. организовался ВНИИГАЗ, в СССР не было ни одного подземного хранилища газа и никому не было понятно, что обозначает аббревиатура «ПХГ». Но в лаборатории разработки газовых месторождений, руководимой д.г-м.н. Анатолием Львовичем Козловым, уже начались исследования по проблеме подземного хранения газа. Проводились исследования геологических условий создания ПХГ. Было принято смелое решение – ориентироваться на создание ПХГ в районе крупных потребителей газа (Москва, Ленинград, Киев, Рига, Ташкент) в водоносных пластах и сформулированы основные принципы их работы, создана группа исследователей на ПХГ.

Основная работа по подземному хранению газа во ВНИИГАЗе началась после создания в 1956 г. лаборатории ПХГ, которую возглавил крупнейший ученый д.т.н. Абрам Львович Хейн. Он первым во ВНИИГАЗе сформулировал и провел в жизнь идею, что ответственным за новые технологические решения, за решение всех вопросов по созданию и эксплуатации конкретного хранилища должен быть один квалифицированный научный сотрудник. Эта практика безо всяких изменений действует и по настоящее время.

Крупнейшим специалистом по вопросам технологии создания и эксплуатации ПХГ был работник этой же лаборатории д.т.н., профессор Евгений Владимирович Левыкин. Его работы по обоснованию дебита работы скважин на месторождениях Западной Украины явились прообразом дальнейших разработок по созданию высокодебитных скважин на газовых месторождениях и ПХГ. Монография Е.В. Левыкина «Технологическое проектирование хранения газа в водоносных пластах» (1973 г.) является единственной всеобъемлющей книгой по вопросам создания и эксплуатации ПХГ. Е.В. Левыкин принимал участие в качестве руководителя работ или ответственного исполнителя при разработке научно-технических решений и технологических проектов создания и эксплуатации Калужского, Щёлковского, Олишевского, Инчукалнского, Полторацкого, Невского и других ПХГ, в том числе в Германской Демократической Республике.

Основы методологии геологического обоснования для создания ПХГ были заложены Михаилом Сергеевичем Корочкиным. Разработанные им совместно с другими исследователями положения об этапности работ до настоящего времени используются в практике создания ПХГ. Большой вклад внесен им в совершенствование технологии гидродинамической разведки водоносных структур для создания ПХГ.

Долгое время руководил лабораторией ПХГ В.Н. Раабен – создатель Гатчинского ПХГ, единственного в мире в горизонтальном пласте. Эти работы он проводил в тесной связи с профессором Исааком Абрамовичем Чарным. В то время Щёлковское ПХГ было самым крупным в стране.

В своей работе коллектив сотрудников, занимающихся вопросами создания ПХГ, использовал исследования многих ученых ВНИИГАЗа, в частности профессора Юрия Павловича Коротаяева. Его исследования по теории комплексной разработки газовых месторождений, теории исследований газовых

скважин, по расчету движения газа в вертикальных трубах оказались актуальными и широко использовались в работах по подземному хранению газа.

Одним из основных авторов, наверное, единственных в мире Правил создания и эксплуатации подземных хранилищ газа, базовые положения которых до сих пор никто не изменил, был Григорий Иванович Солдаткин.

Долгое время руководил лабораторией проектирования подземных хранилищ газа к.т.н. Вениамин Петрович Карпов. К этому времени в стране уже была создана единая система ПХГ. В эти годы ВНИИГАЗ обосновал требования к стратегии развития ПХГ в стране, роль каждого ПХГ в общей системе, координацию работы ПХГ с системой газопроводов, месторождений и потребителей.

Экономика подземного хранения газа была создана во ВНИИГАЗе благодаря трудам Владимира Моисеевича Гальперина и Исаака Яковлевича Фурмана. Была определена многофункциональная роль хранилища, его место в системе газоснабжения и разработана методика оценки экономической эффективности ПХГ, а также область рентабельности ПХГ. Были сформулированы основные направления стимулирования работ по созданию ПХГ. Впервые этими исследованиями была установлена высокая эффективность ПХГ в обеспечении суточной потребности в газе. И до настоящего времени этот вопрос является актуальным, требует определенных усилий и затрат для повышения суточной производительности хранилищ.

Необходимо назвать к.т.н. Александра Ивановича Киселева, который практически с первого взгляда мог определить параметры хранилища, основные работы по его созданию.

Ведущий научный сотрудник отделения ПХГ к.т.н. Эдуард Львович Гусев решал технологические вопросы по проектированию ПХГ в водоносных пластах. Им были разработаны методические рекомендации, включая расчет формы контакта газ – вода при создании ПХГ в водоносных пластах и др. Разработанная им методика определения предельно допустимого давления в ПХГ действует без всяких поправок и по настоящее время. Работу по технологическому проектированию ПХГ продолжил начальник этой лаборатории Сергей Иванович Трегуб. Моделированием объектов ПХГ в трещиновато-пористых коллекторах истощенных газовых месторождений занимался ученый ВНИИГАЗа к.т.н. Сергей Александрович Хан.

Несколько десятилетий во ВНИИГАЗе научным направлением в области ПХГ руководил крупнейший ученый, д.т.н., профессор Станислав Николаевич Бузинов. Он является одним из создателей соответствующей научной школы. Им и его учениками была создана система подземного хранения газа в ЕСГ, а также теоретические основы наблюдения и контроля за работой ПХГ в водоносных пластах и истощенных газовых месторождениях. Разработаны современные алгоритмы и внедрены программно-вычислительные комплексы для проектирования разработки газовых месторождений и ПХГ, интеллектуализации управления технологическими процессами подземного хранения газа, включая экономику и экологию ПХГ.

Успешному решению исследовательских задач и выполнению плановых заданий способствовали общность целей и тесное сотрудничество специалистов института, проектных и производственных организаций. Подземные хранилища газа являются неотъемлемой частью ЕСГ России. Они расположены в основных районах потребления газа и имеют многоцелевое назначение. Помимо основной задачи – регулирования сезонной неравномерности – они выполняют и другие, такие как:

- дополнительная подача газа потребителям в аномально холодных периодах;
- обеспечение надежности экспортных поставок газа;
- создание долгосрочных резервов газа на случай непредвиденных экстремальных ситуаций;
- создание оперативных запасов газа на случай кратковременных аварийных ситуаций в системе газоснабжения.

В условиях рыночной экономики значение системы ПХГ существенно повышается – необходимо соответствовать возрастающим требованиям гибкости, оперативности, мобильности поставок газа. Вклад ПХГ в ресурсную часть ЕСГ в осенне-зимний период составляет 22–25 % суточных ресурсов, что сопоставимо с суточным объемом экспорта в дальнее зарубежье. В дни резких похолоданий эта величина достигает 30 %. Расширение мощностей ПХГ – одна из стратегических задач «Газпрома». Затраты на создание дополнительных мощностей ПХГ для регулирования сезонной неравномерности газа в несколько раз ниже затрат на создание соответствующих резервных мощностей в добыче и транспорте газа.

Важнейшим свойством ЕСГ как сложного технического и/или производственного объекта, позволяющим обеспечивать решение основных стратегических задач газовой отрасли, является ее системная надежность. К наиболее эффективным средствам обеспечения системной надежности относятся ПХГ. Авторским коллективом ОАО «Промгаз» (Александр Мирославович Карасевич, М.Г. Сухарев, Е.Р. Ставровский, Игорь Владимирович Тверской, Елена Викторовна Брысьева, Еналь Владимирович Ермолаев, Роман Вячеславович Самойлов и др., ранее являющиеся сотрудниками ВНИИГАЗа) разработан отраслевой документ СТО Газпром 2-2.1-512-2010 «Обеспечение системной надежности транспорта газа и стабильности поставок газа потребителям». Документ исходит из представления о ЕСГ как об уникальном технологическом комплексе, состоящем из подсистем добычи, магистрального транспорта, хранения и распределения природного газа, которые находятся в тесной режимно-технологической взаимосвязи. Стандарт устанавливает требования по обеспечению надежности и стабильности поставок газа потребителям и является обязательным при проектировании объектов магистрального транспорта газа. Требования стандарта следует учитывать при разработке программного обеспечения для обоснования принимаемых решений. Стандарт распространяется на все трубопроводные системы транспорта природного газа без ограничений, на рабочее давление и диаметры труб, материалы, оборудование, конструктивные решения и другие технологические факторы. В стандарте приведена общая модель для расчета показателей надежности ЕСГ с учетом ПХГ. Для анализа влияния проектируемого/реконструируемого объекта или ГТС на надежность функционирования ЕСГ или ее масштабных подсистем рекомендуется использовать системные модели.

В последнее время во ВНИИГАЗе для решения вопросов о размещении подземных хранилищ, их объемах, производительности используются методы экономического анализа с помощью экономико-математических моделей. Это позволяет проектировать ПХГ, сочетающие высокую производительность с достаточно большим объемом активного газа, оптимально размещенные по системе магистральных газопроводов и позволяющие при соответствующем маневрировании потоками газа эффективно покрывать все виды неравномерности газопотребления. ВНИИГАЗом совместно с другими институтами разработан технико-экономический доклад развития сети подземных хранилищ различных типов.

ПХГ – важнейший элемент энергетической безопасности России

Для перевода на газовое топливо крупных промышленных потребителей и организации газоснабжения населения многомиллионных городов требовалось обеспечить переброску больших объемов природного газа из районов добычи в районы потребления. При этом из-за удаленности значительной части потребителей транспортное плечо могло превышать тысячу километров, что обусловило необходимость строительства крупных протяженных газопроводов. Однако у протяженных газопроводов риск возникновения аварий на линейной части и нарушений в работе газотранспортного оборудования был очень велик, так как трассы газопроводов на своем пути пересекали зоны, таящие в себе разнообразные опасности природного, техногенного и антропогенного характера. Ситуацию усугубляло наличие неравномерности газопотребления, учитывая, что наша страна является самой холодной страной в мире. ПХГ, располагающиеся в относительной близости от потребителей, позволяют обеспечить надежность газоснабжения и сглаживание неравномерности газопотребления.

В нашей стране создание ПХГ началось во второй половине 1950-х гг. одновременно с началом освоения газовых месторождений и строительством протяженных газопроводов большой (по тем временам) производительности. В мае 1958 г. началась закачка газа в одно из истощенных месторождений Куйбышевской области. Башкатовское ПХГ стало первым в нашей стране подземным хранилищем газа. В следующем году в этом же районе была начата закачка газа в Аманакское ПХГ. Эти хранилища имели небольшие объемы активного газа и предназначались для повышения надежности газоснабжения Отрадненского газоперерабатывающего завода (ГПЗ) и ряда стратегических потребителей Куйбышевской области. Позднее, в 1970-е гг., здесь были созданы еще три ПХГ – Михайловское, Дмитровское и Кирюшкинское. По той роли, которую играли и продолжают играть эти хранилища в обеспечении устойчивого функционирования ЕСГ страны, они относятся к числу локальных.

Обеспечение надежного и бесперебойного газоснабжения Москвы и Московской области было приоритетной задачей газовой промышленности. Для решения этой задачи в 1959 г. в Калужской области начались работы по созданию первого в нашей стране ПХГ в водоносных пластах. Однако объемы газа этого хранилища не могли обеспечить покрытие сезонной неравномерности газопотребления Москвы и Московской области. Поэтому в 1961 г. было принято решение и начато создание в Щёлковском районе Московской области более крупного ПХГ в нижнем щигровском пласте водоносной структуры. По режиму отбора газа это хранилище относится к числу базовых, способных обеспечивать покрытие сезонной неравномерности газопотребления в течение всего отопительного сезона. В 1967 г. Щёлковское ПХГ было расширено за счет закачки газа в Рязский горизонт. Возможности Калужского ПХГ также были расширены путем создания вблизи него Якшуновского ПХГ. Оба хранилища находятся на небольшом удалении от газопроводов Шебекинка – Белгород – Курск – Брянск – Москва и Дашава – Киев – Брянск – Москва. Калужское и Якшуновское ПХГ использовались не только для покрытия пиковых нагрузок потребления Москвы и Московской области, но и для повышения надежности работы указанных газопроводов.

Организация газоснабжения Ленинграда и Ленинградской области также была одной из приоритетных задач газовой промышленности. Голубое топливо в этот регион в начале 60-х гг. прошлого века подавалось по газопроводу

Серпухов – Ленинград. Это был однониточный газопровод, и других источников газоснабжения у Ленинграда и Ленинградской области не было. Для повышения надежности газоснабжения потребителей в Ленинградской области ученые Московского нефтяного института им. И.М. Губкина и ВНИИГАЗа предложили использовать для создания ПХГ горизонтальный водоносный пласт, создав искусственную гидродинамическую ловушку. Это было инновационным решением. Гатчинское ПХГ является единственным в мире, созданным таким образом. Закачка газа в малоамплитудную естественную ловушку Гатчинского ПХГ началась в 1963 г., а в 1970 г. приступили к созданию гидродинамической ловушки. Одновременно в 1963 г. начали закачку газа в Колпинское ПХГ, расположенное на территории Ленинградской области. Мощности Гатчинского и Колпинского ПХГ не могли обеспечить регулирование сезонной неравномерности газопотребления Ленинграда и Ленинградской области в необходимом объеме и не гарантировали надежного функционирования газопровода Серпухов – Ленинград. Только прокладка двух ниток газопровода Грязовец – Ленинград и создание в 1975 г. Невского ПХГ в Новгородской области смогли повысить надежность и бесперебойность газоснабжения Ленинграда и Ленинградской области, а также экспортных поставок газа в Финляндию.

В мае 1964 г. началась закачка газа в Олишевское ПХГ, расположенное на территории Черниговской области, предназначенное для регулирования сезонной неравномерности газопотребления Киева и повышения надежности газоснабжения по газопроводу Дашава – Киев – Брянск – Москва. С той же целью в дополнение к Олишевскому ПХГ в августе 1968 г. введено Червоно-Партизанское ПХГ, также расположенное в Черниговской области.

В 1965 г. приступили к закачке газа в Полторацкое ПХГ на территории Ташкентской области в Узбекистане, которое должно было обеспечить регулирование неравномерности газопотребления Ташкента и повысить надежность поставок газа по газопроводу Джаркак – Бухара – Самарканд – Ташкент.

Учитывая перспективы развития газовой промышленности в целом и ГТС в частности, в Саратовской области приступили к созданию группы крупных ПХГ в истощенных месторождениях. В 1966 г. началось создание Елшано-Курдюмского и Песчано-Уметского ПХГ сразу в двух горизонтах. В 1973 г. к ним добавилось Степновское ПХГ, также имеющее два горизонта. По существу, в районе Саратова была создана группа ПХГ с шестью объектами хранения газа. Таким образом, в узле газотранспортной системы, где пересекались потоки среднеазиатского газа, подаваемого по системе газопроводов Средняя Азия – Центр, и потоки тюменского газа, транспортируемого по газопроводам Уренгой – Петровск, Уренгой – Новопсков и Челябинск – Петровск, был создан значительный резерв газа в ПХГ. Наличие этого резерва существенно повышало надежность поставок газа в сторону Восточной Украины и Москвы. Кроме того, эти хранилища позволяли регулировать неравномерность газоснабжения не только Саратовской, но и Куйбышевской, Ульяновской, Рязанской, Пензенской, Воронежской, Тамбовской, Московской и даже, в определенной степени, Белгородской и Луганской областей.

Одновременно с созданием группы ПХГ, имеющих общесистемное значение, в 1968–1969 гг. продолжалось создание ПХГ локального и регионального масштабов. Так, в 1968 г. началась закачка газа в Инчукалнское ПХГ, расположенное на территории Латвии, которое регулировало газоснабжение не только Латвии, но и Литвы, западных районов Белоруссии, Псковской и Новгородской областей, а также частично Эстонии.

В 1969 г. приступили к созданию еще одного узла в Единой системе газоснабжения СССР, где должны были концентрироваться значительные резервы активного газа, находящиеся в ПХГ. Таким узлом являлась КС «Долина», вокруг которой создавалась группа подземных хранилищ в истощенных месторождениях газа, расположенных в газоносном районе г. Стрый. В июле 1969 г. началась закачка газа в Угерское ПХГ, в июне 1973 г. – в Дашавское ПХГ, в 1979 г. – в Опарское ПХГ, в 1983 г. – в Бельче-Волицкое и Кодобнянское ПХГ. Указанная группа ПХГ должна была обеспечить надежные экспортные поставки газа в сторону КС «Ужгород» по трехниточному газопроводу Смоленск – Минск – Ивацевичи – Долина и по газопроводу Долина – Ужгород. Указанные хранилища резервировали также экспортные поставки газа по газопроводам Уренгой – Ужгород, «Прогресс» и «Союз». Кроме того, для повышения надежности экспортных поставок по этим газопроводам на территории Ивано-Франковской области в 1979 г. началась закачка газа в Богородчанское ПХГ, также созданное в истощенном газовом месторождении.

В 1970-е гг. начинается освоение уникальных северо-тюменских газовых месторождений. Резко возрастающие возможности по добыче газа создают условия для перевода промышленных предприятий практически всех отраслей на природный газ, заменяя этим экологичным видом топлива уголь и мазут. Начинается широкая газификация жилого сектора. Растут объемы экспорта газа в Европу. Резкое увеличение объемов газопотребления внутри страны и объемов экспорта газа обуславливает необходимость развития газотранспортной сети, а также ее неотъемлемой части – подземных хранилищ газа.

В этот период идет строительство одновременно как крупных общесистемных хранилищ газа, так и региональных. В число региональных хранилищ, созданных в эти годы, входят Кончуриновское ПХГ в Башкирии, Красно-Поповское в Луганской области, Осиповичское в Белоруссии недалеко от Минска, Калмасское в Азербайджане, Ереванское хранилище в солях. Эти хранилища обеспечивали регулирование неравномерности газопотребления в пределах относительно небольших территорий, находящихся вблизи хранилищ. В 1980-е гг. было создано еще 9 региональных ПХГ: Карадагское в Азербайджане, Майли-Су в Киргизии, Солоховское в Полтавской области, Пролетарское в Днепропетровской области, Вергунское в Донецкой области, Кегичевское в Харьковской области, Акыртюбинское на востоке Казахстана, Глебовское ПХГ в Крыму.

Однако существенного влияния на функционирование ЕСГ региональные ПХГ не имели. Объединение в единую производственно-технологическую структуру всех МГ и газопроводов-отводов, работающих под единым управлением в едином газодинамическом режиме, потребовало для обеспечения надежного функционирования этой системы создания специальных общесистемных резервов. В связи с этим были начаты работы по созданию ПХГ с большими активными объемами газа. Так, в двух горизонтах выработанного Северо-Ставропольского месторождения было создано ПХГ с активным объемом газа 20 млрд м³ и максимальным суточным отбором более 170 млн м³.

Большое значение для устойчивого функционирования ЕСГ имело создание в водоносных структурах Касимовского ПХГ. Активный объем активного газа в Касимовском ПХГ составляет 7,5 млрд м³, а максимальный суточный отбор из ПХГ – 73 млн м³. Касимовское ПХГ, расположенное в 25 км от г. Касимова, находится практически в центре ЕСГ. Наличие газопровода Касимовское ПХГ – Москва позволяет напрямую регулировать неравномер-

ность газопотребления самого крупного узла потребления в ЕСГ. Пунгинское ПХГ, также созданное на базе истощенного месторождения газа, расположенного в Тюменской области, обеспечивает резервирование Северного и Центрального газотранспортных коридоров ЕСГ.

В 1970–1980-е гг. общесистемное значение для ЕСГ имели Базайское ПХГ, расположенное на севере Казахстана, и Совхозное ПХГ. Базайское хранилище осуществляло резервирование поставок природного газа на Урал по системе газопроводов Бухара – Урал. Совхозное ПХГ, расположенное в Оренбургской области, ранее также играло роль общесистемного регулятора газоснабжения. Оно не только регулировало неравномерность газопотребления Оренбургской области, Башкирии и частично Челябинской области, но и резервировало поставки газа по экспортному газопроводу «Союз» и газопроводу Оренбург – Новопсков. В настоящее время объемы поставок газа по этим газопроводам резко сокращены, что существенно снизило значимость Совхозного ПХГ в обеспечении устойчивого функционирования ЕСГ.

В целом следует отметить, что ПХГ играют важную роль в обеспечении надежного функционирования ЕСГ, являясь неотъемлемой частью газотранспортной системы страны. Созданная сеть ПХГ – один из главных инструментов регулирования сезонной неравномерности газопотребления, а при возникновении крупномасштабных чрезвычайных ситуаций различного характера может обеспечить устойчивое и бесперебойное газоснабжение потребителей. Сегодня сеть ПХГ России включает 27 объектов подземного хранения, их оперативный резерв газа превышает 72 млрд м³, а совокупный суточный отбор газа составляет 801,3 млн м³. Доля газа, отбираемого из подземных хранилищ в самый холодный месяц года, составляет более 15 % от общего газопотребления.

Устойчивость ЕСГ – важнейшая компонента энергобезопасности РФ

Согласно энергетической стратегии России на ближайшую и долгосрочную перспективу обеспечение устойчивости ЕСГ является важнейшей компонентой энергобезопасности страны. ВНИИГАЗ не остался в стороне от решения проблем энергобезопасности. В соответствии с определением, данным в федеральных нормативных актах, энергобезопасность – состояние защищенности государства, экономики, граждан от угроз срывов поставок газа в объемах, предусмотренных Генеральной схемой развития газовой промышленности и Энергетической программой России для нормального функционирования топливно-энергетического комплекса, а также в минимально необходимых объемах в условиях чрезвычайных ситуаций.

В общем виде определяющими для газовой отрасли угрозы энергобезопасности внешнего и внутреннего характера являются:

- угрозы истощения ресурсной базы;
- техногенные и природные угрозы, а также угрозы особых периодов; реализация этих угроз, в том числе связанных с противоправными действиями, может привести к нарушениям целостности ЕСГ, а также к разрушениям или выходу из строя ее отдельных элементов и, как следствие, к нарушениям поставок газа;
- угрозы, связанные прежде всего с ошибками стратегического прогнозирования и ошибками проектов, а также с ошибками планирования и распределения ограниченных ресурсов;

- социально-политические и экономические угрозы, связанные непосредственно как с развитием топливно-энергетического комплекса страны, так и с взаимодействием ЕСГ России со странами ближнего и дальнего зарубежья.

Задачей отрасли является детальный анализ чувствительности (или уязвимости) отдельных объектов ЕСГ и системы в целом к этим угрозам с учетом вероятности их реализации для обоснования и классификации видов и масштабов возможных ущербов, вызванных возникновением различных негативных событий и факторов. Необходим комплекс целевых программ и мероприятий по противодействию выявленным угрозам и разработка алгоритмов управления рисками исходя из принципа «ожидаемый риск – возможная выгода».

Ученые ВНИИГАЗа (В.С. Сафонов, Е.В. Леонтьев, Анатолий Петрович Меренков, О.П. Стурейко, В.А. Ефремов и др.) совместно с СЭИ СО РАН разработали методические основы, а также выполнили расчетно-аналитические исследования в рамках этой важнейшей отраслевой проблемы. Наиболее важными факторами в обеспечении устойчивого развития и функционирования ЕСГ являются:

- своевременное восполнение и наращивание сырьевой базы газовой промышленности;
- обеспечение сбалансированности спроса и поставок газа (принцип «управления спросом»);
- своевременный ввод новых газодобывающих и газотранспортных мощностей;
- своевременная компенсация деградации производственных мощностей (реконструкция и капремонт объектов);
- формирование и поддержание надежности и живучести технологических объектов (в том числе при крупных техногенных авариях и противоправных воздействиях);
- адекватная система государственного правового и экономического регулирования в области энергобезопасности.

Для обеспечения устойчивости ЕСГ при нештатных ситуациях необходимо учитывать:

- устойчивость систем управления технологическими процессами;
- способность ЕСГ к функционированию в условиях нарушения целостности и частичных разрушений;
- территориальную рассредоточенность объектов и наличие системных резервов;
- минимизацию зависимости от внешних материально-энергетических связей;
- приспособленность объектов к проведению аварийно-спасательных и ремонтно-восстановительных работ;
- защищенность персонала от поражающих факторов и физическую стойкость оборудования к действию поражающих факторов.

Учитывая, что на долю газотранспортной системы приходится около 85 % основных производственных фондов ПАО «Газпром», наибольшее внимание в исследованиях ВНИИГАЗа уделено именно этому важнейшему структурному элементу ЕСГ России.

Как известно, весьма значительная часть газопроводов проходит по территориям с неблагоприятными с точки зрения обеспечения и сохранения конструктивной надежности инженерно-геологическими характеристиками грунтов. Особую обеспокоенность при этом вызывают участки с повышенной опасностью из-за стресс-коррозионных процессов, так называемые «горячие

участки», всплывшие и оголенные участки, участки, подверженные воздействию паводков, оползней, а также карстовым проявлениям. За последние годы благодаря реализации ряда общепромышленных программ и возрастанию объемов диагностических и ремонтных работ наблюдается тенденция к определенному снижению интегральных показателей аварийности по ГТС в целом. Тем не менее остающаяся высокой текущая аварийность газопроводов, однонаправленное возрастание их среднего возраста и объективно ограниченные ресурсы на реконструкцию и техническое перевооружение продолжают оставаться одними из наиболее существенных негативных факторов функционирования и развития ГТС.

Учеными ВНИИГАЗа показано, что без организации постоянного эффективного контроля за развитием выявленных дефектов и своевременного проведения минимально необходимых ремонтных работ уже в ближайшие несколько лет можно получить резкое нарастание потока отказов по базовым магистралям. При ограниченных материальных и финансовых ресурсах это может привести к потере управления и серьезным нарушениям поставок газа.

Одним из важнейших факторов обеспечения надежности работы ГТС является ее структурная устойчивость. Особое значение при этом имеет технологическая конфигурация ГТС, обеспечивающая возможность имеющихся резервов мощностей и частичного использования маневрирования потоками газа.

На основании специальных исследований, проведенных ВНИИГАЗом совместно с Институтом систем энергетики СО РАН, в ГТС были выявлены основные узкие места, где преднамеренные негативные воздействия на линейные и площадочные объекты могут привести к наиболее серьезным сбоям поставок газа потребителям. В первую очередь речь идет о взаимных пересечениях многониточных газопроводов и переходах через протяженные водные преграды, не удовлетворяющих требованиям живучести системы.

Особого внимания заслуживает также вопрос о возможностях маневрирования потоками газа и компенсации недопдачи газа при авариях на газопроводах высокого давления (например, Бованенково – Ухта). С точки зрения обеспечения устойчивости ЕСГ существенно повышаются роль и значимость резервирования газопотребления с помощью ПХГ.

Установлено, что определяющее влияние на надежность поставок газа оказывает наличие резервов производственных мощностей. В приложении к современному этапу развития ГТС это означает, что определяющим фактором для поддержания основных производственных фондов ГТС являются объемы и качество производимых работ по ремонту, реконструкции и техническому перевооружению.

Основные требования к повышению устойчивости функционирования и развития ЕСГ России, как сформулировано специалистами ВНИИГАЗа, состоят в следующем:

- освоение сырьевой базы газовой отрасли прежде всего за счет форсированного освоения новых газоносных регионов и создания ГТС «нового поколения» для вывода газа;
- своевременная и полномасштабная реконструкция и капитальный ремонт действующих объектов ГТС с оптимизацией суммарных инвестиций;
- расширение возможностей маневрирования потоками газа в период нештатных ситуаций;
- повышение надежности функционирования экспортных газопроводов, в том числе при нештатных ситуациях;

- расширение пространственно-рассредоточенной сети ПХГ для повышения надежности газоснабжения потребителей;
- оптимальная диверсификация направлений потоков газа, а также минимизация политических рисков, связанных с экспортом, транзитом и импортом газа.

Однако если каждая отдельная нерешенная проблема или потенциальная угроза может сама по себе и не представлять серьезной опасности, то их сочетание, наложение друг на друга в определенные моменты времени или на определенных этапах, особенно в современных условиях изношенности основных фондов и ограниченного финансирования, может привести к значительным негативным последствиям.

В большинстве случаев приходится говорить о системном характере угроз, рисках для всей системы газоснабжения в целом. В данной ситуации требуется особый подход к принятию решений, основанный на концепции риск-анализа. Расчет и анализ рисков являются теми общепринятыми в современном мире инструментами, при помощи которых потенциальная опасность может быть оценена количественно. Вовремя выявить опасность, количественно оценить ее – значит получить действенный инструмент предупреждения угрозы и смягчения ее последствий.

Системные аварии – устойчивость ЕСГ

В институте с 1979 г. ведутся работы по созданию нормативно-методической базы обеспечения устойчивого функционирования ЕСГ в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени, разработаны программные комплексы, накоплена обширная информационная база. В 1980-х гг. Единая система газоснабжения была самой устойчивой из всех систем топливно-энергетического комплекса. В настоящее время на уровне ЕСГ в целом существуют следующие угрозы ее устойчивому функционированию:

- техногенные угрозы, вызванные значительным износом основных производственных фондов, а также случайными изменениями мощности объектов в связи с отказами;
- угрозы террористических и других противоправных воздействий на объекты;
- рост интенсивности и масштабов экстремальных природных явлений (стихийных бедствий), в том числе вызванных глобальным изменением климата;
- угрозы, связанные с ошибками управления, в том числе с ошибками планирования и распределения ограниченных ресурсов;
- случайные флуктуации спроса потребителей на энергоресурсы и др.

В качестве критериев устойчивости системы магистральных газопроводов к системным авариям специалистами ВНИИГАЗа (Е.В. Леонтьев, О.П. Стурейко, В.А. Ефремов, А.Ю. Косарев и др.) предложено использовать ожидаемый объем недопдачи газа потребителям, вызванный возникновением аварий на объектах ГТС, а также пороговое (допустимое) снижение пропускной способности участка системы. Под пороговым (допустимым) снижением пропускной способности участка системы понимается максимально возможное снижение пропускной способности, которое не приводит к недопоставкам газа в результате аварии с учетом всех системных средств регулирования газоснабжения. При этом объем недопоставки является характеристикой аварии, а пороговое снижение пропускной способности – характеристикой участка системы.

Изменение данных показателей при проведении специальных мероприятий по повышению устойчивости ГТС будет свидетельствовать об эффективности этих мероприятий. На устранение этих угроз направлены следующие системные средства повышения устойчивости системы:

- резервы производственной мощности магистральных газопроводов (при проектировании ГТС на основе Норм технологического проектирования магистральных газопроводов);
- перераспределение потоков газа на недогруженные участки ГТС (за счет закольцованной структурой ГТС, данная возможность ограничена наличием узких мест);
- форсирование отбора газа из ПХГ и/или отказ от закачки газа в ПХГ;
- перевод некоторых потребителей на использование резервных видов топлива (уголь, мазут, торф);
- форсирование добычи газа;
- запасы газа в трубах (можно использовать в течение короткого периода времени);
- превентивное строительство лупингов, перемычек и др.

Для оценки устойчивости СМГ к системным авариям во ВНИИГАЗе была разработана специальная методика, рассматривающая ГТС как единый взаимосвязанный технологический симбиоз. Разработан информационно-аналитический комплекс потокового моделирования для учета возможных способов управления потоками в ЕСГ. Данный комплекс позволяет решать широкий круг задач, таких как:

- оценка эффективности системных средств резервирования газоснабжения при возникновении аварийных ситуаций;
- анализ текущей и перспективной загрузки и резервов газотранспортной системы;
- потоковое моделирование ЕСГ для выявления системных узких мест.

В том числе одной из задач, решаемых данным продуктом, является оценка устойчивости систем магистральных газопроводов к системным авариям. В качестве примера можно привести исследование системных последствий террористических воздействий на наиболее уязвимые места ЕСГ, выполненное в 2007–2010 гг.

Проблемы сжиженного и сжатого природного газа

Концепция поставок российского газа на зарубежные рынки, разработанная в ПАО «Газпром» с участием ВНИИГАЗа (Осип Александрович Беньяминович, А.С. Едигаров, Г.Э. Одишария, В.С. Сафонов, Юрий Петрович Ампилов и др.) предусматривает выход ПАО «Газпром» на новые рынки сбыта – как зарубежные, так и внутренние. Одним из основных путей реализации положений Концепции предусматривается транспортировка сжиженного и сжатого природного газа на удаленные рынки с использованием современных технологий сжижения и сжатия, а также его морской транспортировки. Рассмотрены различные маршруты транспортировки российского газа в сжиженном или сжатом виде на крупнейшие целевые рынки в США, Европе и Азии. Проведенные с использованием поликритериального анализа исследования позволили определить наиболее перспективные маршруты транспортировки.

При решающем участии и координации ВНИИГАЗа разработана и принята на Правлении ОАО «Газпром» Программа освоения ресурсов углеводородов на шельфе Российской Федерации до 2030 г. В соответствии с Программой транспортировка СПГ при давлении, близком к атмосферному, осуществля-

ется с помощью специально разработанных танкеров-газовозов, в которых для паровых двигателей в качестве топливного газа используется часть перевозимого СПГ, с этой целью специально регазифицируемая.

Технология перевозки сжиженного природного газа (СПГ, давление газа в резервуарах судов – от 11,96 до 24,52 МПа) позволяет одновременно перевозить чистый природный газ, газовый конденсат, попутный газ и получаемые из него продукты, что расширяет номенклатуру коммерческих ресурсов. Технология транспортировки СПГ предполагает разгрузку газа через буйковый терминал непосредственно в береговую ГРС или в хранилище газа без строительства приемного терминала и завода по регазификации. Это является одним из важнейших преимуществ, поскольку дает дополнительные возможности для морской транспортировки природного газа в тот регион, куда транспортировка СПГ экономически нецелесообразна или технически неосуществима (например, если негде разместить приемные терминалы и регазификационные мощности).

Одним из важнейших компонентов технологии морской транспортировки СПГ являются хранилища газа, в качестве которых могут быть использованы обычные ПХГ и буферные хранилища газа. Источниками газа в системах загрузки могут служить магистральные газопроводы, газовые и газоконденсатные месторождения, попутный нефтяной газ на нефтяных месторождениях.

Анализ результатов многочисленных технико-экономических расчетов показал, что приведенные затраты на технологическую цепочку производство – доставка – распределение по СПГ по меньшей мере на 10–30 % ниже, чем на аналогичную цепочку по КППГ. Несмотря на это, при рассмотрении вариантов дальнейшей транспортировки природного газа всякий раз необходимо учитывать в качестве альтернативы вариант технологии морской транспортировки СПГ, что может способствовать укреплению позиций ПАО «Газпром» на экспортных рынках за счет диверсификации способов и маршрутов транспортировки газа.

Кадры высшей квалификации

Выполнение перечисленных проблем в области транспорта газа стало возможным благодаря участию в их решении высококвалифицированных специалистов. Большую роль в этом процессе играет диссертационный совет, действующий при ВНИИГАЗе, который с 1993 г. возглавляет профессор В.В. Харионовский. За это время в диссертационном совете было защищено около 25 докторских и более 100 кандидатских диссертаций как специалистами ВНИИГАЗа, так и сотрудниками отрасли по специальностям: строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ; машины, агрегаты и процессы в нефтегазовой отрасли; безопасность в чрезвычайных ситуациях. Успешная подготовка научных кадров позволяет поддерживать газовую отрасль на современном научно-техническом уровне.

Заключение

Краткий обзор результатов деятельности направления «Транспорт газа» ВНИИГАЗа позволяет отметить, что за семидесятилетний период коллективом института были решены, зачастую впервые, многочисленные актуальные стратегически важные научные и практические задачи не только газовой отрасли, но и государства в целом. С участием ученых и специалистов ВНИИГАЗа создана мощная газотранспортная система, не имеющая аналогов в мире по концентрации газопотоков и энерговооруженности. При этом

ВНИИГАЗом при поддержке руководства «Газпрома» на основе технико-экономических разработок с учетом мировых достижений был дан импульс развитию новых направлений ряда смежных отраслей промышленности и народного хозяйства. Результаты исследований специалистов ВНИИГАЗа в области транспорта газа пользуются спросом и находят применение в зарубежных компаниях энергетической направленности, востребованы на международном рынке знаний в виде изобретений, патентов и научных публикаций. Более того, ВНИИГАЗ не останавливается на достигнутом. Успешно реализуются пионерные технические решения при создании новых объектов в сложных природно-климатических и экономических условиях, обеспечивая стабильный уровень энергетической безопасности не только в транспорте газа, но и во всей газовой отрасли. ВНИИГАЗ по-прежнему с готовностью откликается на новые вызовы времени, имея в виду огромные научные заделы, квалифицированный кадровый потенциал и креативность ученых при решении поставленных задач.

Список использованных источников

Будзуляк Б.В. Методология повышения эффективности системы трубопроводного транспорта газа на стадии развития и реконструкции / Б.В. Будзуляк. – М.: Недра, 2003. – 171 с.

Бузинов С.Н. Исследование пластов и скважин при упругом режиме фильтрации / С.Н. Бузинов, И.Д. Умрихин. – М.: Недра, 1964.

Бузинов С.Н. Гидродинамические методы исследования скважин и пластов / С.Н. Бузинов, И.Д. Умрихин. – М.: Недра, 1973.

Бузинов С.Н. Исследование нефтяных и газовых скважин и пластов / С.Н. Бузинов, И.Д. Умрихин. – М.: Недра, 1984.

Вольский Э.Л. Режим работы магистрального газопровода / Э.Л. Вольский, И.М. Константинова. – Л.: Недра, 1970.

Галиуллин З.Т. Современные газотранспортные системы и технологии / З.Т. Галиуллин, С.Ю. Сальников, В.А. Щуровский; под ред. В.А. Щуровского. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – 346 с.

Галиуллин З.Т. Интенсификация магистрального транспорта газа / З.Т. Галиуллин, Е.В. Леонтьев. – М.: Недра, 1991. – 230 с.

Гриценко А.И. Экология: нефть и газ / А.И. Гриценко, В.М. Максимов, Р.О. Самсонов, Г.С. Аكوпова. – М.: Академкнига, 2009. – 680 с.

Завойчинский Б.И. Долговечность магистральных и технологических трубопроводов. Теория, методы расчета, проектирование / Б.И. Завойчинский. – М.: Недра, 1992. – 271 с.

Левыкин Е.В. Технологическое проектирование хранения газа в водоносных пластах / Е.В. Левыкин. – М.: Недра, 1973.

Панкратов В.С. Информационно-вычислительные системы в диспетчерском управлении газопроводами / В.С. Панкратов, А.В. Дубинский, Б.И. Сиперштейн. – Л.: Недра, 1988. – 246 с.

Салюков В.В. Подготовка организационно-технологических решений капитального ремонта магистральных трубопроводов / В.В. Салюков. – М.: Стройиздат, 2007. – 360 с.

Сарданашвили С.А. Расчетные методы и алгоритмы. Трубопроводный транспорт газа / С.А. Сарданашвили. – М.: Нефть и газ, 2005. – 400 с.

Сухарев М.Г. Технологический расчет и обеспечение надежности газо- и нефтепроводов / М.Г. Сухарев, А.М. Карасевич. – М.: Нефть и газ, 2000.

Сухарев М.Г. Расчеты систем транспорта газа с помощью вычислительных машин / М.Г. Сухарев, Е.Р. Ставровский. – М.: Недра, 1971. – 206 с.

Сухарев М.Г. Резервирование систем магистральных трубопроводов / М.Г. Сухарев, Е.Р. Ставровский. – М.: Недра, 1987. – 168 с.

Сухарев М.Г. Оптимальное развитие систем газоснабжения / М.Г. Сухарев, Е.Р. Ставровский, В.Е. Брянских. – М.: Недра, 1981. – 294 с.

Сухарев М.Г. Оптимизация систем транспорта газа / М.Г. Сухарев, Е.Р. Ставровский. – М.: Недра, 1975. – 277 с.

Сухарев М.Г. Расчеты систем транспорта газа с помощью вычислительных машин / М.Г. Сухарев, Е.Р. Ставровский. – М.: Недра, 1971. – 206 с.

Темпель Ф.Г. Механика газовых потоков в трубах / Ф.Г. Темпель. – Л.: Недра, 1972. – 214 с.

Харионовский В.В. Надежность и ресурс конструкций газопроводов / В.В. Харионовский. – М.: Недра, 2000. – 467 с.

Харионовский В.В. Повышение прочности газопроводов в сложных условиях / В.В. Харионовский. – М.: Недра, 1990. – 180 с.

Харионовский В.В. Арктические газопроводы России / В.В. Харионовский, О.М. Иванцов. – М.: Нефтегазстройреклама, 1992. – 138 с.

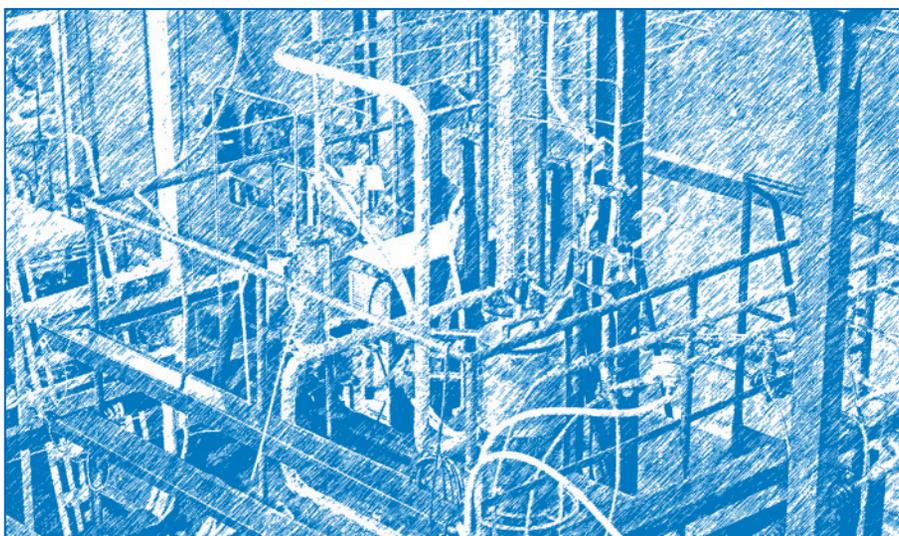
Харионовский В.В. Современные проблемы надежности магистральных газопроводов и пути их решения / В.В. Харионовский. – М.: РГУ им. И.М. Губкина, 2012. – Вып. 71. – 50 с. – (Академические чтения).

Харионовский В.В. Глубоководные газопроводы / В.В. Харионовский. – Deutschland: Lambert Academic Publishing, 2012. – 565 с.

Харионовский В.В. Магистральные газопроводы. Диагностика и управление техническим состоянием / В.В. Харионовский, В.В. Салюков. – М.: Недра, 2016. – 213 с.

Ходанович И.Е. Аналитические основы проектирования и эксплуатации магистральных газопроводов / И.Е. Ходанович. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – 128 с.

Щуровский В.А. Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты / В.А. Щуровский, Ю.А. Зайцев. – М.: Недра, 1994. – 192 с.



ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГАЗОПЕРЕРАБОТКИ

О.Е. Филатова, М.Н. Алёхина, С.А. Сиротин,
Д.П. Копша, Н.В. Мотин, Д.А. Кузнецов, С.В. Семёнова

История возникновения и развития российской газовой промышленности началась с развитием газоперерабатывающей отрасли. Одним из первых крупных месторождений в России, введенных в эксплуатацию, было Вуктыльское газоконденсатное месторождение, расположенное в Республике Коми. Для его разработки в г. Сосногорске в 1946 г. был построен также один из первых в СССР газоперерабатывающих заводов (ГПЗ). В то время объем добычи природного газа составлял всего 10 млрд м³/год, и в отличие от угля и нефти газ рассматривался не как энергоноситель в топливно-энергетическом балансе (ТЭБ), а прежде всего как химическое сырье. Именно поэтому на Сосногорском ГПЗ было создано одно из первых в СССР промышленных производств технического углерода (сажи), необходимого в качестве наполнителя для шин, в производстве лаков и красок, а также построены первые установки по выделению гелия из газа Вой-Вожского месторождения для военных и медицинских нужд.

Такие крупные ученые ВНИИГАЗа, как П.А. Теснер, К.И. Макаров и О.А. Беняминевич, внесли огромный вклад в создание этого промышленного объекта – будущего полигона для отработки новых технологий в газовой отрасли. Несмотря на прикладное значение, технические разработки ученых ВНИИГАЗа уже тогда отличались фундаментальностью, особенно труды П.А. Теснера по сажеобразованию.

Шли годы. Были открыты крупные месторождения сероводородсодержащих газов, такие как Мубарекское (Узбекистан) и Оренбургское, требующие принципиально новых подходов и технологий для подготовки газа к транспорту.

На базе этих месторождений в конце 1960-х – начале 1970-х гг. были созданы газоперерабатывающие заводы – Мубарекский ГПЗ, Оренбургский ГПЗ и Оренбургский гелиевый завод. Оренбургский газохимический комплекс, рассчитанный на переработку 45 млрд м³/год, стал крупнейшим в СССР поставщиком газа, который обеспечивал до 20 % от общего объема добываемого в стране голубого топлива. Именно такой статус приобретает в эти годы природный газ, вытесняя из ТЭБ страны сернистый уголь и мазут. На Оренбургском гелиевом заводе было налажено крупнотоннажное производство гелия.

Новые проекты перерабатывающих мощностей были направлены преимущественно на подготовку газа к транспорту и в меньшей мере на глубокую переработку газа, например на извлечение целевых компонентов – этана, пропана, бутанов.

Учеными ВНИИГАЗа в 1970-х гг. были предложены научно-технические решения и технологии, связанные с обеспечением очистки газа от кислых компонентов (сероводород и двуокись углерода), осушкой газа, производством газовой серы, стабилизацией конденсата, производством этана, сжиженных газов и гелия. Большой научный вклад в разработку и реализацию новых технологий внесли А.А. Халиф, А.А. Анисонян, Б.Г. Берго, Н.В. Кельцев, С.Ф. Гудков, Е.Н. Туревский, В.И. Попов, Т.М. Бекиров, Г.В. Беневоленская, С.Д. Барсук, В.В. Блинов и многие другие ученые ВНИИГАЗа.

Уренгойское и Ямбургское газоконденсатные месторождения Надым-Пур-Тазовского региона, введенные в эксплуатацию в середине и в конце 1980-х гг., содержат не только газ, но и значительные объемы жидких углеводородов. На базе этих месторождений были созданы Уренгойский завод деэтанзации конденсата (впоследствии – Уренгойское управление по подготовке конденсата к транспорту, ЗПКТ, УПКТ) и Сургутский завод стабилизации конденсата (ЗСК). Хотя предприятия по переработке конденсата создавались проектными нефтяными институтами, значительный вклад в их разви-

тие и совершенствование внесли ученые ВНИИГАЗа – В.И. Майоров, Д.А. Пак, И.Б. Кессель, Н.Г. Гаджиев и другие.

В конце 1980-х гг. началось освоение одного из крупнейших в мире газоконденсатных месторождений – Астраханского – и создание Астраханского ГПЗ. Астраханский ГПЗ – это принципиально новая ступень газопереработки: переработка газа и конденсата на одном заводе, самые большие в мире единичные мощности производства серы.

Освоение и развитие Астраханского ГПЗ связано с фамилиями таких ученых и исследователей ВНИИГАЗа, как А.И. Афанасьев, В.П. Свиридов, В.М. Стрючков, Н.И. Подлегаев, Н.Н. Кисленко, Р.Л. Шкляр.

Окончание прошлого века характеризовалось дальнейшим совершенствованием технологических процессов переработки углеводородного сырья на ГПЗ отрасли. Учеными ВНИИГАЗа совместно с другими научно-исследовательскими и специализированными организациями были созданы производства отечественных дорогостоящих реагентов, закупаемых ранее по импорту: абсорбентов (А.И. Афанасьев, В.М. Стрючков, Н.И. Подлегаев), адсорбентов и катализаторов производства элементарной серы (А.М. Цыбулевский, О.Е. Филатова, С.В. Крашенников).

За последние 20 лет в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» накоплен уникальный опыт эксплуатации установок получения серы на газоперерабатывающих заводах ПАО «Газпром». Разработаны: Стратегия производства и маркетинга серы ОАО «Газпром» на внутреннем и внешних рынках; ГОСТ Р 56249 «Сера газовая техническая»; отраслевые стандарты; метод оценки работоспособности катализатора в период эксплуатации (патент РФ 2264978), на основе которого создана система анализа эффективности установки, имеющая многофункциональное применение:

- научное обоснование решения о замене катализатора;
- корректное сравнение работы разных катализаторов;
- определение источников и структуры потерь серы в процессе.

Опыт обследования установок позволил оценить полный цикл производства серы, включающий помимо основного процесса дегазацию жидкой серы, способы хранения твердой серы, а также получение формованной серы. Итоги работы удостоены Премии ПАО «Газпром» в области науки и техники.

С.Д. Барсуком, В.В. Блиновым, Р.Л. Шкляром и Л.Л. Фишманом были разработаны научно-технические решения по повышению глубины извлечения легких углеводородов из природного газа на Сосногорском ГПЗ, Оренбургском ГЗ и Астраханском ГПЗ, что впоследствии воплотилось в создание современной установки по низкотемпературному газоразделению на Сосногорском ГПЗ (2004 г.), а также позволило развить дополнительное производство продукции более глубокого передела.

Учеными ВНИИГАЗа были эффективно решены задачи по переработке сложного газа Карачаганакского месторождения (Казахстан) и конденсата на Оренбургском ГПЗ (С.В. Набоков, Е.И. Чуманова); разработаны и внедрены научно-технические решения по повышению эффективности переработки конденсата на Уренгойском УПКТ (А.В. Мамаев) и Сургутском ЗСК (И.Б. Кессель, Д.А. Пак, А.А. Сторожко), Сосногорском ГПЗ (С.В. Савченков, С.В. Шурупов, А.М. Загорский).

Начало XXI в. ознаменовалось новыми достижениями ученых-переработчиков ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Так, по заданию ПАО «Газпром» с 1998 г. институтом ведутся исследования по использованию газовой серы в качестве вяжущих соединений для производства дорожно-строительных материалов.



Опытная установка производства модифицированной серы



Опытная установка по производству сероасфальтобетона и серобетона

Совместно с рядом организаций и научно-исследовательских институтов разработаны технологии промышленного производства литых и уплотняемых сероасфальтобетонных смесей, производства серобетонных смесей и изделий на их основе (Н.Н. Кисленко, Н.В. Мотин, М.Н. Алёхина, Н.В. Коперник, В.И. Кочетков, В.Н. Бачугин, И.В. Валушис-Амболт, В.П. Ткачёв).



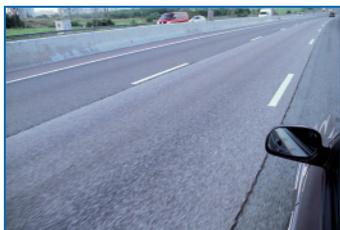
Отработка технологии производства пригрузов из серобетона



Отработка технологии производства бортового камня из серобетона

Материалы на основе серы отличаются от традиционных высокой механической прочностью и устойчивостью к воздействию окружающей среды.

Накоплен уникальный опыт в исследовании дорожно-строительных материалов на основе серы в реальных условиях эксплуатации. Освоено опытно-промышленное производство сероасфальтобетонных и серобетонных смесей. Уложены опытные участки дорог в различных климатических зонах.



г. Москва, МКАД, 2010 г.



г. Москва, Крылатский мост, 2002 г.



г. Малоярославец, 2014 г.

Опытные участки дорог из сероасфальтобетона

Проводимые исследования и мониторинги уложенных участков в процессе эксплуатации позволили разработать классификацию, технические требования к материалам и выработать требования к безопасности при производстве и укладке смесей, которые легли в основу нормативной и технической документации: государственного стандарта и четырех предварительных национальных стандартов.

Центр переработки газа и жидких углеводородов ВНИИГАЗа занимается также вопросами добычи нефти в современных условиях, что является одним из основных резервов повышения эффективности ПАО «Газпром». Специалистами Центра были выполнены технико-экономические оценки разработки Тымпучиканского, Алинского, Талаканского и Чаяндинского нефтегазоконденсатных месторождений Республики Саха (Якутия).

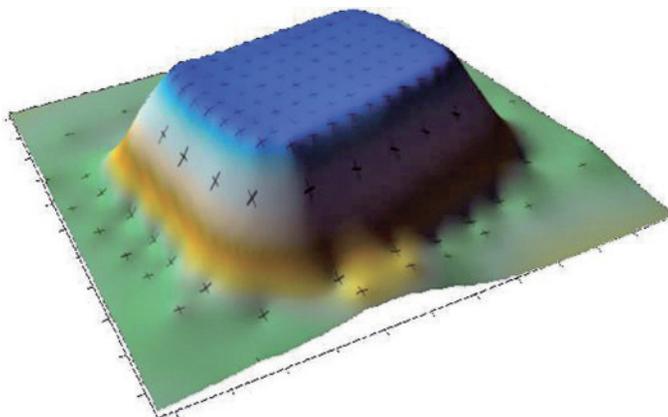
В рамках сотрудничества с ООО «Газпром переработка» были проведены работы по определению максимальной производительности установок деэтанализации конденсата на Уренгойском ЗПКТ; разработан комплект нормативно-методических документов, устанавливающих требования к качеству и методам испытаний газа деэтанализации; технические требования к углеводородному сырью, поставляемому на перерабатывающие мощности ООО «Газпром переработка» в Западно-Сибирском регионе. Проведена научно-исследовательская работа по анализу текущих возможностей и разработке решений по переработке на Сургутском ЗСК сырья утяжеленного состава, результатом которой явился Технологический регламент на проектирование установки моторных топлив Сургутского ЗСК в связи с изменением состава поступающего сырья. Разработаны рекомендации по предотвращению и удалению парафиновых отложений при трубопроводном транспорте тяжелого углеводородного сырья месторождений Западной Сибири.

В рамках сотрудничества с ООО «Газпром добыча Астрахань» были разработаны ряд методических документов, в основу которых положены современные физико-химические методы исследований. Разработаны и метрологически аттестованы:

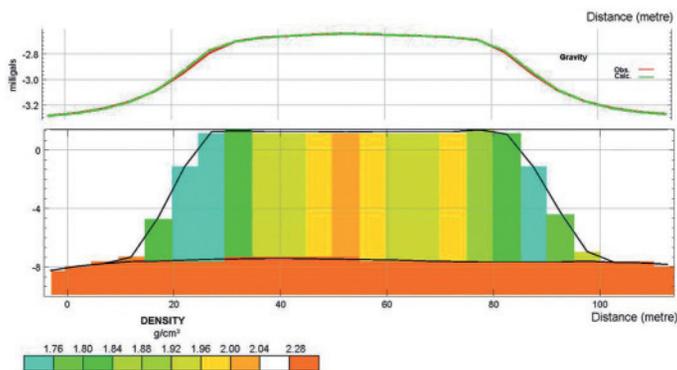
- методика определения плотности комовой серы с использованием гравиметрических измерений, позволяющих учесть неоднородность распределения плотности серы по объему серной карты;
- методика идентификации и выполнения измерений массовой концентрации ингибиторов коррозии в технологических средах Астраханского месторождения с применением метода хромато-масс-спектрометрии с предварительной микроволновой подготовкой анализируемых проб;
- методика выполнения измерений массовой концентрации элементов методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в пробах природных, технологических и сточных вод, жидких углеводородах, почвах,

атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промвыбросах, отложениях с технологического оборудования и катализаторах.

Разработкой методик занимались сотрудники Центра переработки газа и жидких углеводородов Д.А. Кузнецов, И.Е. Кузнецов, Е.Г. Мезенцев, И.В. Лазарева, Ж.Н. Чаукина.



3D-модель серной карты, построенная по результатам гравиметрических измерений



Распределение плотности в разрезе серной карты



Испытательная лаборатория сжиженных углеводородных газов и ШФЛУ, газов дезанизации и стабилизации, стабильных и нестабильных конденсатов, исследования механических примесей рабочих сред и др.

В настоящее время сотрудники Центра переработки газа и жидких углеводородов под руководством С.А. Сиротина участвуют в работах, посвященных развитию отечественных технологий сжижения природного газа.

Давнее сотрудничество связывает специалистов ООО «Газпром ВНИИГАЗ» с Китайской Народной Республикой. Начиная с 2001 г. специалисты института проводили исследования и анализ разработки газового месторождения Кела-2.

В 2006 г. в связи с аварией на месторождении Лоцзячжай (Китай), учитывая большой накопленный опыт по разработке уникальных сложностроенных сероводородсодержащих месторождений Прикаспия, группа специалистов ООО «ВНИИГАЗ» (В.Ф. Перепеличенко, Ф.Р. Билалов, А.Г. Потапов, В.С. Смирнов, Р.Л. Шкляр, А.В. Ляшенко, А.Г. Минко) была приглашена в Китай для проведения экспертной оценки проекта разработки месторождения Лоцзячжай. Для условий месторождения были даны конкретные технологические схемы разработки, технические решения по конструкции и эксплуатации скважин, системам сбора и промысловой обработки продукции скважин, защиты оборудования от коррозии. При этом специалистами ВНИИГАЗа оценивался не только сам проект разработки китайского объекта, но и сравнительный анализ и сопоставление с Астраханским и Оренбургским месторождениями.

Экспертная работа рассматривалась в компании «ПетроЧайна» на самом высоком уровне и получила высокую оценку. Впервые в истории нефтяной и газовой промышленности Китая по рекомендации специалистов ООО «ВНИИГАЗ» было принято решение о проведении опытно-промышленной эксплуатации месторождения Лоцзячжай. В дальнейшем специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ» были повторно приглашены в Китай для выполнения оценки проекта опытно-промышленной эксплуатации месторождения Лоцзячжай. При этом китайской стороной полушутливо-полусерьезно было заявлено: «Доверяем только вам, уважаемые вниигазовцы!».

Центр, нацеленный на инновации

В ООО «Газпром ВНИИГАЗ» над вопросами развития газопереработки работает в основном Центр переработки газа и жидких углеводородов.

Решением Правления ПАО «Газпром» принята и успешно реализуется Программа по созданию отечественной технологии получения жидких дистиллятов (прежде всего экологически чистого дизельного топлива) из природного газа (Д.А. Мирошниченко).

Необходимость развития и производства новых видов конкурентоспособной продукции связана и с тем, что меняющиеся требования к качеству моторных топлив требуют разработки соответствующих технологий их производства и оказывают значимое влияние на развитие процессов и схем переработки углеводородного сырья. Введение ограничений на содержание серы и ароматических составляющих в топливах и окислов азота в выхлопных газах обусловило всплеск интереса к технологиям получения синтетических жидких топлив. Разработка таких технологий не имеет своей целью производство продуктов, в точности соответствующих по составу топливам, получаемым из нефтяного сырья. Основным направлением исследований является поиск наиболее экономичных способов получения бензинов и дизельного топлива высокого экологического класса из ископаемого и растительного сырья.

Центром переработки газа и жидких углеводородов совместно со специалистами ИНХС РАН разработана комплексная технология переработки жидких продуктов синтеза Фишера – Тропша в моторные топлива с улучшенными

эксплуатационными характеристиками. Предложены два варианта получения товарной продукции. По итогам разработки технологии получения синтетических жидких топлив и комплексной переработки продуктов синтеза получено шесть патентов.

Перспективным направлением деятельности Центра являются исследования в области технологий глубокой переработки природного газа, направленных на получение высоколиквидной продукции – специальных полимеров, компонентов моторных топлив и масел, композитных материалов и т.п. Актуальность данных разработок обусловлена ограниченными возможностями применения известных газохимических технологий для выпуска подобного рода продукции, которые связаны с необходимостью создания производств высокой единичной мощности в районах с развитой инфраструктурой.

К перспективным технологиям, исследование которых планируется Центром, относятся физические электронно-лучевые методы конверсии природного газа и новые химические процессы получения традиционных газохимических продуктов. К последним относятся процессы прямого синтеза метанола из природного газа, одностадийного синтеза диметилового эфира, окислительной димеризации метана.

Развитие нового направления позволит вовлечь в переработку низколиквидное газохимическое сырье – сбросные газы газоперерабатывающих производств, добываемые природные газы, характеризующиеся изменением состава с тенденцией к увеличению содержания тяжелых гомологов метана, газы месторождений с падающей добычей и труднодоступных, с коротким периодом эксплуатации. Внедрение новых технологий и процессов газохимии, позволяющих переводить газообразные компоненты в жидкие продукты, облегчит их поставку потребителям и снизит затраты на дальнейшую переработку.

Имеющиеся наработки Центра переработки газа и жидких углеводородов в области оценки возможности применения инновационных газохимических технологий на объектах ПАО «Газпром» были использованы при разработке стратегического корпоративного документа – Стратегии и программы использования газа истощаемых месторождений с низким пластовым давлением, включая способы использования газа непосредственно на промысле.

Правильный выбор маркетинговой политики, ориентированной на реализацию стратегических целей развития газопереработки и газохимии, способствует упрочению позиций России на мировых энергетических и химических рынках. Маркетинговые исследования являются неотъемлемой частью комплекса предынвестиционных работ, проводимых в рамках стратегического планирования развития газовой отрасли.

Специалистами Центра предложены методические разработки в области маркетинговых исследований рынков базовой продукции переработки газа и газохимии. Методики выделяют основные факторы, влияющие на прогнозируемую величину, включают разработку математической модели с применением стандартных эконометрических методов и коррекцию модели по фактическим показателям рынка. Разработки Центра позволяют ООО «Газпром ВНИИГАЗ» собственными силами, без привлечения сторонних организаций проводить широкий спектр маркетинговых исследований, входящих в комплекс предынвестиционных работ:

- прогнозирование объемов внутреннего потребления, экспорта, импорта и цен на продукцию газопереработки и газохимии;

- определение перспективного ассортимента продукции, имеющего рыночные перспективы;
- проведение конкурентного анализа по действующим производителям;
- определение приоритетных рынков сбыта продукции;
- оценку емкости внутреннего рынка и размер рыночных ниш для перспективных газоперерабатывающих и газохимических предприятий ПАО «Газпром»;
- расчет возможных объемов поставок на внутренний и внешний рынки.

Методические разработки Центра в области маркетинга продукции газохимии и газопереработки использовались при разработке стратегических корпоративных документов, в частности Стратегии и программы извлечения и использования газа истощаемых месторождений с низким пластовым давлением, Адаптивной стратегии развития газохимического бизнеса в рамках Группы «Газпром».

К приоритетным направлениям деятельности Центра относятся разработка и внедрение технологий глубокой переработки углеводородного сырья ПАО «Газпром», создание нормативно-технической базы, а также разработка новых направлений использования получаемой Обществом продукции.

В ПАО «Газпром» глубокая переработка углеводородного сырья и газохимии в последние десятилетия стали одними из приоритетных направлений развития, позволяющих существенно диверсифицировать деятельность Компании и расширить выпуск продукции глубоких переделов. Развитие газохимического бизнес-сегмента, необходимость которого продиктована экономико-политической повесткой дня, позволит увеличить экспорт в страны Азиатско-Тихоокеанского региона и закрепить российское присутствие на новых перспективных рынках. Создание индустриальных кластеров, включающих высокотехнологичные газохимические производства с широким ассортиментом выпускаемой продукции, придаст мощный экономический импульс региональному развитию.

Бизнес-среда, сложившаяся в газоперерабатывающей и газохимической отраслях, характеризуется высокой степенью неопределенности, что приводит к снижению эффективности решений, предлагаемых традиционным менеджментом. В этой связи большое значение приобретает проблема разработки и реализации новых стратегий, учитывающих быстро меняющиеся технологические и рыночные условия бизнес-среды. Активно ведутся поиск и анализ эффективных практических решений и разработка концептуальных моделей стратегического управления бизнесом для ситуаций, связанных с повышенной скоростью изменений и неопределенностью.

Адаптивная стратегия, разработанная Центром, согласует возможности Компании, ее внутреннюю среду с факторами воздействия и влияния внешней экономико-политической ситуации. К таким факторам относятся состояние рынков сбыта, закономерности ценообразования на сырье и продукцию при поставках на внешние и внутренние рынки, способы поставки сырьевого газа и логистика продукции. В стратегии проработаны такие вопросы, как схема синхронизации создания производственных мощностей с обустройством месторождений и развитием газотранспортных систем, логистические связи перспективных ГПЗ и ГХК с центрами газодобычи и потребления продукции. Определены технологии извлечения и эффективной переработки ценных компонентов. Рассмотрены проблемы инвестиционного обеспечения газохимических проектов, организация взаимодействия с компаниями, для которых газохимический бизнес является профильным.

Материалы Адаптивной стратегии будут использованы при реализации единой корпоративной политики ПАО «Газпром» в области маркетинга, переработки газа и жидких углеводородов, при планировании и организации мероприятий по созданию новых газохимических производств. Они войдут в состав корректируемой Минэнерго РФ Генеральной схемы развития газовой и нефтяной отраслей на период до 2030 г. и проекта Энергетической стратегии России на период до 2035 г.

Основой развития газопереработки и газохимии ПАО «Газпром» является существующая и перспективная сырьевая база. Основные запасы Компании сосредоточены в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Волго-Уральском регионе, на п-ове Ямал и шельфе. Запасы газа Группы «Газпром» в России составляют около 30000 млрд м³, газового конденсата – больше 1000 млн т, нефти – почти 1500 млн т.

Располагая ресурсами практически во всех регионах России и исходя из инновационной модели бизнеса, ПАО «Газпром» стремится развивать направления наиболее рационального использования углеводородного сырья путем организации производств их глубокой переработки и выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью.

Планомерно наращивая добычу газа и жидкого углеводородного сырья, в перспективе планируется увеличить эти показатели более чем на 20 %. При этом значительно увеличится добыча этансодержащего газа – ценнейшего сырья для развития нефтегазохимии.

К намеченным этапам развития газовой отрасли можно отнести развитие добычи в традиционном регионе ПАО «Газпром» – Надым-Пур-Тазовском, а также начало добычи в новых регионах: полуостров Ямал, освоение гелийсодержащих ресурсов Восточной Сибири и Дальнего Востока.

В период с 2007 по 2017 гг. работы Центра посвящены разработке отечественных технологий переработки углеводородного сырья месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока, в том числе разработке энергоэффективных технологий извлечения гелиевого концентрата и получения товарного гелия высокой чистоты, соответствующего требованиям зарубежных потребителей.

Центр разработал ряд технических решений для переработки гелийсодержащих газов сложного состава, в том числе для газоперерабатывающего завода в Амурской области, а также технические условия на продукцию предприятия, в том числе планируемую к поставке в Китай. Работы проведены под руководством директора Центра переработки газа и жидких углеводородов С.А. Сиротина.

Амурский газоперерабатывающий завод станет крупнейшим в России и одним из самых больших в мире предприятий по переработке природного газа. Завод будет важным звеном технологической цепочки будущих поставок природного газа в Китай по газопроводу «Сила Сибири». На завод будет поступать газ Якутского и Иркутского центров газодобычи, которые ПАО «Газпром» создает в рамках реализации Восточной газовой программы. Продукция завода (природный газ, этановая, пропановая, бутановая и пентан-гексановая фракции, гелий) будут поставляться зарубежным и отечественным потребителям.

Таким образом, в России собственные источники газа ПАО «Газпром» позволяют не только полностью удовлетворить потребность населения и промышленности в голубом топливе, но и сформировать в регионах новые центры по его переработке и производству продукции с высокой добавленной стоимостью, что даст мощный импульс социально-экономическому развитию как отдельных российских территорий, так и страны в целом.

Производство гелия

В 1950-е гг. ученые и специалисты ВНИИГАЗа приступили к научно-исследовательским работам по извлечению гелия из природных газов. Направление возглавил О.А. Беняминевич. До этого производство гелия в промышленных масштабах осуществлялось только в США. В СССР сырьевой базой гелиевой промышленности являлись природные и попутные газы с содержанием гелия значительно ниже, чем в Америке. Понятно, что это обстоятельство осложняло задачу создания рентабельных промышленных установок производства гелия. В результате совместных усилий ряда организаций (НИИхиммаш, УкрГипрогаз, ВНИИГАЗ и др.) на Сосногорском и Московском газоперерабатывающих заводах были построены первые промышленные установки извлечения гелия из природных газов месторождений Коми АССР и Саратовской области.

В 1960–1970 гг. были созданы промышленные установки извлечения гелия, этана, пропана и высших углеводородов из попутных газов нефтяных месторождений Татарстана и Куйбышевской области. Однако построенные в тот период заводы не могли удовлетворить растущий спрос на гелий, поэтому в 1970-е гг. начались работы по созданию установок большой производительности для переработки газа Оренбургского газоконденсатного месторождения. В работах участвовали коллективы ВНИИГАЗа, ЛенНИИхиммаша, ЮжНИИГипрогаза, НПО им. М.В. Фрунзе и других научных, проектных и промышленных предприятий страны.

Основной вклад ВНИИГАЗа заключался в разработке технологического процесса извлечения из природного газа гелия, этана и высших углеводородов, а также тонкой очистки гелия. Этому предшествовал большой объем научно-исследовательских работ. Так, экспериментально исследовались фазовые равновесия в смесях углеводородов с азотом и гелием, процессы адсорбционной очистки гелия от примесей, очистки гелия от водорода окислением, конденсации и испарения углеводородных смесей. Разрабатывались методы расчета фазовых равновесий, тепломассообмена, ректификации. Был создан комплекс программ для моделирования процессов переработки природных газов.

В 1978 г. была пущена в эксплуатацию первая установка получения гелия, этана и широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) на Оренбургском гелиевом заводе производительностью 3 млрд м³/год по природному газу, что в 8 раз превышало производительность ранее построенных установок. Оренбургский завод стал основным поставщиком гелия. Работы в этом направлении продолжены.

В соответствии с Программой создания в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке единой системы добычи, транспортировки газа и газоснабжения с учетом возможного экспорта газа на рынки Китая и других стран АТР, утвержденной в 2007 г., ПАО «Газпром» проводит освоение крупных гелийсодержащих месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока: Чайнинского НГКМ, Ковыктинского ГКМ и др.

В ООО «Газпром ВНИИГАЗ» по заданию ПАО «Газпром» разработана Стратегия развития гелиевой промышленности на базе гелийсодержащих месторождений ПАО «Газпром». Разработка проводилась Центром под руководством А.В. Мамаева. В Стратегии определены основные этапы развития гелиевой промышленности, сроки их реализации, представлены предложения по организации новых гелиевых производств. В соответствии с принятыми решениями развитие гелиевых производств в РФ связано в первую очередь с разработкой гелийсодержащих месторождений Восточной Сибири

и Дальнего Востока и вводом в эксплуатацию газоперерабатывающего завода в Амурской области, производительность которого по гелию может достигнуть 120 млн м³/год, что позволит осуществить широкомасштабный выход российского гелия на мировой рынок.

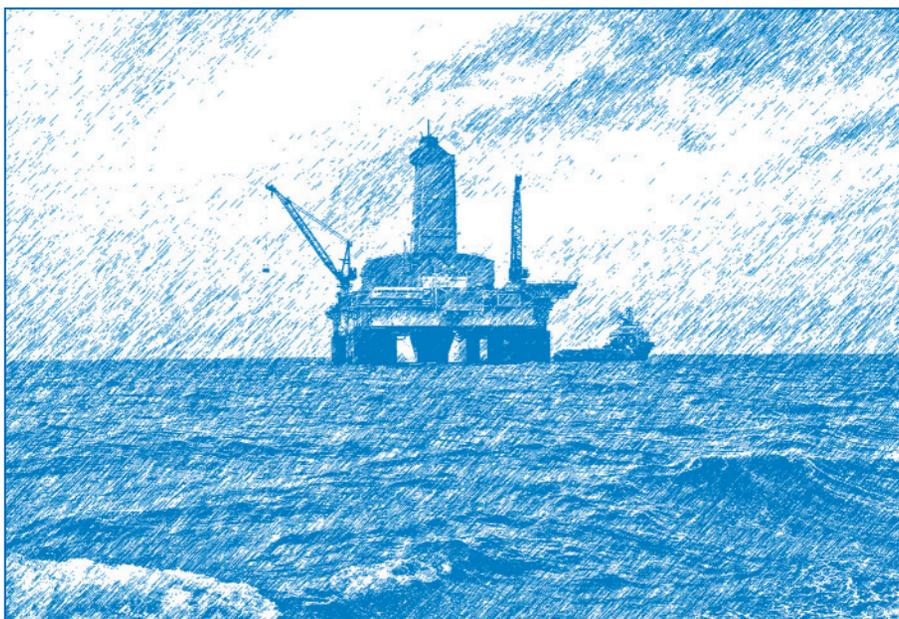
Развитие транспортной инфраструктуры для поставок жидкого гелия на Дальнем Востоке связано с созданием логистического центра гелия в районе Владивостока пропускной способностью до 120 млн м³/год в пересчете на газообразный гелий.

Проводятся работы по созданию отечественного парка цистерн-контейнеров для перевозки жидкого гелия. С целью создания подземных хранилищ гелиевого концентрата выявлены и проводятся геологоразведочные работы на потенциальных участках, расположенных в Иркутской, Амурской областях, на территории Республики Саха (Якутия).

В соответствии с Программой создания в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке единой системы добычи, транспортировки газа и газоснабжения в этих регионах создаются четыре новых центра газодобычи (Сахалинский, Якутский, Иркутский, Красноярский). Уникальность компонентного состава ресурсов Ковыктинского газоконденсатного месторождения (Иркутская область) и Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения (Якутия) потребовала сделать акцент не на скорейшем вовлечении этих месторождений в разработку, а на необходимости эффективной переработки сырья и развитии газохимических производств. Одним из обоснований для принятия этого решения послужили научные исследования и разработки ученых и специалистов ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

Можно привести и другие примеры. Все они свидетельствуют лишь об одном. Комплексный подход к освоению ресурсов природного газа Востока России, заложенный в Программе, является единственно верным. Он стал альтернативой разрозненным проектам поставок на экспорт природного газа с отдельных месторождений.

Правительство России возложило на ПАО «Газпром» функции координатора деятельности по реализации Восточной программы, поэтому научно-исследовательскую базу под нее вместе с другими институтами отрасли будет формировать ООО «Газпром ВНИИГАЗ», что полностью отвечает профилю и задачам института как головного научно-исследовательского и инжинирингового центра газовой отрасли.



**ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТ ПО ОСВОЕНИЮ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ
НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ**

М.Н. Мансуров, Д.А. Мирзоев

Исторические аспекты российской морской нефтегазодобычи

Освоение морских нефтегазовых месторождений в России началось в XIX в. на бакинских промыслах с прибрежных колодцев, откуда тартали¹ нефть. Идею промышленного освоения морских месторождений нефти впервые обосновал инженер Витольд Константинович Згленицкий (1850–1904). Методика морского бурения В.К. Згленицкого предусматривала установку буровой вышки на сваях, которая должна была иметь прочную обшивку и непроницаемый помост, возвышающийся над уровнем моря, для самотечного сбора добываемой нефти в пришвартованную к площадке барже. В 1905 г. И.С. Заковенко предложил аналогичный вариант. Бурить и добывать нефть он предполагал с помощью изобретенного плавучего кессон-понтонa. Так впервые в России появились прообразы морской стационарной платформы и плавучей буровой установки, сыгравшие ключевую роль во второй половине XX в. при освоении морских месторождений. Горный ученый комитет отклонил смелые проекты российских инженеров и рекомендовал осваивать морские месторождения нефти (о газе при тех технологиях помышляли лишь как о прекрасном будущем) не с помощью надводных устройств, а путем засыпки прилегающих к суше участков моря, что было осуществлено в 1911–1927 гг. засыпкой Биби-Эйбатской бухты (советское название – Бухта Ильича), расположенной к юго-западу от г. Баку [1].

Таким образом, добыча первой морской нефти существенно не изменила традиционные технологии добычи, однако была обозначена перспектива – разработка экономически оправданных и технически доступных способов бурения и добычи нефти. Тем не менее в «Азнефти» в 1934 г. на глубине 6 м уже были установлены два деревянных основания под буровую вышку (так в то время называли морскую стационарную платформу), а в 1935 г. у о. Артём поставлено первое основание на металлических сваях [2].

В 1944 г. инженер Л.А. Межлумов предложил универсальные трубчатые сборно-разборные конструкции оснований морских буровых систем ЛАМ для глубин моря до 15 м, а в 1949 г. Л.А. Межлумов, С.А. Оруджев и Ю.А. Сафаров предложили проект основания для глубин до 20 м, которое получило название по первым буквам фамилий авторов – МОС. Основания ЛАМ и МОС положили начало современным морским стационарным платформам. Другое направление освоения морских месторождений – эстакады [3]. В 1947 г. началось строительство первых эстакад на месторождении Изберг-море в Дагестане, в 1949 г. эстакадным методом было введено в разработку месторождение Нефтяные Камни.

Параллельно с разработкой гидротехнических сооружений в «Азнефти» закладывалась еще одна технология, без которой немислимо последующее развитие морской нефтедобычи, – в 1934 г. на о. Артём была пробурена первая в СССР наклонная скважина роторным способом и начались работы по наклонному турбинному бурению, которые увенчались успехом после создания многоступенчатого турбобура. К 1945 г. один из авторов этой технологии – Р.А. Иоаннесян – высказал мнение о возможности разбуривания морских месторождений кустовым методом [4], однако открытое в 1948 г. в Татарии гигантское Ромашкинское нефтяное месторождение отодвинуло освоение морских месторождений на второй план.

¹ Тартание – извлечение из скважины жидкости желонкой, спускаемой на тонком стальном канате с помощью лебедки. Способ является малопродуктивным и трудоемким, за один рейс (спуск-подъем) выносятся не более 0,06 м³ жидкости.

Роль ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в освоении морских месторождений

Решение проблем освоения морских нефтегазовых месторождений во ВНИИГАЗе началось в 1973 г. с создания по приказу министра газовой промышленности С.А. Оруджева лаборатории морского газопромыслового дела под руководством Д.А. Мирзоева (ныне – д.т.н., профессор, заведующий отделением техники и технологии освоения морских месторождений ООО «Газпром ВНИИГАЗ»). Основными объектами исследований стали газовые месторождения в Азовском море – Бейсугское и Стрелковое. На морской акватории была построена первая в СССР экспериментальная ледостойкая платформа, на которой лабораторией проводились натурные исследования ледовых воздействий на сооружения, а также исследования гидрометеорологических ледовых условий Азовского моря, результаты которых позволили в 1976 г. впервые разработать ведомственный нормативный документ «Временные рекомендации по выбору предела прочности ледяного покрова при определении ледовых нагрузок на опоры морских газопромысловых сооружений в Бейсугском лимане».

В 1977 г. были начаты исследования технологий строительства ледовых сооружений для проведения разведочного бурения в арктических морях. В течение короткого срока ученые и специалисты ВНИИГАЗа разработали ряд технологий намораживания ледяных островов и специальные технические средства по их реализации, которые затем апробировали в натуральных условиях Карского моря. В связи с организацией в 1979 г. ОКТБ «Союзтехморнефтегаз» (преобразованный в 1982 г. в институт «ВНИПИморнефтегаз») и переводом в его состав лаборатории морского газопромыслового дела все работы, начатые во ВНИИГАЗе, продолжались в указанном ОКТБ.

В 1978 г. во ВНИИГАЗе была организована лаборатория геологии морских нефтяных и газовых месторождений, в задачу которой входили обобщение, сравнительный анализ геолого-геофизической информации по шельфу морей России и бывшего СССР в целях раздельной оценки перспектив нефтеносности и газоносности, а также обоснования основных направлений поисково-разведочных работ. В 1981 г. Государственным комитетом по науке и технике этой лаборатории была поручена головная роль по оценке начальных суммарных и прогнозных ресурсов углеводородов в недрах шельфа на 01.01.1984, чем было положено начало многолетним исследованиям в области прогнозирования нефтегазоносности континентального шельфа. В эти годы коллективом лаборатории были разработаны рекомендации для нового методического руководства по количественной оценке перспектив нефтегазоносности, а также предложения по выбору первоочередных объектов поисков нефти и газа в разных морях страны и разработке нефтегазовых месторождений шельфа о. Сахалин.

В 1982 г. во ВНИИГАЗе был организован отдел «Ресурсы и освоение морских нефтяных и газовых месторождений» в составе четырех лабораторий. Первым документом, разработанным отделом, стала Программа морских геолого-разведочных работ на нефть и газ на период до 1990 г. В 1984 г. впервые была издана Карта перспектив нефтегазоносности акваторий СССР и сопредельных прибрежных окраин, а также составлена Комплексная программа геолого-разведочных работ на нефть и газ на континентальном шельфе СССР до 2000 г. Уместно отметить, что в выделенных на карте зонах преимущественного газо- или нефтенакопления (ЗНГН) в Баренцевом и Карском морях позже были открыты уникальные по запасам газоконденсатные месторождения: Штокмановское (1988 г.), Русановское (1989 г.) и Ленинградское

(1991 г.), а также крупные газовые месторождения Лудловское (1991 г.) и Ледовое (1992 г.).

Проводимые специалистами отдела (Е.В. Захаров, И.Б. Кулибакина, Г.И. Ледовская, Н.В. Реутская, Ю.П. Ампилов, А.Н. Тимонин, А.В. Толстиков) исследования в области прогнозирования ресурсов и обоснования сырьевой базы добычи углеводородов на шельфе позволили также выявить перспективные на нефть и газ акватории в Каспийском, Балтийском и Охотском морях. Реализация проектов поискового и разведочного бурения привела к открытию нефтяных месторождений: Калининградского на Балтике, Варандей-море, Медынь-море и Долгинское на Печороморском шельфе, а также газовых: Северо-Каменномысского и Каменномысского в Обской губе.

После преобразования в 1994 г. по распоряжению РАО «Газпром» отдела в отделение «Шельф» (заведующий отделением – доктор геолого-минералогических наук Е.В. Захаров) основные научные исследования были направлены на разработку концепции поиска, разведки и обоснования целесообразности освоения морских углеводородных месторождений для выполнения долгосрочных задач РАО «Газпром», уточнение и оценку прогнозируемых ресурсов УВ по выявленным и подготовленным к глубокому бурению структурам на шельфе Баренцева и Карского морей, включенных в Программу развития РАО «Газпром» на шельфе морей РФ до 2005 г. и на перспективу до 2030 г. Разработанный концептуальный подход предусматривал единую систематизированную последовательность оценки сырьевой базы, технической возможности, экономической эффективности и обеспечение экологической безопасности проведения соответствующих работ. Большой личный вклад в эти работы внесли ведущие сотрудники отдела Е.В. Захаров, Ю.Я. Чернов, А.И. Тимонин, Н.В. Глухова.

После реорганизации в 1996 г. отделения «Шельф» в его состав включили отдел «Технология и технические средства освоения морских нефтегазовых месторождений», состоящий в основном из бывших сотрудников ВНИПИморнефтегаза во главе с доктором технических наук Д.А. Мирзоевым. Таким образом был практически замкнут комплекс научно-технического обеспечения и сопровождения целевых перспективных программ и проектов РАО «Газпром» по выявлению и освоению углеводородных месторождений континентального шельфа.

Отделением «Шельф» в 1997 г. была разработана и прошла экспертизу ЦКР России Технологическая схема разработки Приразломного нефтяного месторождения, выполнены и реализованы проекты поисково-разведочных работ на структурах Печороморского шельфа (нефтяные месторождения Варандей-море, Медынь-море, Долгинское), в Тазовской губе (структуры Адерпаютинская и Антипаютинская), в Обской губе (структуры Северо-Каменномысская и Каменномысская). Параллельно совместно с компанией «Статойл» были выполнены технико-экономические соображения по разработке и освоению месторождения Варандей-море. Было разработано обоснование инвестиций по созданию технических средств для разведочного бурения в Обской и Тазовской губах, позволяющие определить рациональные типы и конструкции буровых установок для бурения на



Евгений Владимирович
Захаров,
д.г.-м.н. (2015 г.)

мелководных акваториях этого региона. Начались работы по обоснованию технико-технологических решений освоения Штокмановского ГКМ, включая выбор технологий подготовки газа и газового конденсата к транспорту, типа конструкций ледостойких сооружений и программу создания нормативной базы для обеспечения проекта обустройства месторождения. В работе были рассмотрены природно-географические условия, определены экологические ограничения при освоении месторождения, проанализированы и на концептуальном уровне определены типы стационарных морских платформ; проведены многовариантные расчеты по выбору рациональной системы разработки, оценена возможность применения многофазного транспорта продукции по морскому газопроводу.

XXI в. ознаменовался для отделения «Шельф» началом многолетнего и плодотворного сотрудничества с зарубежными компаниями – операторами проектов «Сахалин-1» (компания «Эксон Мобил») и «Сахалин-2» (компания «Сахалинская Энергия»). Так, для проекта «Сахалин-1» ВНИИГАЗ впервые в практике России разработал на основе международных стандартов ISO-13623 и DNV-OS-F101 Специальные технические условия на проектирование, сооружение и эксплуатацию морских и сухопутных трубопроводов (СТУ), а для проекта «Сахалин-2» – аналогичные СТУ, только на основе стандартов ASME серии V31. Был подготовлен комплекс СТУ на проектирование морских объектов проекта «Сахалин-2»: на верхние строения, системы безопасности и оборудование, системы контроля и управления морскими ледостойкими стационарными платформами для Пильтун-Астохского и Лунского месторождений, а также для выносного причального устройства в Анивском заливе Сахалина. ВНИИГАЗом были разработаны СТУ на проектирование верхнего строения морской ледостойкой стационарной платформы для Приразломного нефтяного месторождения. Специалисты отделения «Шельф» активно участвовали в разработке технико-экономических обоснований и проектировании указанных платформ и в сопровождении экспертизы указанных объектов в надзорных ведомствах.

ВНИИГАЗ в 2001 г. подготовил Дополнение к технологической схеме разработки, в котором были определены новые, более высокие технико-технологические показатели освоения Приразломного нефтяного месторождения, а в 2003 г. – Технико-экономическое обоснование соглашения о разделе продукции этого нефтяного месторождения.

В 2003 г. отделение «Шельф» преобразовали в научно-технический центр «Морские нефтегазовые месторождения». Специалисты Центра в течение следующего десятилетия выполнили крупнейшие работы:

- составление и последующую (через пять лет) корректировку Программы освоения ресурсов углеводородов на шельфе Российской Федерации до 2030 г.;
- технологический документ на разработку месторождения Каменномысское-море;
- обоснование инвестиций в обустройство Северо-Каменномысского газового месторождения;
- технико-экономические предложения по изучению и освоению лицензионных участков недр континентального шельфа Российской Федерации, принадлежащих ОАО «Газпром», включая объекты Киринского, Восточно-Одоптинского, Айяшского лицензионных участков (проект «Сахалин-3») на шельфе Охотского моря;
- корректировку технико-технологических решений обустройства Штокмановского месторождения и определение экономической эффективности по проекту освоения месторождения в связи с включением в состав проекта завода СПГ;

- корректировку технико-технологических решений обустройства Киринского газоконденсатного месторождения, расположенного на северо-восточном шельфе о. Сахалин.

В 2006 г. по заданию ОАО «Газпром» ВНИИГАЗом был подготовлен новый проектный технологический документ по разработке Штокмановского ГКМ, в котором впервые была применена новая методика перевода геологических запасов из одной категории в другую, более достоверную, не на основании результатов бурения скважин, как это обычно принято при рассмотрении запасов, а на основании результатов интерпретации сейсмических исследований 3D. Группе сотрудников Центра во главе с научным руководителем темы доктором физико-математических наук, профессором Юрием Петровичем Ампиловым за работу «Технология подготовки запасов углеводородов промышленных категорий на примере Штокмановского газоконденсатного месторождения» в 2006 г. была присуждена Первая премия ОАО «Газпром», а в 2007 г. – премия Правительства РФ в области науки и техники.

Базовый проект разработки Штокмановского ГКМ предусматривал проектный уровень добычи газа 71,7 млрд м³/год с разбивкой на три фазы. В перечень основных объектов обустройства месторождения входили скважины, подводные добычные комплексы, технологические платформы, морские трубопроводы, береговой технологический комплекс, завод сжижения природного газа и магистральный газопровод для подачи газа в Единую систему газоснабжения России. Учитывая сжатые сроки реализации проекта, отсутствие апробированных в мировой практике технических решений и опыта освоения месторождений в этом регионе, а также необходимость крупных финансовых вложений в данный проект, руководство ОАО «Газпром» приняло решение привлечь для освоения первой фазы Штокмановского ГКМ ведущие зарубежные нефтегазовые компании, имеющие опыт реализации таких проектов. Для организации проектирования, строительства и эксплуатации объектов первой фазы Штокмановского ГКМ была создана компания «Штокман Девелопмент АГ» с участием ОАО «Газпром» (51 %), Total (25 %) и StatoilHydro (24 %), а для реализации второй и третьей фаз – дочернее общество «Газпром добыча шельф».

По заказам операторов проекта – «Штокман Девелопмент АГ» и ООО «Газпром добыча шельф» – ВНИИГАЗ провел большое количество научно-проектных работ и экспертиз, однако в августе 2012 г. ОАО «Газпром» и его зарубежные партнеры договорились о временной приостановке проекта. Решение было обусловлено слишком высокими расходами и появляющимися новыми проектами по получению сланцевого сырья. С того момента начался поиск вариантов повышения эффективности Штокмановского проекта, требующего, несомненно, больших средств. Однако его освоение позволит получить значительные объемы сырья ежегодно и овладеть новыми технологиями.

Среди уникальных технических достижений Центра «Морские нефтегазовые месторождения» можно отметить ледостойкие стационарные платформы «Орлан», «Беркут», ПА-Б и ЛУН-А, выносные причальные устройства в заливах Анива и Де-Кастри, предназначенные для загрузки тан-



Юрий Петрович Ампилов,
д.ф.-м.н., профессор (2014 г.)

керов грузоподъемностью более 100 тыс. т и круглогодичной эксплуатации в ледовых условиях, а также подводное обустройство газокоденсатного месторождения Киринское. Во всех этих разработках принимали деятельное участие специалисты Центра и других научных подразделений института (Э.А. Вольгемут, А.В. Маричев, О.И. Корниенко, С.В. Греков, И.Э. Ибрагимов, М.Н. Мансуров, И.А. Евстафьев).

С целью развития компетенций в области освоения морских нефтегазовых месторождений с опорой на инженерно-технологический потенциал отечественных промышленных предприятий в 2014 г. во ВНИИГАЗе по решению ОАО «Газпром» был создан Корпоративный научно-технический центр освоения морских месторождений (КНТЦ). В его составе был объединен научно-технический потенциал подразделений ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ДОО «ЦКБН» в области освоения морских нефтегазовых ресурсов. КНТЦ включает в себя 17 лабораторий, объединенных в три структурно-тематические отделения: научно-технического обеспечения морских проектов, техники и технологии освоения морских месторождений, инжинирингового обеспечения морских проектов. Ключевым преимуществом КНТЦ является комплексный и системный подход к выполнению научно-исследовательских и инженерно-технических работ в области геологии, разработки и обустройства морских месторождений, промысловой подготовки и транспорта продукции, технико-экономических оценок и нормативного обеспечения работ.

Кадровый состав Центра сформирован высококлассными специалистами, из которых более 40 % обладают учеными степенями, включая трех докторов наук. Высокая научная квалификация сотрудников Центра подтверждается показателями публичной активности. Так, в течение последних пяти лет (2012–2016 гг.) сотрудниками КНТЦ опубликованы 275 научных статей в российских и зарубежных изданиях, в том числе 2 монографии. Также Издательским центром РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина опубликован первый в России двухтомный учебник «Основы морского нефтегазового дела», подготовленный профессором Д.А. Мирзоевым.

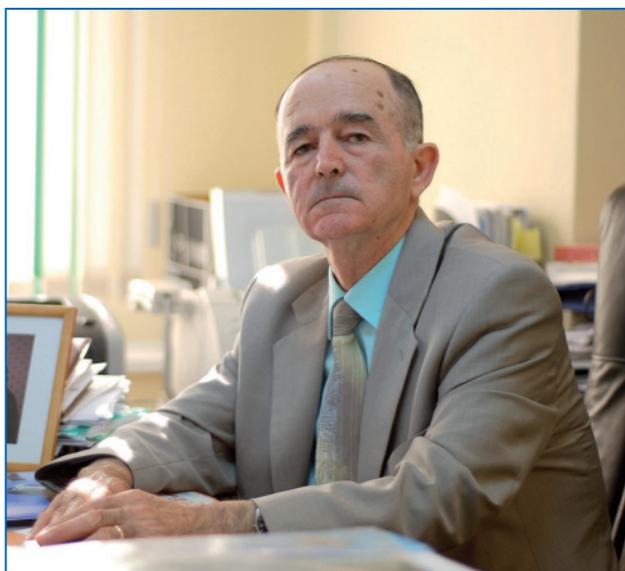
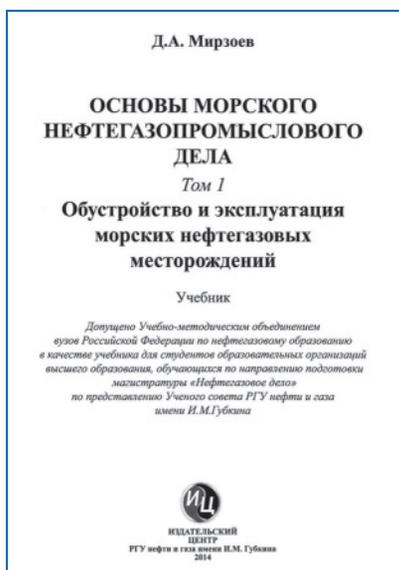
ООО «Газпром ВНИИГАЗ» получено 8 патентов на изобретения и полезную модель в области освоения морских месторождений, авторами которых являются сотрудники КНТЦ.

В 2014 г. Центр получил Благодарность Президента РФ В.В. Путина, а в 2015 и 2016 гг. на международных конкурсах научных, научно-технических и инновационных разработок по развитию и освоению Арктики и континентального шельфа, проводимых при поддержке Правительства и Министерства энергетики РФ, сотрудники Центра завоевали две первых премии.

В 2015 г. приказом ПАО «Газпром» была утверждена разработанная в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Единая политика Группы «Газпром» по освоению шельфа Российской Федерации, являющаяся основополагающим документом системы управления шельфовыми проектами ПАО «Газпром» и определяющая стратегические приоритеты, главные цели, основные задачи, ключевые принципы, структуру и механизмы ее реализации в области освоения месторождений углеводородов



Марат Набиевич Мансуров,
д.т.н. (2014 г.)



Дилижан Аллахверди оглы Мирзоев,
д.т.н., профессор (2015 г.)

на шельфе Российской Федерации. Указанные организационные мероприятия были направлены на интенсивное освоение месторождений Баренцева, Печорского и Карского морей, включая ресурсы Обской и Тазовской губ, а также месторождений шельфа о. Сахалин в Охотском море, с необходимостью быстрого и столь же масштабного развития всего комплекса средств и технологий для обеспечения этого процесса. Однако принятие западными странами ограничительных санкций против России и сопутствующий им экономический кризис привели к сдерживанию задач полномасштабного освоения нефтегазовых ресурсов континентального шельфа РФ.

В настоящее время недостаток научных и конструкторских разработок, современных инновационных технологий в области производства всего спектра оборудования для освоения континентального шельфа, а также дефицит высокопрофессиональных кадров для осуществления этой деятельности обуславливается как недостаточным финансированием, так и отсутствием специфического опыта и производственной базы для выпуска некоторых видов сложного оборудования для обустройства морских промыслов.

Техника и технология освоения морских месторождений нефти и газа

Как известно, освоение углеводородных месторождений континентального шельфа представляет собой комплексную наукоемкую техническую проблему, связанную с проведением геофизических и геологоразведочных работ, бурением скважин, добычей нефти и газа, промысловой подготовкой и транспортом углеводородов потребителям. Мировой опыт демонстрирует, что современный уровень морской нефтегазодобычи был достигнут только благодаря научно-техническому прогрессу, внедрению новых прогрессивных технологий на всех стадиях освоения: разведки, разработки, добычи и транспорта.

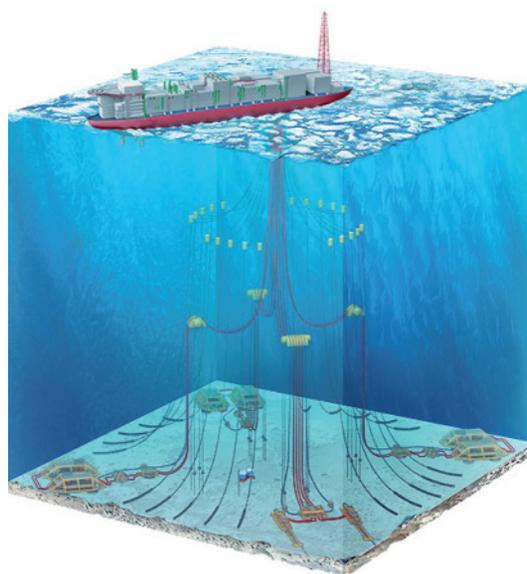
Ведущую роль наукоемких технологий наиболее ярко демонстрируют практика освоения месторождений Северного моря и реализации сахалинских проектов. Так, продолжительность подготовки и ввода в разработку месторождений британского сектора в 1990-х гг. сократилась в два раза по сравнению с аналогичными по запасам месторождениями, введенными

в разработку на двадцать лет ранее, почти в два раза снизилась и себестоимость добычи. Вместо применения стационарных платформ был осуществлен переход к использованию подводных добычных комплексов и плавучих платформ типа TLP и SPAR, что позволило осваивать нефтегазовые месторождения при глубинах моря более 1000 м и снизить издержки обустройства месторождений.

По мере освоения глубоководных ресурсов, ресурсов в труднодоступных и отдаленных районах применение новых технологий является одним из определяющих факторов. Сахалинские проекты – хороший пример эффективного применения наукоемких технологий на всех этапах разработки морских месторождений.

Для ПАО «Газпром» шельфы дальневосточных и арктических морей представляются наиболее перспективными регионами, однако и самыми трудными с точки зрения доступности, поскольку для разработки месторождений на суровых и ледовитых акваториях необходимы новые специальные технические решения, что добавляет еще один уровень сложности к проектам освоения открытых здесь запасов углеводородов. Основным конкурентным преимуществом ПАО «Газпром» является наличие значительной минерально-сырьевой базы, а основным недостатком – отсутствие технологий морской газодобычи. Поэтому для обеспечения и поддержания необходимого высокого технологического уровня Компании требуется интеллектуальная и инновационная открытость: аккумулирование и адаптация мирового опыта освоения морских месторождений, создание и развитие собственных технологий.

К сожалению, в настоящее время мы находимся на пороге технологического «рабства» и передела мира в рамках распределения тех технологий, которые позволяют далеко уйти. Есть первая группа государств, которые создают знания. Вторая группа – это их союзники, которым дают эти знания, и на их основе создаются технологии, обслуживающие эти две группы. И третья группа государств, которые предоставляют ресурсы: энергетические, минеральные и др. Они-то и попадут в технологическое рабство. Хотя задачи по минимизации импорта в Россию технологий и техники были поставлены задолго до введения санкций, проблема налаживания внутреннего производства до настоящего времени не решена, причем зависимость от импорта в нефтегазовом оборудовании составляет 60 %, а в энергетическом – 50 %. Более того, развитые страны, чтобы не отдавать новые технологии в третьи страны, постепенно возвращают производство сложного оборудования к себе. Даже Германия, которая поставляла в разгар холодной войны в СССР трубы большого диаметра для нефтепровода «Дружба» и магистральных газопроводов Бухара – Урал и Средняя Азия – Центр, когда вводила санкции, пошла по тому же пути. И это серьезная проблема в контексте отсутствия средств на отраслевую науку и оперативной реакции на внедрение прогрессивных решений.



Морской добычной комплекс

И хотя состояние изученности недр России показывает, что только на континентальном шельфе можно ожидать открытия уникальных, гигантских и крупных месторождений газа и нефти, современный уровень развития техники и технологии морской нефтегазодобычи не позволяет вести полномасштабный поиск, разведку и разработку шельфовых месторождений в высокоширотных и глубоководных районах Арктики (северные акватории Карского моря, Восточно-Сибирское, Лаптева и Чукотское моря). Кратковременный период (2-3 месяца), когда море свободно от ледового покрова, не позволяет эффективно применить существующие плавучие технические средства для поисково-разведочного бурения скважин. Воздействие в течение 9-10 месяцев дрейфующих льдов при глубинах моря более 100 м делает углеводородные месторождения технически недоступными для разработки с помощью традиционных ледостойких стационарных платформ, хотя географическое положение газоконденсатных месторождений Арктики, таких как, например, Ленинградское и Русановское, весьма благоприятно с точки зрения сокращения транспортных линий до действующих газовых магистральных трубопроводов. Поэтому необходимо исследовать новые, нетрадиционные способы освоения месторождений в арктических морях.

Комплекс работ по освоению морских месторождений нефти и газа состоит из ряда взаимосвязанных процессов, отличающихся друг от друга по своим целям и применяемым техническим средствам. В наиболее общем виде можно выделить: геофизические работы, поисково-разведочное и эксплуатационное бурение, обустройство месторождений и создание транспортной системы для доставки продукции скважин потребителям.

Анализируя состояние технических средств для производства указанных работ в контексте их применимости в тяжелых ледовых условиях, можно констатировать следующее. Техническое оснащение морской геофизической разведки выглядит в основном достаточно благополучно. Как показывает опыт проведения работ в арктических морях, высокая производительность геофизических судов обеспечивает в безледный период возможность проведения работ по изучению геологического строения акватории, выявлению и подготовке локальных объектов для постановки поискового бурения. Для бурения поисково-разведочных скважин используются в основном мобильные буровые установки различных типов. Накопленный к настоящему времени отечественный опыт поисково-разведочного бурения на континентальном шельфе показывает, что на глубинах 20–75 м могут применяться самоподъемные установки с выдвигаемыми опорами; на глубинах 50–200 м – полупогружные установки с якорной системой позиционирования; на глубинах 50–300 м – буровые суда с динамической системой позиционирования. В результате весь диапазон глубин моря от 20 до 300 м не только перекрыт, но и частично продублирован. Следует отметить, что это дублирование экономически нецелесообразно, поскольку применение буровых судов в диапазоне глубин моря 50–200 м обеспечивает проходку скважин с меньшими затратами. При необходимости технически доступные для бурения глубины моря могут быть значительно увеличены путем использования буровыми судами дополнительной водоотделяющей колонны.

Практически не обеспечена отечественными средствами для поискового и эксплуатационного бурения мелководная часть акватории от 0 до 20 м. Опыт бурения при малых глубинах ограничен использованием плавучего бурового комплекса «Обский». Зарубежный опыт значительно богаче. В настоящее время в море Бофорта сооружен целый ряд искусственных островов и оснований различного типа. Наиболее приемлемыми из них для поисково-разведочного и экс-

платационного бурения представляются кессоны, обеспечивающие проходку скважин на глубинах моря от 6 до 30 м. Бесспорным преимуществом данных систем служит возможность их многократного использования.

Особо выделяется проблема глубокого разведочного бурения при значительных глубинах. Теоретически, когда продолжительность безледного периода не позволяет за один сезон обеспечить проводку скважины, бурение может осуществляться в течение нескольких лет, поскольку современные технические средства обеспечивают возврат буровой установки на точку бурения. Однако практическая реализация метода многолетнего бурения в труднодоступных районах Арктики связана с рядом проблем экономического и экологического характера.

Основная цель обустройства месторождения – создание эксплуатационной системы, обеспечивающей эффективный отбор его запасов. В мировой практике в настоящее время можно выделить три основных, принципиально отличающихся друг от друга способа обустройства морских месторождений:

- 1) наиболее традиционный, ориентирован на стационарные основания различного типа;
- 2) базируется на использовании мобильных установок;
- 3) основан на применении подводных эксплуатационных систем.



На пути к Штокману

Способ освоения месторождений в средних и тяжелых ледовых условиях, ориентированный на применение стационарных оснований, на сегодняшний день наиболее реален с позиций технической осуществимости. Однако мировой опыт в этой области ограничен глубинами моря порядка 30–50 м. Подобное положение позволяет обустроить только месторождения и структуры Печорского моря, губы и заливы Карского моря. Применение мобильных установок допустимо только на свободной ото льда акватории, в результате география их использования в Арктике ограничена. Весьма активно в настоящее время во всем мире происходит развитие подводных систем обустройства

месторождений. Общее число скважин с подводным устьевым оборудованием приближается к 6000. В Арктике подобных скважин нет. Не рассматриваются они и в зарубежных проработках систем обустройства морских месторождений, хотя чрезвычайно высокая стоимость стационарных платформ должна именно здесь стимулировать использование подводных систем. На наш взгляд, эта задача вполне разрешима путем подводного обустройства морских месторождений в ледовых условиях. Впервые опыт применения подводных добычных комплексов ПАО «Газпром» приобрел при эксплуатации Киринского газоконденсатного месторождения. Основная проблема применения подводных комплексов заключается в осуществлении возможности их круглогодичного контроля и обслуживания, в том числе в первую очередь аварийного обеспечения. Как показывает мировая практика, даже самые надежные системы эксплуатации могут привести к аварийной ситуации, например к выбросу или фонтанированию скважин. Справиться с подобной ситуацией в ледовых условиях можно, на наш взгляд, только с помощью подводных систем технологического обслуживания, что требует своего опережающего решения.

Сложной представляется проблема надежности, контроля и обслуживания трубопроводов, проложенных в акваториях, в течение большей части года покрытых льдами. Здесь возможны три направления технических решений. Первое – создание судов обслуживания ледокольного класса, способных обеспечить круглогодичный доступ к трубе. Второе – дублирование участков трубопроводов, расположенных в ледовитых акваториях, которое даст возможность его обслуживания и ремонта в наиболее благоприятный период года. Третье – строительство автономных подводных технических средств, позволяющих осуществлять круглогодичное обслуживание и ремонт, при необходимости, морских трубопроводов.

Обобщая состояние технических средств для производства работ по поиску и разведке морских месторождений, можно считать, что они могут проводиться в любых природно-климатических условиях шельфа. Однако проведение поисково-разведочного бурения на акваториях с тяжелым ледовым режимом вызывает трудности, связанные с коротким периодом открытой воды. Наиболее перспективным направлением разработки является создание подводных технологий.

Проектные решения обустройства и эксплуатации морских месторождений основываются на результатах большого объема научных исследований как фундаментального, так и прикладного характера. Поэтому научно-технические задачи КНТЦ освоения морских нефтегазовых ресурсов ООО «Газпром ВНИИГАЗ» должны ориентироваться как на решение стратегических задач, связанных с освоением нефтегазовых ресурсов континентального шельфа РФ, так и задач по созданию конкурентоспособных отечественных технических средств и технологий.

Научные исследования и изыскания, необходимые для освоения шельфа

Научно-техническое развитие морской нефтегазодобычи должно осуществляться на трех уровнях:

1) на уровне вертикально интегрированных нефтегазовых компаний (ВИК), подобных ПАО «Газпром», – основных производителей нефти и газа. Именно здесь должны формироваться основная часть научно-исследовательской тематики, отбираться важнейшие направления НИОКР, определяться фактические конечные результаты инновационной деятельности;

2) на межкорпоративном уровне путем формирования на долевой основе общеотраслевых НИОКР и организации деятельности по решению важнейших научно-технических проблем нефтегазовой промышленности, актуальных для нескольких ВИК. Такая практика широко распространена за рубежом среди международных нефтегазовых корпораций и весьма актуальна для решения проблем, связанных с освоением нефтегазовых месторождений континентального шельфа России;

3) на государственном уровне, где проблемы морской нефтегазодобычи являются частью более крупных межотраслевых проблем энергетики.

По сложившейся в ПАО «Газпром» практике управления научно-техническим развитием путем создания и реализации целевых научно-технических программ (ЦНТП) проблемы освоения нефтегазовых ресурсов континентального шельфа России должны формироваться в виде ряда ЦНТП.

Очевидно, что ПАО «Газпром» как производственная корпорация не может взять на себя все бремя финансирования полномасштабных научных исследований в области освоения шельфовых месторождений. Поэтому необходимо развивать плодотворное научное сотрудничество с институтами РАН, разрабатывать и в достаточной мере финансировать межкорпоративные научные программы, связанные с освоением морских нефтегазовых месторождений и представляющие интерес для других нефтегазодобывающих компаний, а также лоббировать финансирование необходимых научно-технических исследований на государственном уровне.

Тем не менее крупнейшие нефтегазовые компании мира имеют в своем составе научные центры, представляющие собой отдельные бизнес-единицы с задачей адаптации или разработки технологий, бизнес-процессов и проектов для снижения ключевых рисков развития компании. В ведущих мировых нефтегазовых компаниях на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы выделяется 15–20 % оборотных средств. Применение технологий высокого уровня является характерной чертой развития и основным фактором конкурентоспособности любой нефтегазовой компании.

Освоение углеводородных месторождений континентального шельфа России, характеризующихся крайне сложными природно-климатическими условиями, должно базироваться на использовании новых, высокоэффективных технико-технологических решений, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов, снижение капитальных вложений, выполнение требований безопасности и охраны окружающей среды. С этой точки зрения программа фундаментальных научных исследований должна быть ориентирована на решение стратегических задач, связанных с освоением нефтегазовых ресурсов континентального шельфа РФ, а программа прикладных научно-исследовательских работ должна быть направлена на создание конкурентоспособных отечественных технических средств и технологий с учетом предполагаемых сроков их внедрения на конкретных объектах, которые могут составлять от 10 и более лет.

Основные направления фундаментальных и прикладных научных исследований, которые могут быть использованы в качестве базы для разработки конкретных целевых научно-технических программ и опытно-конструкторских работ с соответствующими сроками и объемами финансирования, включают:

1) *в области геологического изучения недр*: разработку новых и совершенствование существующих методов оценки ресурсов и запасов углеводородного сырья; создание и совершенствование постояннодействующих геологических моделей месторождений путем создания новых методов изучения земной коры и решения новых математических задач. Для создания



Штокмановское месторождение

наклонно направленных и горизонтальных скважин на основе усовершенствованных моделей фильтрации флюидов; проектирование скважин большого диаметра производительностью более 10 млн м³/сут с большими горизонтальными отходами, что позволит значительно снизить эксплуатационные и капитальные затраты, а также существенно увеличить охват и зоны дренирования месторождения за счет исключения строительства дополнительных платформ; надежное прогнозирование промысловых и технологических показателей на основе геологической и гидродинамической моделей с учетом различных сценариев разработки и методов добычи, необходимых для определения эксплуатационных параметров в режиме онлайн и оптимизировать процессы освоения месторождения; теоретическое и экспериментальное моделирование процессов отбора в сложных коллекторах с целью обоснованного прогноза ожидаемых дебитов скважин;

3) *в области гидрометеорологических и геоэкологических исследований:* проведение многолетних режимных наблюдений за гидрометеорологической, ледовой и экологической обстановкой в ожидаемых районах добычи; систематическое проведение гидрологических исследований, включая детальное изучение поверхностных и подводных стационарных и сезонных течений, закономерности их формирования и возможное влияние на инженерные сооружения; исследования взаимодействия ледяных образований с гидротехническими сооружениями и воздействия их на подводные объекты обустройства месторождений в условиях Арктики; решение прямых и обратных прикладных математических задач в области гидрометеорологии и гидрологии в новых постановках; разработка новых подходов к оценке и достоверному прогнозу техногенных воздействий на окружающую среду в результате освоения морских месторождений; создание и ведение банка данных по всем проводимым исследованиям и наблюдениям, включая разработку средств хранения и анализа информации;

4) *в области обустройства морских месторождений:* разработку обобщенной концепции безопасности платформы, передвижения, эвакуации и спасения персонала на платформах, устанавливаемых в замерзающих морях; разработку принципиально новых схем обустройства морских месторождений в условиях Арктики, включая подводные комплексы и морские платформы, в том числе платформы, функционирующие по безлюдной технологии; разработку новых методов решения задач промыслового и магистраль-

интегрированных моделей всех пластов месторождения и планирования разработки месторождений углеводородного сырья в условиях неопределенностей необходимы разработка и совершенствование современных программных информационных технологий, обеспечивающих гибкость, быстроту и надежность вычислительных работ, комплексность расчетных показателей, позволяющих прогнозировать уровни добычи на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу;

2) *в области разработки морских месторождений нефти и газа:* разработку новых методов проектирования

ного трубопроводного транспорта в морских условиях на большие расстояния для различных видов продукции, основанных на детальном гидродинамическом моделировании трубопроводной системы и технологического комплекса, позволяющих обеспечить надежную работу системы в рамках ее расчетных характеристик при минимальных объемах нефтеконденсатоотделителей;

5) *прикладные научно-исследовательские работы*: обустройство первоочередных месторождений арктического шельфа с помощью подводно-устьевых комплексов и платформенных сооружений; оптимизацию технологических комплексов морских платформ с целью сокращения их массогабаритных характеристик и энергообеспечения объектов обустройства морских месторождений в условиях Арктики; создание подводно-подледных нефтегазопромыслов, включая разработку и создание подводного технологического оборудования (подводные сепараторы, насосы и компрессоры, буровые установки), технических средств для их обслуживания и ремонта; разработку технических решений, направленных на создание сооружений для круглогодичного бурения разведочных скважин на акватории замерзающих морей.

Политика научного сопровождения морских нефтегазовых проектов

Состав, содержание и стоимость предынвестиционных НИОКР, предваряющих проекты освоения конкретных морских месторождений, в основном определяются реальными условиями природно-географического, геолого-геофизического, метеоклиматического и инженерно-океанологического размещения морских месторождений. Поэтому программы НИОКР при одинаковых функциональных задачах для месторождений разных акваторий будут отличаться друг от друга.

Важными для НИОКР являются этапы проведения научно-технического прогнозирования. Содержанием прогнозно-аналитических исследований являются выявление основных закономерностей и тенденций развития морской нефтегазодобывающей отрасли, выработка приоритетных целей научно-технического прогресса и различных сценариев реализации проекта. Отечественным и мировым опытом установлено, что прогнозно-аналитические работы являются необходимым направлением инновационной деятельности и служат информационной базой подготовки научно обоснованных проектных решений и управления научно-техническим развитием. При решении данной задачи для конкретного проекта объектом прогнозирования является морское месторождение, которое рассматривается как сложная технологическо-экономическая система, включающая полный производственный цикл: от разведки и разработки месторождения до поставки продукции потребителю. Главной целью проведения и совершенствования прогнозных разработок является переход на новый, более современный уровень аналитического обеспечения инновационной деятельности ПАО «Газпром» и его дочерних компаний.

Следует отметить, что если разработка специализированных прогнозов по видам деятельности, включая геологический и экологический прогнозы, для морских проектов не вызывает особых сложностей, то разработка специализированных прогнозов по направлениям производственной деятельности, например по выбору систем разработки и обустройства месторождения, конструкции скважин, добычи продукции и т.п., требует многовариантных квалифицированных технико-экономических расчетов, обусловленных объективными неопределенностями в исходных данных и связанных с этим требований по обеспечению необходимой гибкости проектных решений.

Другой проблемой является отбор критически важных технологий и оценка их влияния на конечные показатели морской нефтегазодобычи. Анализ показывает, что многие традиционные направления отраслевой нефтегазовой науки, ориентированные на достижение эффективных, но частных целей (например, рост проходки на долото, повышение единичной производительности промыслового оборудования), не оказывают существенного влияния на конечную эффективность основных процессов морской нефтегазодобычи. Заметные конечные результаты могут быть получены только при комплексном решении возникающих научно-технических задач.

Третьей проблемой является низкий технический и технологический уровень машиностроительного производства России. Анализ показывает, что западный прогресс в морской нефтегазовой индустрии был достигнут в основном за счет внедрения новых производственных и управленческих технологий. Например, сегодня продолжительность подготовки и ввода в разработку месторождений Северного моря, а также себестоимость добычи сократилась в два раза по сравнению с месторождениями, введенными в разработку в 1970–1980-х гг., стоимость бурения скважин и строительства трубопроводов на Аляске сократилась примерно в 3–4 раза относительно конца 1970-х гг.

Высокая надежность систем подводной добычи и большие расчетные сроки эксплуатации подводного оборудования (30–50 лет) достигаются не только за счет традиционного резервирования, а обеспечиваются путем применения простых, апробированных конструктивных решений, строгим контролем качества изготовления отдельных узлов и модулей, всесторонней программой испытаний.

Поскольку принципиальная концепция освоения месторождения разрабатывается на стадии предпроектных исследований до начала реального проектирования, программа НИОКР выявляет узкие места будущего проекта и требует, в свою очередь, опережающего финансирования. Отказ от такого финансирования НИОКР обычно приводит к неадекватному увеличению сроков и стоимости проектных работ. В практике реализации сложных проектов, требующих предварительного научного обоснования, затраты на финансирование программы НИОКР возмещаются инвесторами путем отнесения их на исторические затраты.

Основными особенностями проектирования, строительства и эксплуатации объектов морского нефтегазового проекта являются их уникальность (объекты проекта представляют собой сложные многопрофильные наукоемкие системы), распределенный между подрядчиками характер работ по разработке и реализации проекта, высокая капиталоемкость реализации проекта, а также длительность эксплуатации промысловых сооружений (около 50 лет), которая накладывает особые требования к надежности и безопасности объектов. Решение проектных задач требует объединения знаний разных областей науки и техники (специалистов нефтегазовой отрасли, строительной механики, гидротехники, металлургии, океанологии, геодезии, климатологии, экономики), четкого взаимодействия всех участников работ. В целом в создании технических средств добычи углеводородов принимают участие сотни предприятий судостроения, тяжелого и энергетического машиностроения, электронной промышленности и др.

Сложности технических систем морских нефтегазовых проектов, многообразие и ответственность решаемых ими задач актуализируют проблемы управления, успешность решения которых зависит от качества организационного, технического, информационного и методологического обеспечения. Анализ показывает, что для обеспечения успешного проектирования сложных

научно-технических систем необходимо применять современные методологии управления проектами.

На основе опыта, накопленного при реализации морских нефтегазовых проектов в России, можно сделать следующие выводы:

а) организация одновременного ввода в эксплуатацию всех объектов технологической цепочки морского нефтегазового комплекса, как это осуществлялось в проекте «Сахалин-2», позволяет достичь такого экономического синергетического эффекта, который невозможен при реализации других сценариев;

б) исключительно сложная задача комплексного управления огромным количеством находящихся во взаимодействии технических и организационных элементов, координации деятельности отдельных объектных групп, определения механизмов отчетности, контроля затрат и выполнения работ обуславливает создание специальной проектной группы. Только ее успешная работа позволит ПАО «Газпром» качественно управлять системой взаимосвязанных объектов, начиная с этапа проектирования и до перехода к стадии эксплуатации;

в) при координации всех объектных групп проекта очень важно, чтобы у отдельных объектов не было собственных, не связанных со всем проектом систем планирования, сметной оценки и руководства, а также стратегий организации подрядных работ. Только опора на универсальность обеспечивает слаженную работу всех компонентов проекта и способствует достижению общих проектных целей.

На стадиях инвестиционных этапов реализации морских нефтегазовых проектов (проектирования, изготовления оборудования и строительства технологических объектов, ввода объектов в эксплуатацию) должно обеспечиваться научное сопровождение проекта, направленное:

- на обоснование концептуальной технологической схемы разработки и обустройства месторождения, состава и типов применяемого оборудования, анализ затрат на реализацию проекта с проведением необходимых инженерных и других расчетов;

- проведение системной экспертизы проекта, проектно-сметной документации с предоставлением в ПАО «Газпром» обоснованных заключений, подтверждающих правильность выбранных решений или содержащих более эффективные альтернативные предложения;

- экспертизу нормативной базы, необходимой для проектирования и эксплуатации объектов обустройства, в том числе специальных технических условий (применяемые международные и российские стандарты, нормативные документы ПАО «Газпром», специальные технические условия, разработанные для данного проекта и др.);

- организацию поддержки при проведении сертификации оборудования, получении разрешений на приобретение и ввоз импортируемого оборудования на территорию России, а также их последующую эксплуатацию;

- контроль полноты проводимых работ, выполнение технических условий по монтажу и испытаниям оборудования, а также соответствие полученных результатов испытаний требованиям документации поставщиков оборудования.

Для практической реализации указанных выше направлений деятельности необходимо непосредственное участие специалистов научной организации – ООО «Газпром ВНИИГАЗ» – в процессах проектирования и надзора за строительством и вводом в эксплуатацию производственных объектов проекта.

Список использованных источников

1. Анисимов Ю.А. К истории бурения на нефть на дне моря / Ю.А. Анисимов // Нефтяное хозяйство. – 1951. – № 6. – С. 57–59.
2. Рустамбеков Ф.А. О бурении на море и разработке морских нефтяных участков у острова им. Артёма / Ф.А. Рустамбеков // Нефтяное хозяйство. – 1935. – № 8. – С. 47–55.
3. Тимофеев Н.С. К вопросу о морских нефтепромыслах / Н.С. Тимофеев, А.О. Асан-Нури, Б.А. Рагинский // Нефтяное хозяйство. – 1945. – № 1. – С. 46–49.
4. Иоаннесян Р.А. Направленное бурение турбобуром / Р.А. Иоаннесян // Нефтяное хозяйство. – 1945. – № 2. – С. 9–17.



**РОЛЬ ВНИИГАЗА В СОЗДАНИИ
СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА
В СССР – РОССИИ**

В.Л. Бондарев, К.И. Джафаров, А.В. Чугунов

В 1948 г., когда был организован институт ВНИИГАЗ, в СССР не было ни одного подземного хранилища газа, и аббревиатура ПХГ была понятна очень узкому кругу специалистов. Но в лаборатории разработки газовых месторождений, руководимой доктором геолого-минералогических наук Анатолием Львовичем Козловым, уже начались исследования по проблеме подземного хранения газа. Проводились исследования геологических условий создания ПХГ. Было принято стратегическое решение – ориентироваться на создание подземных хранилищ газа в районе крупных потребителей газа (Москва, Ленинград, Киев, Рига, Ташкент) в водоносных пластах, и сформулированы основные принципы работы подземных хранилищ газа, создана исследовательская группа для ПХГ.

В середине 1950-х гг., когда в СССР началась интенсивная добыча природного газа преимущественно в районах, удаленных от крупных потребителей, возникла потребность покрытия и сглаживания неравномерности его потребления в больших объемах, для чего впоследствии была создана сеть ПХГ большой емкости. ПХГ развивалось параллельно с магистральными газопроводами и технологически прежде всего обеспечивало транспорт газа для крупных региональных и отраслевых потребителей.

Как регулировались суточная неравномерность потребления газа в те годы? В основном за счет газгольдеров. Например, в Москве за период 1946–1955 гг. построили семь газгольдерных станций общей емкостью около 1,1 млн м³ газа. Конструкция представляла собой металлические цилиндрические резервуары диаметром 3 и длиной 17 м с рабочим давлением до 12 атм. В них газ, поступающий по газопроводу Саратов – Москва, накапливался ночью, чтобы днем, в часы наибольшего потребления, бесперебойно поступать потребителям [1]. Сразу было понятно, что при массовой газификации городов и предприятий такие меры регулирования неравномерности потребления газа неприемлемы, так как весьма металлоемки, пожароопасны и очень дороги.

Нужны были радикальные меры хранения газа, и они были найдены и реализованы.

12 сентября 1955 г. Совет министров СССР принимает Постановление № 1673 «О мероприятиях по обеспечению приема ставропольского газа потребителями города Москвы» и поручает его выполнение Министерству нефтяной промышленности СССР.

На основании этого постановления Миннефтепром издает приказ от 17.09.1955 № 552, где конкретизировались объемы и сроки геологоразведочных работ:

«- Главнефтегазразведке закончить во II квартале 1957 г. в районе г. Москвы разведку двух структур, пригодных для подземного хранения газа; ...подготовить во II квартале 1957 г. предложения о возможности подземного хранения газа в этом районе для направления в Совет министров СССР».

Однако реализовывать эти работы пришлось Главгазу, так как Совет министров СССР принимает постановление от 2 августа 1956 г. № 1038 о создании Главного управления газовой промышленности при СМ СССР. На это управление возлагаются задачи по добыче природного газа, его хранению и другие функции. С этого времени подземное хранение становится важным и самостоятельным направлением его деятельности. Научное руководство последним поручалось институту ВНИИГАЗ, поисково-разведочные работы –

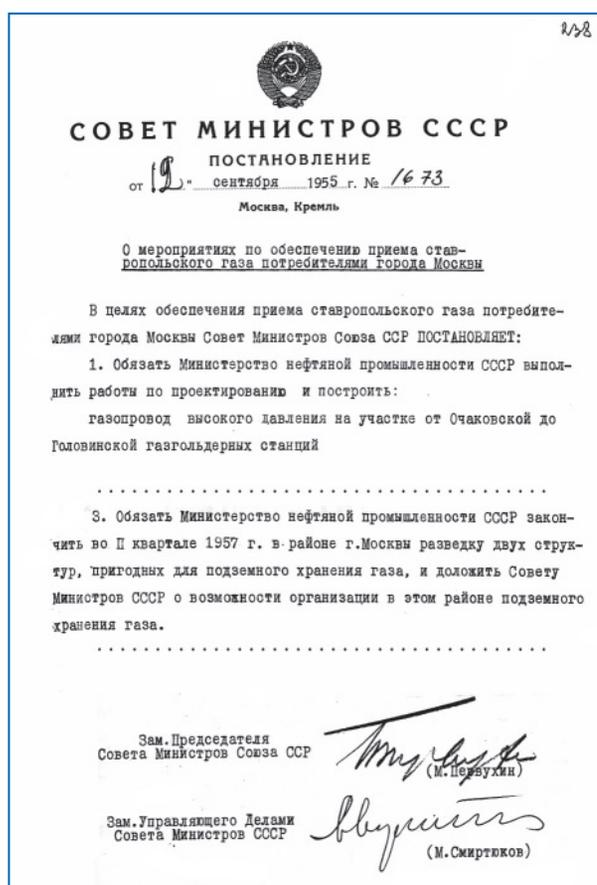
Союзной геолого-поисковой конторе¹ (позже – ОАО «Подзембургаз»). Руководителем направления по подземному хранению газа был назначен заместитель начальника Главгаза Михаил Васильевич Сидоренко (1914–1987).

В стране не было разведано ни одной водоносной структуры вблизи крупных промышленных центров, на базе которой можно было бы проводить работы по созданию ПХГ. Вследствие этого исключительно остро стоял вопрос о том, с чего начать, как выбрать путь развития на многие годы вперед, по которому должно успешно осуществляться в стране подземное хранение газа. Научное обеспечение работ по созданию ПХГ было возложено на Всесоюзный НИИ газовой промышленности – ВНИИГАЗ, где этим направлением занимались заместитель директора института Владимир Николаевич Раабен и Абрам Львович Хейн.

Планомерная научная работа по развитию подземного хранения газа во ВНИИГАЗе началась после создания 10 декабря 1956 г. лаборатории ПХГ, которую возглавил крупнейший ученый д.т.н. Абрам Львович Хейн.

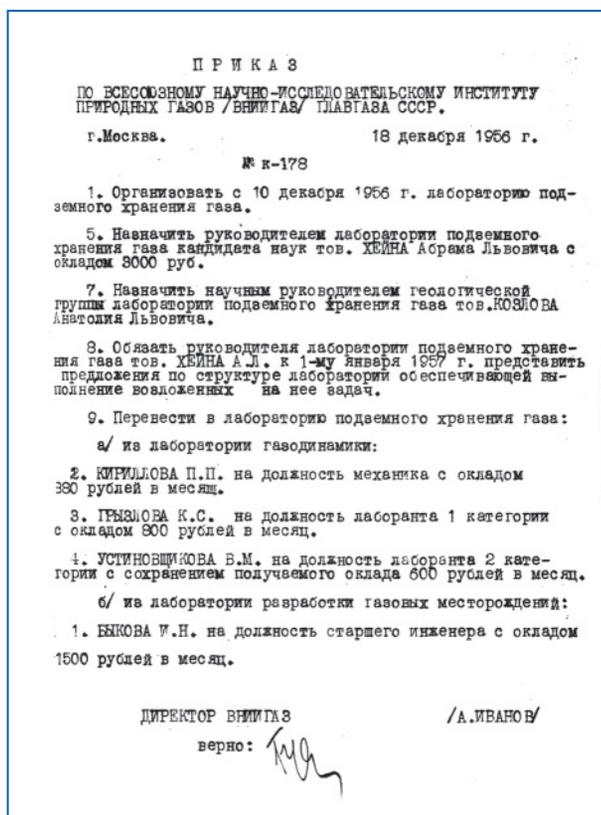
Первоначальная численность лаборатории ПХГ составляла пять сотрудников. Под руководством А.Л. Хейна была разработана первая технологическая схема Калужского ПХГ, где определены основные технологические параметры и направления работ по созданию этого хранилища. Работа проходила в сложной административной обстановке. А.Л. Хейн смело выступал со своими решениями, что не всегда устраивало руководство Главгаза.

Следует отметить особую роль А.Л. Хейна в организации кураторства (в последующем – «авторский надзор») над работой по созданию и эксплуатации ПХГ. Он, по-видимому, первый во ВНИИГАЗе сформулировал и провел в жизнь идею, что ответственным за новые технологические решения, урегулирование всех вопросов по созданию и эксплуатации конкретного хранилища должен быть один квалифицированный научный сотрудник. Эта практика без всяких изменений действует и по настоящее время.



Фрагмент постановления СМ СССР от 12.09.1955 № 1673 «О мероприятиях по обеспечению приема ставропольского газа потребителями города Москвы» [2]

¹ Распоряжением Совета народных комиссаров СССР от 16.02.1946 № 2066-Р в системе треста «Союзнефтегазразведка» была создана Союзная геолого-поисковая контора (СГПК). Позже СГПК становится первой и единственной в СССР организацией, специализировавшейся главным образом на геологоразведочных работах для строительства подземных хранилищ природного газа.



Выписка из приказа по ВНИИГАЗу
от 18.12.1956 № к-178 [3]

научное и сложное решение, совершенно не разработанное в СССР, требующее работы десятков, а то и сотен научных, проектных, машиностроительных, строительных, геологоразведочных и буровых коллективов. При этом необходимо помнить, что почти полностью отсутствовала теоретическая база.

Основы методологии геологического обоснования создания подземных хранилищ газа были заложены М.С. Корочкиным. Разработанные им в 1960-е гг. совместно с другими исследователями положения об этапности работ до настоящего времени используются в практике создания ПХГ. Большой вклад внесен им в совершенствование технологии гидродинамической разведки водоносных структур для создания ПХГ.

Долгое время с конца 1950-х гг. руководил лабораторией ПХГ Владимир Николаевич Раабен – один из создателей единственного в мире ПХГ в горизонтальном пласте – Гатчинского (1963 г.). Эти работы он проводил в тесной связи с сотрудником ВНИИГАЗа, профессором Исааком Абрамовичем Чарным (1907–1967). Необходимо отметить, что в 1949 г. для совмещения работы заместителя начальника Главнефтегаза с работой рядового сотрудника ВНИИГАЗа к.т.н. В.Н. Раабену потребовалось распоряжение министра нефтяной промышленности СССР Н.К. Байбакова.

В 1949–1974 гг. В.Н. Раабен работал во ВНИИГАЗе младшим, потом старшим научным сотрудником, заместителем директора по научной работе, начальником лаборатории ПХГ.

О Гатчинском хранилище позже министр газовой промышленности СССР Алексей Кириллович Картунов скажет: «Гатчинское хранилище для обеспече-

Все понимали, что без создания подземных хранилищ газа вблизи крупных промышленных и энергетических потребителей, газоснабжение которых ускоренно развивалось после ввода в эксплуатацию газопроводов Дашава – Киев – Брянск – Москва и Ставрополь – Москва, обеспечение газом не может быть надежным. Создание ПХГ для крупных магистральных газопроводных систем является технологической **необходимостью**. Подземные хранилища газа в истощенных нефтяных или газовых месторождениях могли стать наиболее доступным решением этой проблемы. Но их не было в Центральном и Северо-Западном районах европейской части страны, там, где расположены крупные потребители газа. В этой ситуации единственным выходом стало создание хранилищ газа в подземных водоносных пластах. В то время это было новое

ния надежности газоснабжения страны более эффективно, чем Щёлковское ПХГ». А в то время Щёлковское ПХГ было самым крупным в стране.

В своей работе коллектив сотрудников, занимающихся вопросами создания ПХГ, использовал исследования многих ученых ВНИИГАЗа, в частности профессора Ю.П. Кортаева. Его исследования по теории комплексной разработки газовых месторождений, теории исследований газовых скважин, по расчету движения газа в вертикальных трубах оказались актуальными и широко использовались в работах по подземному хранению газа.

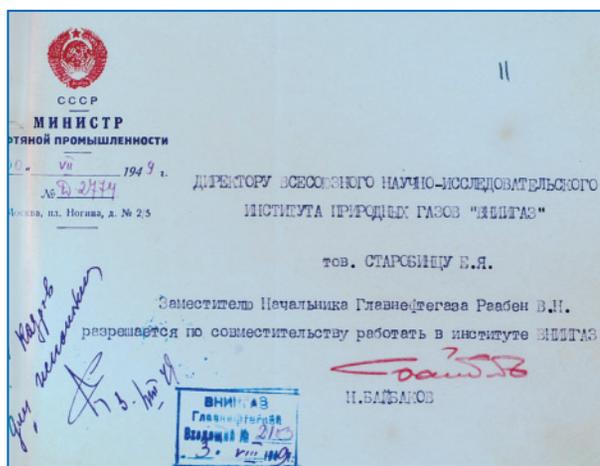
Многие сотрудники лаборатории ПХГ внесли фундаментальный вклад в развитие и становление подземного хранения газа в СССР – России.

Один из ведущих сотрудников отдела ПХГ Григорий Иванович Солдаткин предложил на небольшом «пяточке» Щёлковского ПХГ, занимающем всего 7 % от площади газоносности, расположить весь фонд эксплуатационных скважин.

Г.И. Солдаткиным¹ с коллегами были разработаны **Правила создания и эксплуатации подземных хранилищ газа**. Основные положения этих Правил до сих пор неизменны.

Несколько лет руководил лабораторией проектирования подземных хранилищ газа к.т.н. Вениамин Петрович Карпов. К тому времени в стране уже была создана единая система ПХГ. В эти годы ВНИИГАЗ обосновал требования развития системы подземных хранилищ газа, в которых определялась стратегия развития ПХГ в стране, роль каждого ПХГ в общей системе; координация работы системы ПХГ с системой газопроводов, месторождений и потребителей.

Одним из важнейших направлений в области ПХГ (и актуальным по настоящее время) являлось изучение герметичности хранилищ, связанной с техническим состоянием скважин. Этому во многом содействовала плодотворная работа лаборатории борьбы с газопроявлениями, возглавляемой к.т.н. Владимиром Дмитриевичем Малеванским. Лично руководителем лаборатории



Распоряжение министра нефтяной промышленности СССР от 30.07.1949 № Д-2774



В.Н. Раабен с коллегами (первый слева), 1966 г.

¹ Г.И. Солдаткиным был составлен отраслевой стандарт ОСТ 51.71-82 «Газы. Хранение в пористых пластах. Термины и определения».



Григорий Иванович
Солдаткин
(1932–2004)

была проделана громадная работа по разработке технологии и составлению требований к сооружению скважин на ПХГ.

«Терапевтом, хирургом» подземного хранения газа можно назвать к.т.н. Александра Ивановича Киселева. У него было какое-то пятое чувство по отношению к подземным хранилищам газа. Он практически с первого взгляда мог определить параметры хранилища, основные проблемные вопросы в работах по его созданию. Эти навыки он приобрел на основании многочисленных исследований, экспериментов и длительных раздумий.

Ведущий научный сотрудник отделения ПХГ института ВНИИГАЗ, к.т.н. Эдуард Львович Гусев решал многочисленные технологические вопросы: по проектированию ПХГ в водоносных пластах (Гатчинское, Невское, Щёлковское, Калужское, Инчукалнское, Осиповичское, При-

бугское); разработке методических рекомендаций расчета формы контакта газ – вода при создании ПХГ в водоносных пластах и др. Разработанная им методика определения предельно допустимого давления в хранилище действует (без всяких поправок) по настоящее время.

К концу 1950-х гг. были пробурены только первые скважины в водоносных пластах на будущих Калужском (1957 г.) и Щёлковском (1958 г.) ПХГ. Несмотря на это, начальник Главгаза СССР Алексей Кириллович Кортуннов (1907–1973) принимает предложение штаба (в который входили ученые ВНИИГАЗа А.А. Хейн и др.) об организации Калужской опытной станции подземного хранения газа (приказ от 8 июля 1958 г. № 220).

Но для опытной закачки газа в водоносные пласты требовалось сделать еще многое: пробурить эксплуатационные скважины с последующим обустройством, построить газораспределительные пункты, установки очистки и осушки газа, соорудить подводящий газопровод, промысловые и газосборные сети. В 1959 г. была произведена первая контрольная закачка газа в Калужское ПХГ (ГПА с двухступенчатым компримированием), а осенью 1960 г. проведена закачка в щигровский горизонт Щёлковского ПХГ.

В 1960 г. начался опытный отбор газа из Калужского ПХГ, а в 1961 г. – из Щёлковского ПХГ (вывод на циклический режим этого хранилища осуществлялся в течение шести лет).

Наиболее активный период развития подземных хранилищ газа на территории бывшего СССР приходится на 1970–1980 гг. Именно в это время основной прирост добычи газа переместился в северные районы Западной Сибири, а основные потребители газа располагались на расстоянии в несколько тысяч километров от мест его добычи. Для регулирования сезонной неравномерности потребления газа и обеспечения гарантированных экспортных поставок в центральных и западных регионах бывшего СССР были обустроены десятки подземных хранилищ газа. Проекты по наземному обустройству 24 подземных хранилища газа выполнены специалистами ВНИПИТрансгаза (Украинская ССР).

Все эти масштабные работы стали возможны благодаря теоретическим исследованиям по формированию искусственной газовой залежи, распределению пластовых давлений, герметичности резервуара и многим-многим

другим вопросам, подтвержденными экспериментальными данными, полученными сотрудниками ВНИИГАЗа.

Одним из первых удачных практических шагов по созданию ПХГ стало проведение в тресте «Куйбышевнефтегаз» работ по закачке газа в Башкатовскую истощенную газовую залежь уфимской свиты. Уже 5 мая 1958 г. была начата опытно-промышленная закачка газа в Башкатовское истощенное газовое месторождение Оренбургской области (первое в СССР Башкатовское ПХГ¹).

28 мая 1958 г. проведена опытно-промышленная закачка газа при давлении нагнетания 3,5 МПа (35 кгс/см²) в четыре скважины тульского горизонта Елшано-Курдюмского ПХГ (Саратовская область).

По предложению Главгаза Совет министров СССР принимает Постановление от 2 июля 1959 г. № 719 «Об организации подземного хранения газа в СССР». Принятый правительственный документ обязывал Главгаз СССР «построить и ввести в эксплуатацию ПХГ для г. Москвы к 1962 г., для г. Ленинграда – к 1963 г., для городов Киева и Горького – к 1965 г.», за семь лет выполнить буровые работы в объеме 1200 тыс. м проходки и др.

Важнейшие научные результаты, во многом повлиявшие на дальнейшее развитие ПХГ, были получены в Московском институте нефтехимической и газовой промышленности профессорами И.А. Чарным (1909–1967) и А.И. Ширковским², а во ВНИИГАЗе – А.А. Хейном³, Е.В. Левыкиным, С.Н. Бузиновым, П.Я. Алтуховым и др., а также в отделе технико-экономических обоснований проектного института «Укргазпроект» (ныне – ВНИПИтрансгаз).

¹ В этой работе ВНИИГАЗ не участвовал. Информация приведена для сведения.

² Аркадий Иосифович Ширковский в 1954 г. защитил в Московском нефтяном институте кандидатскую диссертацию на тему «Подземное хранение газа» [5].

³ Приказом по Всесоюзному НИИ природных газов Главгаза СССР от 18.12.1956 № к-178 [3] во ВНИИГАЗе была организована лаборатория подземного хранения газа.



Совет Министров СССР ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 2 июля 1959 г. № 719

МОСКВА, КРЕМЛЬ

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ГАЗА В СССР

Совет Министров СССР отмечает, что для бесперебойного снабжения газом крупных промышленных центров имеет важное значение подземное хранение его. Однако работы по организации такого хранения газа в СССР проводятся медленно.

В целях ускорения работ по устройству подземных хранилищ природного газа, необходимых для предотвращения перебоев в снабжении крупных промышленных центров в осенне-зимний период и увеличения загрузки магистральных газопроводов, Совет Министров Союза ССР постановляет:

1. Обязать Главгаз СССР:

а) построить и ввести в эксплуатацию подземные хранилища газа для г. Москвы — к 1962 году, для г. Ленинграда — к 1963 году, для гг. Киева и Горького — к 1965 году;

б) провести разведку структур, пригодных для подземного хранения газа, и при положительных результатах приступить к устройству подземных хранилищ газа в районах гг. Свердловска, Брянска, Челябинска, Магнитогорска, Луганска, Риги, Тбилиси и Минска;

в) выполнить в 1959—1965 гг. следующий объем буровых работ по поискам и разведке структур, пригодных для подземных хранилищ газа:

Вид бурения	Объем бурения в тыс. метров							Всего
	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.	1965 г.	
Структурное	65	65	70	85	100	105	110	600
Разведочное	30	40	45	55	65	75	90	400
Эксплуатационное	—	5	25	30	40	45	55	200

2. Обязать Госплан СССР и Главгаз СССР представить предложения о дальнейшем расширении подземного хранения газа с учетом выявленных в 1959 и 1960 гг. структур, пригодных для устройства подземных хранилищ газа в районах других крупных промышленных центров, кроме перечисленных в пункте 1 настоящего постановления.

3. Обязать Госплан СССР предусмотреть на 1959—1965 гг. выделение Главгазу СССР 30 газомоторных компрессоров мощностью по 1000 л. с. и на давление до 150 атм. каждый, из них 12 компрессоров с поставкой в 1960—1961 гг.

4. Обязать Министерство геологии и охраны недр СССР довести количество геологоразведочных партий, работающих по разведке структур, пригодных для подземного хранения газа, к 1965 году до 20, в том числе в 1959 году — до 5 и в 1960 году — до 10.

5. С е к р е т н о.

Председатель
Совета Министров Союза ССР Н. ХРУЩЕВ.

Управляющий Делами
Совета Министров СССР Г. СТЕПАНОВ.

Постановление Совета министров СССР
от 02.07.1959 № 719 «Об организации
подземного хранения газа в СССР»



Главный научный сотрудник,
д.т.н., академик РАН, лауреат
Государственной премии РФ и Премии
ОАО «Газпром», профессор
Станислав Николаевич Бузинов (2011 г.)

С 1948 г., т.е. со времени создания института ВНИИГАЗ, в нем работал Евгений Владимирович Левыкин. В 1957 г. Е.В. Левыкин перешел в лабораторию по подземному хранению газа. С тех пор ПХГ – основное амплуа будущего профессора Е.В. Левыкина. В отделе ПХГ в 1966 г. группой сотрудников (Е.В. Левыкиным, И.А. Жученко и О.Г. Семёновым) впервые были разработаны Правила технологического проектирования, создания и эксплуатации подземных хранилищ газа в водоносных пластах куполовидных поднятий [4].

Отдельно необходимо отметить вклад в мировую науку по направлению подземного хранения газов д.т.н., профессора Станислава Николаевича Бузинова. Начав работу во ВНИИГАЗе в 1957 г., в 1960-е гг. он начал работать над проблемами подземного хранения газа. Впоследствии больше трех десятилетий С.Н. Бузинов руководил отделом (центром) по подземному хранению газа, куда входили

пять лабораторий. При его непосредственном участии были сформулированы, обоснованы и подтверждены практикой создания практически все ПХГ СССР – России, а также зарубежные проекты, в которых ВНИИГАЗ принимал участие.

Работу по технологическому проектированию ПХГ продолжил начальник этой лаборатории Сергей Иванович Трегуб, ныне – начальник управления ООО «Газпром экспорт».

Сергей Александрович Хан – ученый ВНИИГАЗа, к.т.н., занимавшийся моделированием объектов ПХГ в трещиновато-пористых коллекторах истощенных газовых месторождений, в настоящее время является заместителем начальника Департамента, начальником Управления ПХГ ПАО «Газпром». Однако научную деятельность он не прекращает и ведет работу с аспирантами, читает лекции магистрантам РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.

Во ВНИИГАЗе выполнены проекты практически всех ПХГ, созданных в водоносных структурах в СССР – России: Калужское, Щёлковское, Гатчинское, Невское, Колпинское, Касимовское, Увязовское, Карашурское, а также Осиповичское, Прибугское (Беларусь), Инчукалнское (Латвия).

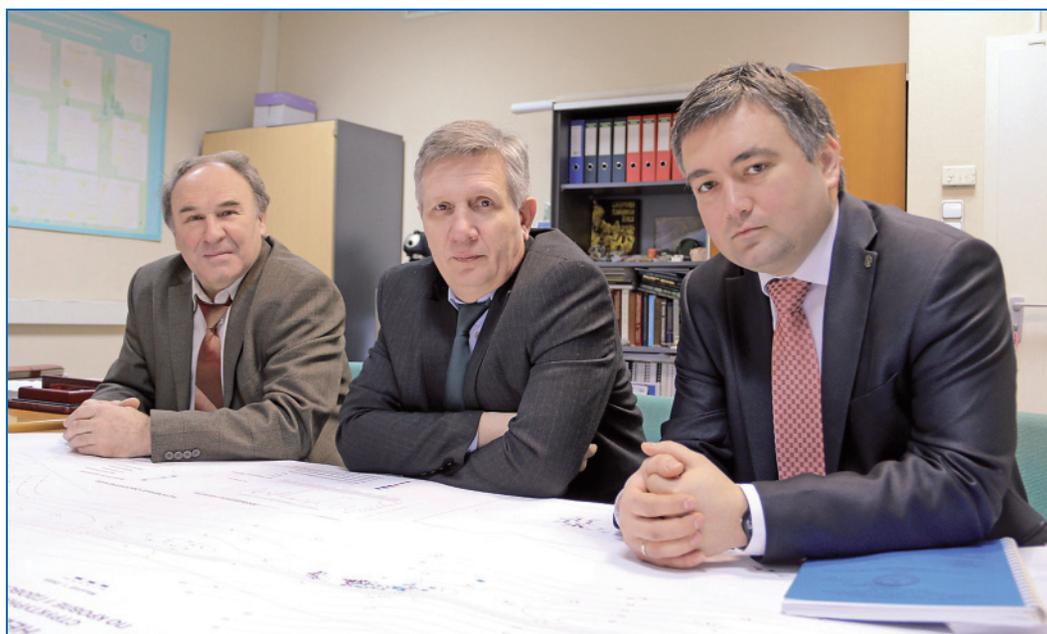
Значительный объем работ Центра ПХГ в настоящее время связан с выполнением контрактных обязательств с различными зарубежными партнерами: КННК, Ланфанский институт, Хуабейская нефтегазовая компания и др. (Китай); ФНГ (4 ПХГ в Германии); ПХГ «Банатский Двор» (Сербия); «Интергаз Центральная Азия» (3 ПХГ в Казахстане); АО «Латвияс Газе» (Латвия); ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» (2 ПХГ в Беларуси). В различные годы выполнялись расчеты по технологическим проектам ПХГ Австрии, Болгарии, Нидерландов, Германии, Польши, Чехии, Боливии, Венесуэлы и др.

В 2016 г. согласно поручению Председателя Правления ПАО «Газпром» А.Б. Миллера от 07.07.2016 № 01-2643 Центр ПХГ назначен научно-техническим корпоративным центром в области подземного хранения газа на всех зарубежных объектах, совладельцем которых является ПАО «Газпром».

В разные годы лабораторией, отделом, Центром ПХГ руководили известные специалисты по подземному хранению газа: А.Л. Хейн, В.Н. Раабен, В.П. Карпов, С.Н. Бузинов, С.И. Трегуб, Г.Н. Рубан, А.В. Чугунов.

Сотрудниками Центра ПХГ за период с 2009 по 2016 гг. опубликовано более 60 статей, 11 патентов и 8 книг.

В настоящее время в Центре работают 57 человек, из них 5 докторов наук, 18 кандидатов наук, в том числе 20 молодых специалистов и аспирантов (август 2017 г.), средний возраст сотрудников – 43 года. Структура Центра включает семь лабораторий: технологического проектирования ПХГ; авторского надзора за эксплуатацией ПХГ; геологического обоснования создания



Слева направо: г.н.с., д.т.н. А.А. Михайловский, директор Центра ПХГ к.г.-м.н. А.В. Чугунов, заместитель директора Центра ПХГ к.г.-м.н. Е.А. Мельников (2016 г.)

**Сотрудники ВНИИГАЗа, внесшие большой научный вклад
в создание ПХГ в СССР – России [6]**

Берето Яков Алексеевич
Быков Иван Никитович
Арестов Борис Викторович
Ильченко Виктор Павлович
Алексеев Николай Евгеньевич
Аулова Валентина Николаевна
Иванов Михаил Михайлович
Лазарев Николай Иванович
Егурцов Николай Алексеевич
Мальшева Вера Исааковна
Горьков Борис Петрович
Царёв Иван Николаевич

Цайгер Марк Аркадьевич
Жученко Игорь Александрович
Митрофанова Татьяна Николаевна
Каратаева Татьяна Николаевна
Гриценко Александр Тимофеевич
Павлов Петр Алексеевич
Орёл Тамара Николаевна
Грачёва Ольга Николаевна
Семёнов Олег Григорьевич
Крапивина Галина Селиверстовна
Ковалёв Андрей Леонгардович
Солдаткин Сергей Григорьевич



Слева направо: заместитель начальника лаборатории исследования скважин ПХГ к.т.н. Д.В. Дубенко; начальник лаборатории технологического проектирования ПХГ к.т.н. А.В. Григорьев; начальник лаборатории эксплуатации ПХГ В.П. Королева; заместитель начальника лаборатории эксплуатации ПХГ Д.А. Поваров; с.н.с. лаборатории технологического проектирования ПХГ к.э.н. Н.М. Бачурина; заместитель начальника лаборатории технологического проектирования ПХГ к.т.н. С.А. Воронов (сентябрь 2017 г.)

ПХГ; технологий строительства и капитального ремонта скважин ПХГ; освоения и заканчивания скважин; исследования скважин ПХГ и лаборатория перспективных ПХГ.

Для использования уникального кадрового потенциала Центра и 50-летнего опыта работы в области теоретических основ ПХГ в 2007 г. в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» был создан филиал кафедры разработки газовых и газоконденсатных месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. В настоящее время филиал преобразован в самостоятельную базовую кафедру «Газовые технологии и ПХГ» университета. Одним из первых направлений деятельности базовой кафедры стала подготовка магистрантов по специальности «подземное хранение газа» – единственной кафедры в Российской Федерации, где обучаются в том числе и иностранные студенты.

Ведущими сотрудниками Центра ПХГ и других центров института подготовлен курс лекций по специализации кафедры. Преимущество процесса обучения в магистратуре ВНИИГАЗа заключается в совмещении практической работы под руководством большинства специалистов Центра ПХГ с теоретическими знаниями. К началу 2018 г. магистратуру успешно окончили 54 молодых специалиста, из них 9 иностранных студентов.

Одним из главных конкурентных преимуществ Центра ПХГ в работе по направлению подземного хранения газа является возможность комплексного решения любых вопросов в газовой отрасли за счет взаимодействия с другими научными центрами в составе института. В последнее время спектр решаемых вопросов и заявок на выполнение НИОКР в связи с запросом научно-технического сообщества значительно расширился. Возникают новые

направления работ по хранению различных газов (в том числе не углеводородных), не связанные с традиционными ПХГ.

Научно-технические направления исследований и работ в Центре ПХГ:

- совершенствование проектирования хранилищ, авторское сопроводительное проектирование эксплуатации ПХГ в России и за рубежом (Казахстан, Латвия, Сербия, Беларусь, Китай и др.);

- развитие теории проектирования хранения природного газа в пластах-коллекторах при нециклических режимах эксплуатации ПХГ в условиях проявления активного водонапорного режима;

- совершенствование и разработка новых технологий совместного геомеханического и гидродинамического моделирования процессов и явлений в скважинах и пластах на объектах ПХГ;

- оптимизация способов, объемов и мощностей по регулированию газопотребления и резервированию газоснабжения в развивающейся ЕСГ;

- геолого-технологическое и технико-экономическое обоснование расширения действующих и создания новых ПХГ для ПАО «Газпром» в зоне «влияния» поставок российского газа в Европу по южному и северному направлениям;

- развитие (создание) научно-методических основ проектирования и хранения газа в плотных низкопроницаемых (до нескольких мД) коллекторах истощенных НГКМ сложного и очень сложного геологического строения;

- развитие технологических способов регулирования формирования искусственных газовых залежей при создании и циклической эксплуатации ПХГ в малоамплитудных структурных ловушках неоднородных водоносных пластов;

- разработка комплекса технологий, обеспечивающих повышение эффективности создания и эксплуатации ПХГ с комбинированным (природный газ + неуглеводородные газы) буферным газом, захоронение парниковых газов;

- развитие технологий и методов подземного хранения попутного газа в горно-геологических условиях неразрабатываемых газовых залежей и газовых шапок разрабатываемых газонефтяных залежей НГКМ;

- создание технологий и методов закачки и долгосрочного хранения природного газа, обогащенного гелием, в продуктивных пластах разрабатываемых гелийсодержащих газовых и нефтегазоконденсатных месторождений;

- технико-экономическое обоснование реконструкции и технического перевооружения объектов хранения природного газа, продолжение исследований по интеллектуализации проектирования обустройства и управления высокодинамичными неустановившимися технологическими процессами закачки и отбора газа на разных уровнях управления и этапах функционирования разных видов и типов ПХГ;

- проведение теоретических, лабораторных и промысловых исследований по определению возможности хранения водорода с природным газом в пластах ПХГ;

- внедрение энергосберегающих технологий на объектах ПХГ ПАО «Газпром»;

- развитие ПХГ в комплексе с другими видами хранения газа (сжиженного природного газа, газогидратное состояние);

- развитие и внедрение новых методов контроля за эксплуатацией и герметичностью ПХГ, разработка нового внутрискважинного оборудования и технологических жидкостей для строительства и капитального ремонта скважин.

Реализованы и находятся в стадии выполнения многие работы по направлению подземного хранения газов. Ниже приведены наиболее значимые проекты последних лет работы Центра ПХГ.

Реализуемые проекты:

- технологическое проектирование и авторский надзор за эксплуатацией ПХГ на объектах РФ и за рубежом;
- программа комплексных мероприятий по повышению эффективности эксплуатации ПХГ в республике Казахстан;
- предпроектные работы по обоснованию геологических объектов перспективных для закачки попутного нефтяного газа, извлекаемого из нефти в процессе ее подготовки;
- технологические проекты создания временных подземных хранилищ попутного нефтяного газа на нефтяных месторождениях (на Юрубчено-Тохомском, Ново-Часельском, Верхнечонском НГКМ и др.);
- разработка нормативных документов в области ПХГ;
- концепции создания и развития системы подземного хранения газа в Боливарианской Республике Венесуэла;
- проектирование и реновация ПХГ Китайской народной республики;
- прогноз развития мощностей ПХГ в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке;
- совместный проект по внедрению энергосберегающей технологии закачки газа на ПХГ Бернбург (Германия);
- комплексные мероприятия по повышению эффективности эксплуатации ПХГ ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» (геологическое и газогидродинамическое моделирование, система контроля, авторский надзор);
- исследования по использованию традиционных ПХГ для хранения водорода в рамках развития водородной энергетики.

Список использованных источников

1. Самсонов Р.О. История газового дела: историко-технический очерк / Р.О. Самсонов, К.И. Джафаров. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 200 с.
2. ГА РФ, фонд Р 5446, оп. 106, д. 1017, л. 238–243.
3. Архив ООО «Газпром ВНИИГАЗ», фонд ВНИИГАЗ, оп. 167, д. 4969.
4. Правила технологического проектирования, создания и эксплуатации подземных хранилищ газа в водоносных пластах куполовидных поднятий / Е.В. Левыкин, И.А. Жученко, О.Г. Семёнов. – М.: ВНИИГАЗ, 1966. – 49 с.
5. Ширковский А.И. Подземное хранение газа / А.И. Ширковский. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – 75 с.
6. Бузинов С.Н. Они внесли достойный вклад в развитие подземного хранения газа / С.Н. Бузинов // Подземное хранение газа. Проблемы и перспективы: сб. тр. – М.: ВНИИГАЗ, 2003. – С. 5–15.

Список дополнительных источников

1. 50 лет подземному хранению газа в России: буклет. – М.: Газпром, 2008.
2. Направления научных исследований в области технологий хранения газов в пластах-коллекторах / А.А. Михайловский, А.В. Чугунов, А.В. Григорьев // Газовая промышленность. – 2015. – № 10. – С. 36–39.
3. Это наша с тобой биография. «Лентрансгаз»: годы и судьбы: сб. ст. – СПб., 2009.
4. Михайловский А.А. Аналитический контроль объемов газа в пластах-коллекторах ПХГ / А.А. Михайловский. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – 250 с.



**ОПЫТ ООО «ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ»
ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ПРОМЫСЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА**

В.А. Истомирин, А.Н. Кубанов

ОО «Газпром ВНИИГАЗ» как головная научная организация газовой промышленности практически с момента основания в 1948 г. активно занимается разнообразными вопросами сбора и промышленной подготовки природных газов и газовых конденсатов. Достаточно упомянуть, что предупреждением гидратообразования и ликвидацией газогидратных отложений специалисты института начали заниматься уже при строительстве первого магистрального газопровода Саратов – Москва (1948 г.). Также нашими специалистами впервые в отрасли была разработана технологическая схема установки низкотемпературной сепарации (запущенной в 1959 г. на Ленинградском газоконденсатном месторождении) и проведена оптимизация ее работы.

Проектирование разработки и обустройства газовых и газоконденсатных месторождений прошло многолетний и многотрудный путь от небольших по запасам месторождений Саратовской области, Краснодарского и Ставропольского краев до гигантских газопромысловых систем на Межвежьем, Уренгойском, Ямбургском, Заполярном, Бованенковском, Чайдинском, Ковыткинском и других месторождениях с технологическими линиями УКПГ производительностью до 10 млн м³ газа в сутки. Нашим институтом были разработаны проекты разработки всех крупнейших месторождений бывшего СССР и России, в которых имеется важный раздел касательно основных технических решений по технологиям промышленной подготовки газа и вопросам обустройства месторождений. При этом задачи подготовки газа и конденсата в промышленных условиях в институте тесно увязываются не только с проектированием разработки месторождений, но и с проблемами последующей переработки газа и газового конденсата в заводских условиях. Ниже мы ограничиваемся только вопросами подготовки газа в промышленных условиях и практически не касаемся проблем эксплуатации скважин и систем внутрипромыслового сбора газа, а также переработки газа, поскольку эти важные направления деятельности института заслуживают отдельного рассмотрения.

Прежде всего необходимо отметить специалистов института, внесших принципиально важный вклад в обоснование технологических схем и оптимизации оборудования и технологий промышленной подготовки газа и газового конденсата.

В 1960–1970-е гг. вопросами подготовки газа в институте занимались такие ученые, как: И.А. Александров, О.А. Беньяминович, Б.Г. Берго, Т.М. Бекиров, С.Д. Барсук, Э.Б. Бухгалтер, Н.Г.Б. Гаджиев, Б.П. Гвоздев, А.И. Гриценко, Б.В. Дегтярев, Н.В. Жданова, А.М. Климушин, Г.С. Лутошкин, В.П. Лакеев, В.И. Попов, А.Л. Фишман, Е.Н. Туревский, А.Л. Халиф, В.А. Хорошилов и многие другие. Здесь стоит отметить и существенную роль наших известных ученых в области разработки месторождений – Ю.П. Коротаева, Г.А. Зотова, Г.С. Степановой, С.Н. Бузинова, О.Ф. Худякова, О.Ф. Андреева и др., которые активно участвовали в решении многих принципиальных вопросов промышленной подготовки газа. В это же время по промышленной подготовке газа работали и специалисты филиалов ВНИИГАЗа: в Азербайджанском филиале – А.М. Кулиев, Р.М. Мусаев, А.М. Расулов и др.; в Тюменском филиале – А.С. Аршинов, Г.М. Гухман, А.Г. Касперович, В.А. Ключов, П.А. Колодезный, В.В. Минаков и др.

Именно в эти годы были предложены и всесторонне обоснованы основные технические решения по обустройству крупных газовых и газоконденсатных месторождений, а ВНИИГАЗ совместно с рядом организаций активно участвовал в разработке и промышленных испытаниях нового промышленного оборудования.



Специалисты ВНИИГАЗа в области низкотемпературных процессов промышленной подготовки газа

Позже, уже в 1980-е и последующие годы над проблемами промышленной подготовки газа и газового конденсата в институте активно работали Д.Ц. Бахшиян, М.Д. Булейко, А.Г. Бурмистров, Д.М. Бобров, Н.Я. Зайцев, В.А. Истомин, А.Н. Кубанов, Л.М. Курбатов, В.Г. Квон, Ю.А. Лаухин, В.М. Маслов, А.М. Сиротин, А.М. Сун, И.П. Тетера, Т.С. Цацулина, И.Н. Царев и др. В 2000-е гг. под руководством ветеранов к этой проблематике активно подключилось уже новое поколение высококвалифицированных специалистов: М.А. Воронцов, А.В. Елистратов, М.А. Елистратов, А.В. Козлов, Р.А. Митницкий, А.В. Прокопов, Н.Н. Снежко, А.А. Тройникова, Д.М. Федулов и др. Отметим, что наши специалисты всегда работали и работают в тесном контакте не только с проектировщиками обустройства месторождений, но и со специалистами на промыслах, постоянно участвуя в оптимизации технологических схем, а также в выявлении и решении различных технологических проблем эксплуатации месторождений. Ряд работ проводится в рамках комплексных целевых научно-технических программ ПАО «Газпром».

Особо важно подчеркнуть, что в непростых условиях нам удалось сохранить преемственность поколений и обеспечить рост технологического уровня научно-технических разработок. Это обусловлено тем, что руководством института постоянно уделяется внимание творческому росту молодых специалистов, стимулируется обучение в аспирантуре, проводятся российские и международные конференции, издаются монографии и обзоры, сборники статей. Основные этапы развития техники и технологии промышленной

подготовки газа за последние двадцать лет нашли отражение в публикациях¹ сотрудников института в ряде фундаментальных монографий и обобщающих обзорных статей, тематических и юбилейных номерах журналов «Газовая промышленность» и «Наука и техника в газовой промышленности», а в последние годы – и в новом отраслевом журнале «Вести газовой науки», многочисленных сборниках трудов института по добыче, переработке и подготовке газа, материалах научно-технических совещаний ПАО «Газпром» по проблемам добычи и подготовки газа, метрологического обеспечения и автоматизации работы газопромысловых систем.

В институте активно работает большой Ученый совет и его секции по направлениям, курирующим разработку комплексных научно-технических программ в отрасли и проектов разработки месторождений. По сути, в нашем институте были созданы и успешно функционируют ряд фундаментальных научных школ, одна из которых – по обсуждаемым в статье проблемам внутрипромыслового сбора, промысловой подготовки и переработки природных газов. За последние 15 лет специалистами института и газодобывающих предприятий отрасли (научные руководители аспирантов и соискателей – профессора ВНИИГАЗа) в области промысловой подготовки газа были защищены кандидатские диссертации: А.В. Елистратовым (2004 г.), З.Г. Якуповым (2004 г.), И.В. Лебенковой (2005 г.), М.В. Елистратовым (2005 г.), А.В. Козловым (2003 г.), Е.А. Лужковой (2005 г.), С.В. Селезевым (2006 г.), Д.Н. Снежко (2007 г.), В.Г. Квоном (2009 г.), Б.Д. Донских (2011 г.). Также защищены кандидатские диссертации по смежным вопросам совершенствования систем внутрипромыслового сбора газа и эксплуатации газовых и газоконденсатных скважин (А.А. Ротов, А.А. Плосков, С.А. Бородин, О.В. Николаев, С.А. Шулепин, Д.В. Дикамов, Ю.А. Архипов, Д.В. Толмачев, В.В. Медко и др.).

В юбилейный для института год представляется актуальным подвести некоторые итоги современного состояния (state-of-the-art) промысловой подготовки газа в России, отметить основные достижения и наметить перспективы дальнейшего развития систем сбора и промысловой подготовки газа.

В этой области исследований можно выделить такие направления, как: методология проектирования систем обустройства месторождений; совершенствование промысловых технологических процессов, включая предупреждение различных технологических осложнений (коррозия, гидратообразование, солеотложения, льдообразование, пескопроявления и др.); повышение эффективности технологического оборудования и средств его контроля; научное сопровождение реализованных технологий добычи газа.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время нам приходится решать существенно более сложные научно-технические задачи, обусловленные заканчиванием эпохи «легкого сеноманского газа» и переходом к освоению новых нефтегазоконденсатных месторождений с широким спектром конденсатного фактора и содержания легких углеводородов C_2-C_4 . Это задачи обеспечения эффективной эксплуатации месторождений Западной Сибири в завершающий период их разработки (реконструкция объектов газодобычи, объединение промыслов), ввода в разработку глубокозалегающих горизонтов с большими конденсатными факторами (ачимовские отложения, в перспективе отложения юры), освоения надсеноманских газовых залежей в Западной Сибири, перехода на более активное использование современных газодинамических технологий обработки газа (турбодетандер-компрессорные техноло-

¹ В конце статьи приведен список (далеко не полный) важных работ сотрудников института по проблематике обустройства месторождений и совершенствования технологий промысловой подготовки газа за последние 20 лет.

гии, газодинамическая сепарация), а также освоения месторождений с малым конденсатным фактором (верхние продуктивные горизонты многопластовых месторождений п-ова Ямал). При этом институтом поставлена научная проблема разработки новых технических решений по более полному извлечению из природного газа в промысловых условиях ценных углеводородных компонентов C_{3+} .

Остановимся на некоторых технологических проблемах подробнее.

Одна из традиционных задач функционирования добычи газа без технологических осложнений – это предупреждение гидратообразования в промысловых системах. В этом направлении специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» получены следующие результаты:

- предложена более точная балансная методика расчета необходимого количества ингибиторов для предупреждения гидратообразования в промысловых системах, в том числе и для промысловых конденсатопроводов (для самого общего случая использования многокомпонентных ингибиторов, включающих летучую и нелетучую компоненты, что в настоящее время становится особо актуальным в связи с предстоящим освоением газоконденсатных месторождений Восточной Сибири);

- с целью сокращения эксплуатационных затрат на предупреждение гидратообразования разработаны (совместно со специалистами газопромысловых предприятий) технологические схемы рециркуляции и отдувки летучего ингибитора гидратообразования – метанола;

- разработаны методы нормирования и долгосрочного прогнозирования потребности основных химических реагентов – метанола и гликолей – на основных газодобывающих предприятиях отрасли.

Указанные исследования подытожены в монографиях и отраслевых нормативных документах. В настоящее время в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» продолжается цикл работ по предупреждению техногенного гидратообразования в промысловых системах по следующим актуальным аспектам:

- разработка термогазодинамики призабойной зоны пласта с возможностью гидратообразования применительно к низкотемпературным газовым и газоконденсатным залежам Западной и Восточной Сибири;

- разработка рекомендаций по практическому использованию нового для отечественной газовой промышленности ингибитора гидратообразования – этиленгликоля – с учетом различных технологических осложнений (Кириновское месторождение);

- анализ возможности и целесообразности возврата к солевым ингибиторным композициям для предупреждения льдо- и гидратообразования, в частности применительно к поздней стадии эксплуатации сеноманских залежей, а также для газоконденсатных месторождений, с высокоминерализованной остаточной водой в продуктивных коллекторах;

- разработка современных методов утилизации и регенерации водных растворов метанола низких концентраций (отдувка метанола на горячем потоке обрабатываемого газа после ДКС; оригинальные технические решения, занимающие промежуточное положение между отдувкой и регенерацией отработанных растворов метанола методом ректификации с учетом наличия солей в насыщенном растворе метанола).

Отметим, что помимо совершенствования технологий предупреждения гидратообразования во ВНИИГАЗе всегда уделялось пристальное внимание вопросам экспериментального изучения физико-химии газовых гидратов, а также геологическим аспектам природных газовых гидратов. В частности, в последние годы в институте развивается направление изучения газогидратных

систем в метастабильном состоянии (эффект самоконсервации, линии метастабильного равновесия газ – переохлажденная вода – гидраты и др.), а также кинетики гидратообразования в присутствии термодинамических и кинетических ингибиторов. Эти работы продолжаются и уже получили мировое признание.

Что касается промышленных технологических процессов подготовки газа и газового конденсата, то их можно разбить на три основные группы: адсорбционные, абсорбционные и низкотемпературные.

Как известно, адсорбционные технологии осушки газа нашли ограниченное применение в газовой промышленности. Однако стоит подчеркнуть, что при дальнейшем развитии систем обустройства месторождений в ряде случаев оказывается целесообразным возврат к адсорбционным технологиям как вполне конкурентоспособным и эффективным. В настоящее время институт планирует развивать перспективные адсорбционные технологии.

В области абсорбционных технологий осушки газа специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ» внесли весомый вклад. Речь идет об активном участии в разработке сепарационного и массообменного оборудования нового поколения, совершенствовании систем регенерации и очистки гликолей, внедрении двухэтапных технологий осушки газа на поздней стадии разработки газовых залежей, оптимизации технологии осушки при наличии в обрабатываемом газе значительного количества паров метанола и др. Здесь следует отметить и обобщение данных по термодинамике гликолевых и метанольных растворов.

Существенна роль специалистов нашего института и в развитии низкотемпературных технологий промышленной подготовки газа и конденсата. В частности, были разработаны промышленные технологические схемы подготовки газа для многопластовых месторождений Бованенковской группы п-ова Ямал, Штокмановского и Киринского газоконденсатных месторождений, Заполярного месторождения (валанжинская залежь) и др. Следует отметить, что ВНИИГАЗ активно участвует в доводке и оптимизации технологий и промышленного оборудования, устраняет узкие места и дает практические рекомендации по предупреждению различных технологических осложнений на действующих установках низкотемпературной сепарации газа.

В последние годы были детально проанализированы особенности подготовки газа на новых газоконденсатных месторождениях как с малым конденсатным фактором (например, верхние продуктивные горизонты месторожде-



Турбодетандер,
ГП-2 Бованенковского НГКМ



Теплообменное оборудование
на ГП-2 Бованенковского НГКМ



Сепараторы на Бованенковском НГКМ



Теплообменное оборудование на Заполярном НГКМ



Входные сепараторы на Заполярном НГКМ



Береговой технологический комплекс на Кириновском ГКМ

ний п-ова Ямал), так и с большим конденсатным фактором (ачимовские отложения в Западной Сибири). Выявленные интересные особенности технологии низкотемпературной сепарации (НТС) при низком конденсатном факторе уже начинают учитываться при проектировании обустройства новых газоконденсатных месторождений.

Проведенный анализ низкотемпературных технологий дает возможности поставить и решить перспективную для отрасли научно-техническую проблему практически полного извлечения компонентов C_{3+} и значительного извлечения C_2 в промышленных условиях из пластового газа нефтегазоконденсатных залежей. В рамках этой проблемы в институте разработаны новые технологические схемы промышленных процессов низкотемпературной абсорбции. Новые абсорбционные технологии позволяют максимально полно извлечь из газа компоненты C_{3+} при сохранении температурного уровня НТС минус $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Важную практическую направленность имеют и проводимые в настоящее время исследования по разработке промышленных низкотемпературных технологий на температурном уровне ниже минус $35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Следует отметить, что средний уровень температур установок НТС на текущий момент составляет минус 25...минус 35 °С при давлении 4...6 МПа, что соответствует давлению максимальной конденсации для газов валанжинских залежей месторождений Западной Сибири. В качестве товарной продукции, как правило, с УКПГ уходят два потока – товарный газ и стабильный (нестабильный) конденсат. При этом углеводороды C_2-C_4 преимущественно содержатся в товарном газе. Для увеличения степени извлечения компонентов C_2-C_4 необходим переход на более низкий температурный уровень. Холодопроизводящим устройством в этом случае является турбодетандер. Низкотемпературная технология промышленной подготовки газа на уровне минус 60 °С позволяет извлекать ~90 % пропан-бутанов и ~40 % этана. В настоящее время такие технологические схемы прорабатываются специалистами института в первую очередь применительно к ачимовским отложениям месторождений Западной Сибири. Но в промышленных условиях переход на низкие температуры не во всех случаях оправдан. На наш взгляд, на перспективных УКПГ целесообразно разрабатывать гибкие промышленные технологии, способные в режиме онлайн подстраиваться под спрос по типам и количествам товарной продукции.

Таким образом, специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ» сохраняют лидирующие позиции в отрасли по промышленным технологиям подготовки газа и газового конденсата и успешно реализуют новые технологические идеи.

Некоторые публикации специалистов института по проблемам промышленной подготовки газа и конденсата (с 1999 г.)

Бекиров Т.М. Технология обработки газа и конденсата / Т.М. Бекиров, Г.А. Ланчаков. – М.: Недра, 1999. – 596 с.

Гриценко А.И. Сбор и промышленная подготовка газа северных месторождений России / А.И. Гриценко, В.А. Истомин, А.Н. Кульков, Р.С. Сулейманов. – М.: Недра, 1999. – 476 с.

Истомин В.А. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах добычи газа / В.А. Истомин, В.Г. Квон – М.: ИРЦ Газпром, 2004. – 556 с.

Ананенков А.Г. Состояние и программа развития промышленной подготовки газа на ЯГКМ / А.Г. Ананенков, В.И. Мурин, А.Н. Кубанов, В.И. Елистратов // Газовая промышленность. – 1998. – № 3.

Бобров Д.М. Расширительная холодильная техника для газовой и нефтяной промышленности – современное состояние, тенденции развития, опыт эксплуатации: обз. инф. / Д.М. Бобров, Ю.А. Лаухин, А.М. Сиротин. – М.: ИРЦ Газпром, 2002. – 88 с.

Истомин В.А. Технология рециркуляции метанола в системах промышленной подготовки газа: достижения и перспективы / В.А. Истомин, Г.А. Ланчаков, А.В. Беспрозванный, А.Н. Кульков, В.А. Ставицкий, Ю.Б. Салихов, Д.Н. Грицишин, А.Н. Цветков // Наука и техника в газовой промышленности. – 2002. – № 2. – С. 48–56.

Дубина Н.И. Технологические проблемы промышленной подготовки газа сеноманских залежей Уренгойского НГКМ в компрессорный период разработки и пути их решения: обз. инф. / Н.И. Дубина, А.Н. Кульков, Ю.Б. Салихов, В.А. Ставицкий, В.Ф. Гузов, Ю.Н. Ефимов, А.И. Ларюхин, В.А. Истомин. – М.: ИРЦ Газпром, 2004. – 56 с. – (Подготовка и переработка газа и газового конденсата).

Истомин В.А. Применение гликолей для абсорбционной осушки газов. Физико-химические аспекты / В.А. Истомин, М.В. Елистратов, А.В. Елистратов. – М.: ИРЦ Газпром, 2004. – 167 с.

Истомин В.А. Производство, регенерация и утилизация метанола в промышленных условиях: обз. инф. / В.А. Истомин, В.Г. Квон, Р.Р. Юнусов и др. – М.: ИРЦ Газпром, 2005. – 72 с. – (Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений).

СТО Газпром 3.1.-3-010-2008. Методика расчета норм расхода химреагентов на газодобывающих предприятиях ОАО «Газпром». – М., 2009. – 45 с.

Кубанов А.Н. Пути решения задачи подготовки газа неоком-юрских залежей месторождений полуострова Ямал с получением стабильного конденсата / А.Н. Кубанов, А.В. Козлов, Т.С. Цацулина, А.В. Прокопов // Наука и техника в газовой промышленности. – 2010. – № 4. – С. 54–60.

Кубанов А.Н. Применение турбохолодильной техники на УКПГ: компрессор – детандер или детандер – компрессор / А.Н. Кубанов, А.В. Козлов, А.В. Прокопов, Т.С. Цацулина, А.А. Кубанов // Наука и техника в газовой промышленности. – 2011. – № 3. – С. 55–62.

Елистратов А.В. Деструкция абсорбента и коррозия технологического оборудования на установках гликолевой осушки газа: обз. инф. / А.В. Елистратов, А.В. Борисов, В.А. Истомин. – В 2 ч. – Ч. 1. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2012. – 56 с.

Кубанов А.Н. Технологический анализ работы турбохолодильной техники на начальном этапе эксплуатации УКПГ-2 Бованенковского НГКМ / А.Н. Кубанов, М.А. Воронцов, Д.М. Федулов, В.Ю. Глазунов // Вести газовой науки: Проблемы эксплуатации газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – № 4 (15). – С. 84–89.

Истомин В.А. Термодинамика призабойной зоны пласта с учетом минерализации остаточной воды в коллекторе и возможности гидратообразования / В.А. Истомин, Д.М. Федулов // Вести газовой науки: Проблемы эксплуатации газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – № 4 (15). – С. 6–14.

Дунаев А.В. Особенности технологических процессов промышленной подготовки природного газа с низким конденсатным фактором / А.В. Дунаев, В.А. Истомин, А.Н. Кубанов, В.В. Моисеев, Д.М. Федулов // Газовая промышленность. – 2015. – № 11. – С. 80–83.

Меньшиков С.Н. Научное сопровождение эксплуатации УКПГ Бованенковского НГКМ / С.Н. Меньшиков, Д.В. Люгай // Наука и техника в газовой промышленности. – 2015. – № 4. – С. 97–105.

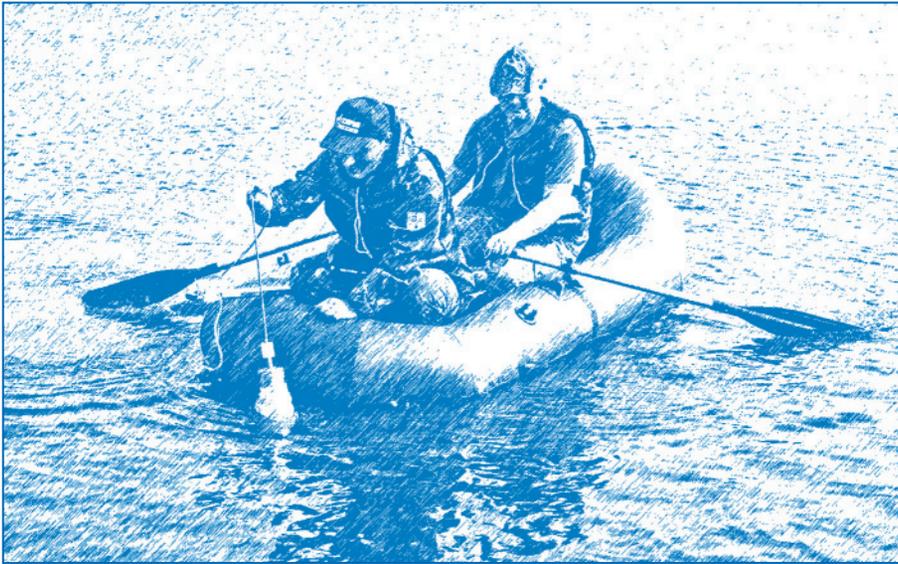
Прокопов А.В. Современное состояние технологий промышленной подготовки газа газоконденсатных месторождений / А.В. Прокопов, А.Н. Кубанов, В.А. Истомин, Д.М. Федулов, Т.С. Цацулина // Вести газовой науки: Проблемы разработки и эксплуатации газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2015. – № 3 (23). – С. 100–108.

Прокопов А.В. Абсорбционные технологии промышленной подготовки газоконденсатных газов / А.В. Прокопов, В.А. Истомин // Вести газовой науки: Актуальные проблемы добычи газа. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2016. – № 2 (26). – С. 165–173.

Прокопов А.В. Степень извлечения и остаточное содержание углеводородов C_{5+B} в газе сепарации газоконденсатных месторождений / А.В. Прокопов, В.А. Истомин, Д.М. Федулов // Нефтегазохимия. – 2016. – № 2. – С. 64–70.

Прокопов А.В. Повышение эффективности низкотемпературного абсорбционного извлечения углеводородов C_{5+} из газа газоконденсатных месторождений / А.В. Прокопов, В.А. Истомин, Д.М. Федулов, А.Г. Дедов // Химическая технология. – 2017. – № 7. – С. 308–314.

Прокопов А.В. Специфика промышленной подготовки газов ачимовских залежей / А.В. Прокопов, А.Н. Кубанов, В.А. Истомин, Д.Н. Снежко, А.Н. Чепурнов, А.К. Акопян // Вести газовой науки: Актуальные проблемы добычи газа. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2018. – № 1 (33). – С. 226–234.



**ЭКОЛОГИЯ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ –
ВЕДУЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ
В ООО «ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ»**

Н.Б. Пыстина, А.В. Терехнёв, Е.И. Константинов

Производственная деятельность ПАО «Газпром» построена на принципах стабильной динамики развития производства с внедрением наилучших доступных технологий, применении современного оборудования и максимально рациональном использовании природных ресурсов. Одним из главных приоритетов является повышение экологической безопасности, энергетической эффективности и обеспечение безопасности трудовых ресурсов.

Потребление человеком природных ресурсов вообще и природного газа в частности, включая весь цикл производства – от добычи до использования готового продукта, построено на принципах обратной связи. В процессе освоения природных ресурсов человек неизбежно оказывает воздействие на окружающую среду, подчас приводящее к нарушению экологического равновесия в зоне расположения производственных объектов, восстановление которого естественным путем может занимать не одно десятилетие. Изменение в окружающей среде запускает обратный процесс изменения условий обитания человека, последствия которого могут оказать влияние на здоровье будущих поколений.

Сознавая ответственность перед обществом за сохранение благоприятной окружающей среды, ПАО «Газпром» стало одной из первых в России компаний, принявших в 1995 г. Экологическую политику, действующая редакция которой является документом, выражающим официальную позицию Компании в отношении ее роли и обязательств в сохранении благоприятной окружающей среды в регионах присутствия. Экологическая и социальная политика ПАО «Газпром» нашла предметное воплощение в ходе реализации экологических программ последних лет, в соответствии с которыми 2013 г. стал Годом экологии, 2014 г. – Годом экологической культуры, 2015 г. – Зеленым годом, 2016 г. – Годом охраны труда, 2017 г. – Годом экологии под девизом «Сохраняя природу».

Эффективность деятельности Компании в области охраны окружающей среды и обеспечения безопасных условий труда подтверждена:

- вторым местом в рейтинге экологической ответственности нефтегазовых компаний РФ и признанием лучшей компанией в категории «Воздействие на окружающую среду», организованным Всемирным фондом дикой природы (WWF России) и аналитическо-консультативной группой в области ТЭК «КРЕОН» по итогам 2015 г.;

- признанием в 2016 г. в пятый раз лучшей российской энергетической компанией в области корпоративной климатической отчетности и стратегии по сокращению выбросов парниковых газов по итогам международного рейтинга Carbon Disclosure Project (CDP) международной некоммерческой организации, действующей в области снижения выбросов парниковых газов и корпоративной климатической стратегии;

- признанием в 2016 г. Компании победителем проводимого под эгидой Министерства природных ресурсов и экологии РФ конкурса по присуждению Всероссийской премии «Экологичное развитие – Evolution Awards 2016» в номинации «Лучшее решение в области «зеленых» технологий». Компания награждена за разработку и внедрение наилучших доступных технологий по достижению высоких показателей энергоэффективности и снижению удельных выбросов ПГ;

- признанием в 2016 г. лауреатом проводимого под эгидой Министерства труда и социального развития Российской Федерации конкурса в номинации «Разработка и внедрение высокоэффективных систем управления охраной труда в организации» за проведение Года охраны труда.

Реализовать на практике усилия ПАО «Газпром» по обеспечению экологической безопасности, охраны труда и повышению энергетической эффективности невозможно без прикладных научных исследований, включающих проведение натурных экспериментов, теоретических исследований на основе системного анализа и методов математического моделирования. Важнейшая роль в становлении и развитии отраслевой экологической науки отведена ООО «Газпром ВНИИГАЗ» – главному отраслевому научно-исследовательскому центру ПАО «Газпром», где трудятся высококвалифицированные ученые и специалисты.

Развитие направления по обеспечению экологической безопасности и охране труда во ВНИИГАЗе началось с 1974 г. как своевременная реакция на поручение министра газовой промышленности о необходимости концентрации научного потенциала с привлечением ведущих институтов АН СССР на решении проблемы безопасности населения, обусловленной освоением Оренбургского газоконденсатного месторождения и созданием Оренбургского газохимического комплекса по глубокой переработке сероводородсодержащего природного газа. Возникла объективная необходимость обоснования размеров санитарно-защитной и аварийной зон вокруг Оренбургского газового комплекса и разработки методов снижения загрязнения атмосферы. В то время наука не располагала надежными и достоверными методами решения задач по оценке и прогнозированию уровня загрязнения атмосферы, а характеристики производственной структуры уникального газового комплекса не соответствовали требованиям природоохранных нормативов. В связи с этим было создано специальное научное подразделение – лаборатория газовой опасности и средств контроля, а через некоторое время – и целый отдел техники безопасности и охраны труда, который возглавил Михаил Александрович Бабалов.

Впоследствии на его базе был создан отдел охраны окружающей среды и рационального природопользования, который возглавлял доктор технических наук Эдуард Борисович Бухгалтер. Отдел стал ведущим научным подразделением ООО «ВНИИГАЗ» в области природоохранной деятельности и обеспечения безопасности работников, в его структуру входили три лаборатории: защиты окружающей среды; экологической экспертизы и управления; охраны труда и экологии человека.

С 2009 г. и по настоящее время научно-исследовательскую деятельность по направлениям охраны окружающей среды, энергосбережения и энергоэффективности, обеспечения безопасных условий труда осуществляет подразделение ООО «Газпром ВНИИГАЗ» – Центр экологической безопасности, энергоэффективности и охраны труда под руководством кандидата экономических наук Натальи Борисовны Пыстиной.

Научная деятельность Центра направлена на решение актуальных проблем обеспечения устойчивого, экологически безопасного развития нефтегазовой отрасли, безопасных условий труда работников, энергосбережения и повышения энергоэффективности технологических объектов.

В Центре активно ведется разработка стратегических и нормативно-методических документов, включая ГОСТ Р, ИСО и межгосударственные стандарты, разработка и внедрение природоохранных и природоподобных технологий для охраны окружающей среды, населения и персонала, реализуются международные программы и сотрудничество с государственными и общественными организациями с целью демонстрации деятельности ПАО «Газпром» в области устойчивого развития.

Одной из основных задач Центра экологической безопасности, энергоэффективности и охраны труда было и остается научное сопровождение важнейших инвестиционных проектов. Для реализации этой задачи ведется постоянная разработка высокоэффективных технологий компенсации негативного воздействия на окружающую среду и обеспечения экологической безопасности и безопасности персонала на всех этапах жизненного цикла объектов. Технологии, разработанные специалистами Центра, активно применяются при проектировании и на действующих объектах нефтегазовой отрасли.

Ключевыми преимуществами Центра являются:

- единый комплексный подход при планировании и реализации стратегических проектов ПАО «Газпром»;
- многолетний теоретический и практический опыт по формированию экологически ориентированного и социального имиджа Компании;
- наличие информационных баз данных по направлениям деятельности Центра для компаний Группы «Газпром»;
- наличие опытно-экспериментальной базы с соответствующим оборудованием;
- наличие филиалов и возможность выполнения региональных полевых исследований;
- экспертные функции, закрепленные в корпоративных стандартах.

Центр проводит научно-исследовательскую работу по трем основным направлениям силами шести лабораторий. По направлению «Экологическая безопасность» – лаборатории: охраны окружающей среды и ресурсосбережения; экологического сопровождения и экспертизы проектов; экологической информации и консалтинга; биотехнологических исследований; по направлению «Энергоэффективность» – лаборатория энергосбережения и энергоэффективности; а по направлению «Охрана труда» – лаборатория охраны труда и экологии человека.

Создание каждой новой лаборатории служит своевременным и точным ответом отраслевой науки на потребности газовой промышленности и обеспечивает концентрацию внимания на главных направлениях для поиска решений важных проблем.

Созданная в 1979 г. лаборатория охраны окружающей среды при добыче и транспорте газа за годы своего существования неоднократно меняла свое название: в 1987 г. она называлась лабораторией охраны воздушного бассейна при добыче и транспорте газа, в 1991 г. – лабораторией охраны окружающей среды при бурении, добыче, переработке, транспорте и хранении газа; 1994 г. – лабораторией защиты окружающей среды и, наконец, с 2009 г. и по сей день именуется лабораторией охраны окружающей среды и ресурсосбережения. Возглавляет лабораторию с 1991 г. кандидат технических наук Гретта Семёновна Аكوпова. За годы своей деятельности лаборатория принимала участие в решении проблем по всем основным направлениям охраны окружающей среды. Разработка и внедрение нормативных документов, регламентирующих природоохранную деятельность (СТО, правила, инструкции, методики, регламенты, рекомендации и т.д.), происходит на основе накопленных за большой период времени материалов.

В течение ряда лет проводились работы по геоэкологическому контролю (мониторинг, аудит и экспертиза) объектов окружающей природной и техногенных сред в районах размещения организаций нефтегазового комплекса. В полевых условиях было выполнено полномасштабное экологическое обследование Касимовского и Увязовского ПХГ, направленное на изучение и всестороннюю оценку воздействия работы хранилищ на объекты окружающей

природной среды. В лаборатории разрабатывались и апробировались основные методические подходы для отраслевых проектов нормативов предельно допустимых (временно согласованных) выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу. Выполнялись работы по проведению инвентаризации выбросов (сбросов) вредных веществ, отходов производства и потребления расчетными и инструментальными методами, по разработке паспортов отходов и лимитов на их размещение, получению разрешительной документации по нормированию вредных выбросов (сбросов) и отходов.

В рамках разработки единых удельных нормативов образования отходов производства и потребления применительно к специфике газовой отрасли, образования и лимитов на размещение отходов производства и потребления дочерних обществ и организаций ПАО «Газпром» были составлены Классификатор источников образования отходов производства и потребления и Каталог отходов производства и потребления дочерних обществ и организаций, в который вошли адсорбенты, катализаторы, нефтесодержащие отходы и другие специфичные отходы газовой отрасли. Система обращения с отходами в ПАО «Газпром» была формализована разработкой в 2015 г. перспективных схем обращения с отходами производства и потребления для объектов, расположенных в различных регионах России. В лаборатории и сегодня решаются наиболее сложные проблемы, связанные с экологически безопасным обращением с отходами. Например, в 2016 г. разработано технико-экономическое обоснование обращения с отходами производства при строительстве скважин на Ковыктинской группе месторождений.

Указанные работы позволили внести единообразие и систематизацию информации по нормативам образования и лимитам на размещение отходов производства и потребления и минимизировать штрафы от сбора, хранения и утилизации отходов производства и потребления.

Осуществлялось экологическое сопровождение проектов с учетом законодательных и нормативных требований по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов. Ведется контроль за полнотой и качеством реализации проектных решений по охране атмосферного воздуха, в тесном взаимодействии с территориальными административными и природоохранными органами выявляются локальные недоработки, связанные с экологией атмосферы.

Сотрудники лаборатории принимали активное участие в разработке ОВОС «Экологическое обоснование» и разделов «Охрана окружающей природной среды» в составе обоснования инвестиций, технологических схем, технических проектов и проектов разработки при строительстве, расширении (реконструкции) и эксплуатации предприятий нефтегазового комплекса, в том числе для нефтегазоконденсатных месторождений Ямала, Уренгойского, Ямбургского и других месторождений.

Большое внимание в лаборатории уделяется разработке природоохранных и ресурсосберегающих технологий по снижению выбросов загрязняющих веществ, сокращению и стабилизации парниковых газов, очистке сточных вод, обезвреживанию и утилизации отходов производства и потребления, среди которых можно выделить следующие:

- технология очистки углеводородов в насыщенном моющем растворе, поступающем из железнодорожной цистерны в биореактор в процессе промывки стенок;
- система по переработке, обезвреживанию и утилизации отходов углеводородной продукции при подготовке вагонов-цистерн к ремонту;
- экспериментальная установка по производству биопрепаратов;

- установка очистки сточных вод с применением комплексной микробной инженерии;
- унифицированная технология химического обезвреживания и утилизации нефтесодержащих отходов на объектах нефтегазового комплекса;
- технология использования продукта утилизации нефтешламов в дорожном строительстве;
- расчетно-аналитическая система (комплекс) с базой данных выбросов парниковых газов и др.

Лаборатория является пионером не только в отрасли, но и в Российской Федерации по научно-методическому обеспечению работ по управлению выбросами парниковых газов – работы по этой проблеме ведутся с 1992 г. Выполнен комплекс НИР по изучению отраслевых особенностей, прогнозу и долгосрочному перспективному планированию объемов выбросов метана и диоксида углерода, разработке мероприятий по их стабилизации. Проводятся разработка и внедрение методов и средств по сокращению выбросов CH_4 , NO_x , CO , CO_2 в окружающую среду. При активном участии лаборатории энерго-сбережения и энергоэффективности разработана и внедрена Корпоративная система управления энергоэффективностью и выбросами парниковых газов ПАО «Газпром», отмеченная Премией ПАО «Газпром» в области науки и техники за 2017 г.

Проводимые исследования и накопленный опыт в области управления парниковыми газами позволяют в кратчайшие сроки решать стратегические задачи. Так, удалось аргументированно опровергнуть обвинения Европейского союза к поставляемому в Европу российскому газу, добыча и транспортировка которого связаны якобы с большими потерями и имеют негативное влияние на климат из-за высоких выбросов парниковых газов. Основным критерием для такой оценки является так называемый углеродный след (выбросы парниковых газов от всей производственной цепочки), который становится одним из ключевых показателей современной энергетической модели. Специалистам ООО «Газпром ВНИИГАЗ» удалось объективно оценить углеродный след для трех возможных маршрутов транспортировки газа в ЕС (Украина, Белоруссия, «Северный поток-2»). Доказано, что углеродный след российского природного газа, поставляемого в Центральную Европу, на 48 % меньше, чем было заявлено в исследовании оппонентов. Полученный результат, доложенный на заседании Генерального директората по энергетике Европейской комиссии ЕС, позволил аргументированно доказать необоснованность дискредитации российского природного газа.

Знания и опыт сотрудников активно используются при разработке таких международных проектов, как: Оценка объемов выбросов парниковых газов на объектах газовой промышленности России и Германии («Газпром» – «Рургаз»); Оценка объемов выбросов парниковых газов на объектах ООО «Пермтрансгаз» (ВНИИГАЗ – «Сумитомо»); Экологический аудит подземных хранилищ газа («Газпром» – «Винтерсхалл»); VOGUE – визуализация газа для потребителей и окружающей среды («Газпром» – Королевский технологический институт, Швеция). Результаты выполненных работ высоко оценены зарубежными коллегами.

В рамках работ по научно-методическому сопровождению перехода на принципиально иную систему нормирования воздействия на окружающую среду, основанного на принципах наилучших доступных технологий (НДТ), проводится разработка справочников НДТ федерального и корпоративного уровней.

В лаборатории было основано направление производства и применения биологических препаратов. Была разработана и апробирована экспериментальная установка по производству биопрепаратов, предназначенных для утилизации как углеводов, так и других вредных и токсичных соединений, сопутствующих добыче, транспортировке, переработке и потреблению природного газа, газового конденсата, сырой нефти и другого углеводородного сырья. Перспективность и актуальность данного направления позволили в дальнейшем выделить его в лабораторию биотехнологических исследований.

В 2009 г. была создана лаборатория биотехнологических исследований под руководством кандидата технических наук Евгения Леонидовича Листова и впервые в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» основано направление производства и применения биологических препаратов – пример природоподобных технологий.

На первом этапе лаборатория создавалась как ответ на потребность в новых биопрепаратах для ликвидации углеводородных загрязнений в любых условиях и утилизации нефтесодержащих отходов. Особый статус этой задаче давал новый мегапроект «Ямал», в котором первоочередным было освоение Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения. Задачей, поставленной перед лабораторией, было создание биопрепарата, адаптированного к условиям Крайнего Севера.

Первым результатом работы лаборатории стало создание препарата нового поколения из серии БИО – «БИОРОС». Основными преимуществами нового препарата по сравнению с аналогами являются: применение при температуре от плюс 5 °С, высокая степень окисления, использование консорциума штаммов микроорганизмов, максимальный учет особенностей и специфики загрязнений, характерных для организаций нефтегазового комплекса. Свою эффективность препарат доказал при многократных полевых и лабораторных испытаниях в различных природно-климатических условиях, включая районы Крайнего Севера, например на п-ове Ямал. При этом была продемонстрирована хорошая способность утилизировать различные типы углеводов в широком диапазоне температур. В ходе полевых испытаний препарата «БИОРОС» на п-ове Ямал достигнута эффективность очистки почвы от дизельного топлива 85 % за 10 дней при среднесуточной температуре плюс 7 °С. С 2016 г. начат промышленный выпуск биопрепарата по лицензии ПАО «Газпром».

В 2015 г. был создан биосорбент – «БИОРОССОРБ», в основу которого вошли биосовместимый носитель природного происхождения и культуры микроорганизмов, способных быстро и эффективно обезвреживать углеводородные загрязнения. Утилизация углеводов происходит путем их биологического окисления в процессе жизнедеятельности активных культур, иммобилизованных в порах сорбента. Преимуществами препарата «БИОРОССОРБ» являются: большая удельная сорбционная емкость, хорошие флотационные свойства, удобство сбора с очищаемой поверхности воды, протекторные свойства для иммобилизованной микрофлоры, отсутствие необходимости утилизации отработанного препарата.

В 2014–2016 гг. был разработан биопрепарат «БИОРОСТОК», который используется для сокращения времени биологической стадии рекультивации и выступает, с одной стороны, протектором и стимулятором роста растений, а с другой – выполняет функции по доочистке земли от углеводородных загрязнений.

В основе линейки биопрепаратов БИО лежит основной биотехнологический метод борьбы с углеводородными загрязнениями – применение высокоэффективных, непатогенных микроорганизмов-деструкторов. Сущность метода –

во введении извне определенного количества активной биомассы микроорганизмов. Они потребляют загрязнители как источник углерода, необходимый для их роста и развития. В процессе жизнедеятельности бактерии активно размножаются и метаболизируют все загрязнения вплоть до их полного исчезновения. При этом технология биологической очистки проста и заключается в нанесении препарата на загрязненную территорию или в его смешивании с источником загрязнения в присутствии биогенных элементов (азота, фосфора, калия). Эффективность применения биопрепаратов для ликвидации углеводородных загрязнений подтверждена на газотранспортных объектах, таких как Сергиевское и Тольяттинское ЛПУ ООО «Газпром трансгаз Самара», при ликвидации амбаров, загрязненных углеводородами. Сейчас выполнен комплекс работ и подготовлены все необходимые документы для реализации производства новых видов биопрепаратов на Опытно-экспериментальной базе института на установке производительностью 100 кг/год. Здесь можно осуществлять селекцию новых штаммов микроорганизмов, утилизирующих различные виды углеводородсодержащих загрязнений.

Следует отметить, что в последние несколько лет расширилась область применения биотехнологий в нефтегазовой сфере, в связи с чем работа лаборатории будет направлена на решение следующих задач:

- селекция новых штаммов микроорганизмов нефтедеструкторов;
- использование потенциала микроорганизмов для интенсификации работы канализационных очистных сооружений в любых климатических условиях;
- создание новых компактных установок для очистки сточных вод с технологиями мембранного биореактора и аэробного гранулированного активного ила;
- разработка принципов направленного эволюционирования микроорганизмов для получения сверхпродуцентов с необходимыми свойствами воздействием контролируемого окислительного стресса;
- селекция новых штаммов для улучшения протекания процессов рекультивации земель в сложных климатических условиях с коротким вегетативным периодом;
- разработка биоразлагаемых материалов на основе метаболитов отечественных штаммов сверхпродуцентов (в частности, молочной кислоты);
- оценка вклада микробиологической составляющей в коррозионные процессы в различных режимах эксплуатации трубопроводов;
- получение новых полисахаридов для бурения скважин;
- переработка трудно перерабатываемых отходов методом компостирования.

Разработки лаборатории активно используются при проведении научных исследований на п-ове Ямал в рамках ежегодных эколого-технологических экспедиций, основным организатором и участником которых является лаборатория экологического сопровождения и экспертизы проектов.

Лаборатория была создана в 1994 г. под руководством Э.Б. Бухгалтера, а с 2009 г. начальником лаборатории стал доктор географических наук Александр Владимирович Баранов.

Изначально основными функциями лаборатории были проведение корпоративной экспертизы предпроектной и проектной документации ПАО «Газпром», анализ природоохранных разделов и подготовка эколого-экспертных заключений на проекты строительства, эксплуатации, реконструкции и ликвидации объектов ПАО «Газпром», а также экспертиза проектов законодательных актов, нормативных документов федерального и регио-



Эколого-технологические экспедиции «Ямал»

нального уровня экологической направленности, природоохранное оборудование и технологии.

В связи с активным освоением месторождений п-ова Ямал одним из основных направлений работ стало экологическое сопровождение освоения месторождений углеводородов Крайнего Севера. В рамках этого направления в период 2009–2016 гг. ежегодно проводятся эколого-технологические экспедиции «Ямал».

В ходе экспедиций решаются следующие задачи:

- комплексная оценка экологических и этносоциальных условий территории ЯНАО, включая исследования состояния атмосферного воздуха, оценку и прогноз гидрологических и геокриологических, метеорологических условий, оценку состава поверхностных вод, осадков, снежного покрова, донных отложений и почв, воздействий на растительный и животный мир, образ жизни и здоровье коренного населения;
- оценка природно-ресурсного потенциала осваиваемых территорий ЯНАО на основе удельных эколого-экономических показателей;
- идентификация климатических рисков и разработка адаптационных мероприятий для безопасного функционирования объектов газодобывающего и газотранспортного комплекса на территории ЯНАО;
- разработка эффективных технологий рекультивации нарушенных и загрязненных земель, предотвращения опасных природных процессов для различных типов ландшафтов и нарушений в условиях п-ова Ямал.

Проведенные исследования позволили разработать и апробировать новые технологии для рекультивации нарушенных земель. Для различных типов нарушений на долинно-пойменных ландшафтах разработаны технологии залужения с использованием адаптированных к условиям Крайнего Севера травосмесей, включающих специально подобранные семена злаков и бобовых культур, различных видов органических и минеральных удобрений, а также стимуляторов роста растений, на основе разработанных штаммов микроорганизмов.

Для склоновых участков разработаны технологии предотвращения негативных природных процессов, включающих водную эрозию, дефляцию и другое с использованием полностью биоразлагаемых нетканых покрытий (биоматов). Особенностью покрытий является разложение материала в условиях Крайнего Севера в течение 2-3 лет при одновременном восстановлении почвенно-растительного покрова. Учитывая обедненность почв п-ова Ямал питательными элементами, необходимыми для прорастания семян и их дальнейшего развития, проведен подбор семян и удобрений для вшивания в био-

мат, содержащих весь спектр необходимых веществ для нормального роста и развития растений.

В условиях короткого летнего периода проведена апробация и подтверждена эффективность технологий очистки нефтезагрязненных земель и водоемов на основе биопрепаратов «БИОРОС» и «БИОРОССОРБ».

На основе анализа существующего положения по обращению с отходами производства и потребления на территории Ямальского и Тазовского районов ЯНАО и натурных обследований были разработаны научно-технические решения и инновационные методы по их утилизации.

Также проведенные исследования послужили базой для разработки ряда нормативных документов ПАО «Газпром», в числе которых: СТО Газпром 2-1.19-199-2008 «Расчетные количественные методы оценки устойчивости, опасности разрушения и обоснованности мер инженерной защиты почвенно-растительного покрова и инженерных объектов на склонах в условиях активизации негативных склоновых процессов в районах освоения газовых месторождений Крайнего Севера»; СТО Газпром 2-1.19-519-2010 «Требования по охране окружающей среды к системам канализования площадочных сооружений объектов ОАО «Газпром» и выбору очистных сооружений ливневых стоков»; Р Газпром 129-2013 «Закономерности формирования речного стока полуострова Ямал и методы расчета его характеристик, учитывающих региональную специфику территорий»; Р Газпром 2-1.19-699-2013 «Методы оценки и предупреждения опасных проявлений эрозионных процессов при обустройстве и эксплуатации объектов добычи и транспорта газа на полуострове Ямал»; Р Газпром 12-1-006-2014 «Приемы и способы предупреждения и предотвращения деградации ландшафтов осваиваемых территорий Крайнего Севера» и др. Огромный опыт исследований в районах Крайнего Севера был использован и при разработке стандарта ISO.

Следует отметить, что для получения качественных результатов проводимых исследований зачастую требуется привлечение сил нескольких лабораторий. Например, для разработки новых методов анализа состояния окружающей среды (метода биоиндикации) при оценке геоэкологической ситуации в районах деятельности ООО «Газпром добыча Краснодар» работы велись совместно с лабораторией экологического сопровождения и экспертизы проектов и лабораторией биотехнологических исследований. А для разработки рекомендаций по ликвидации разливов нефти в ледовых условиях совместно с лабораторией экологической информации и консалтинга была создана рабочая группа.

Лаборатория экологической информации и консалтинга была создана в 2014 г. и, несмотря на свою молодость, имеет в активе весь накопленный опыт Эколога-аналитического центра ПАО «Газпром», в связи с переходом в институт сотрудников которого она и сформировалась. С момента создания лабораторией успешно руководит Надежда Александровна Боярчук.

Основной задачей лаборатории является информационно-аналитическая поддержка экологической деятельности ПАО «Газпром»:

- проведение методической и информационно-аналитической работы по повышению эффективности корпоративной системы экологического менеджмента, обеспечению экологической безопасности на объектах и в регионах присутствия ПАО «Газпром»;
- аналитическая обработка сводной экологической отчетности по ПАО «Газпром» и Группе «Газпром»;
- проведение исследований и анализ технологий, технических средств и организационных мероприятий, направленных на повышение экологической

безопасности объектов нефтегазового комплекса и подготовку научно обоснованных заключений по их внедрению в операционную деятельность Группы «Газпром»;

- оказание консультационных услуг в части внедрения перспективных технологий и организационных схем в целях охраны окружающей среды и экологической безопасности деятельности Группы «Газпром» и других компаний нефтегазовой отрасли.

Ежегодно проводится работа по подготовке материалов к собранию акционеров ПАО «Газпром»: сводные информационные материалы о показателях деятельности ПАО «Газпром» и его дочерних обществ в области охраны окружающей среды для государственных органов исполнительной власти, Экологический отчет ПАО «Газпром», разделы Годового отчета ПАО «Газпром» и отчета о деятельности в области устойчивого развития ПАО «Газпром».

Об актуальности проводимой работы говорит объем обрабатываемой и представляемой информации в области охраны окружающей среды: фактические показатели воздействия на атмосферный воздух; водные и земельные ресурсы; обращения с отходами и информация о принятых мерах по снижению такого воздействия; вопросы организации управления и финансирования охраны окружающей среды, научных исследований и технической модернизации производственного комплекса, направленных на повышение экологической безопасности объектов Группы «Газпром», выполнение законодательных требований, ввода в действие объектов природоохранного назначения, энергосбережения.

Расширение границ производственной деятельности ПАО «Газпром» и рост объемов бурения и добычи углеводородного сырья на шельфе арктических и дальневосточных морей приносят новые вызовы в части ликвидации разливов углеводородов при возникновении инцидентов и аварий на объектах добычи, транспортировки, переработки и хранения. Поскольку мероприятия по очистке акваторий от углеводородных загрязнений обычно ограничены временными рамками, погодой и другими факторами, меры по предотвращению выброса загрязнений на береговую линию могут иметь лишь частичный успех. В случае попадания загрязнений на береговую линию могут потребоваться значительные усилия по реабилитации территории, поэтому важно, чтобы эффект от проводимых мероприятий в максимально возможной степени предотвращал наносимый ущерб окружающей среде.

Исследования по лазерному сжиганию нефти, нефтепродуктов, газового конденсата на поверхности воды, проводимые сотрудниками лаборатории совместно с ФГУП «Государственный научный центр Российской Федерации – Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» показали высокую эффективность метода, который пока не имеет зарубежных аналогов. Сжигание на месте способно уменьшить количество нефти в окружающей среде и количество отходов от операций по очистке, а применение сорбентов и биотехнологических методов в комплексе со сжиганием позволяет ускорить процессы самовосстановления природных сред (морская среда, почва, биота). Следующим этапом работы является разработка для нужд ПАО «Газпром» комплексной технологии очистки от углеводородных загрязнений водной среды, прибрежных и береговых полос, включая дистанционное лазерное воздействие и стимулирование природных процессов самовосстановления.

Наряду с вопросами охраны окружающей среды Центр активно занимается вопросами экологии человека, взаимодействия системы человек – окружающая среда – производственная среда. Для решения этих задач в 1972 г. была создана лаборатория, которая до 1991 г. называлась лабораторией

охраны труда, техники безопасности и средств индивидуальной защиты, с 1991 по 1999 гг. – лабораторией охраны труда, санитарии и гигиены, с 1999 по 2001 гг. – лабораторией охраны труда и техники безопасности, а с 2001 г. и по настоящее время называется лабораторией охраны труда и экологии человека. Возглавляли лабораторию в разные годы доктор технических наук Георгий Петрович Босняцкий, доктор технических наук Алексей Леонидович Терехов и в настоящее время кандидат технических наук – Олег Николаевич Емельянов.

На протяжении более 45 лет лаборатория успешно обеспечивает научную разработку нормативно-методических документов межгосударственного, федерального и корпоративного уровней, реализация которых позволяет решать основные проблемы управления охраной труда и производственной безопасностью на объектах ПАО «Газпром», иных компаний нефтегазового сектора России и стран-участников Евразийского совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС). В последние годы лаборатория осуществляет сопровождение и разработку документов в системе международной стандартизации ISO в нефтегазовой отрасли.

Работниками лаборатории за годы работы выпущен весомый комплект нормативно-методических документов и основные вошли в Сборник действующих нормативных и методических документов корпоративной системы сертификации работ по охране труда.

Результаты работы лаборатории в немалой степени способствуют внедрению эффективных мероприятий по защите от негативного воздействия факторов рабочей среды. В частности, меры по защите от основного вредного фактора – производственного шума, оказывающего влияние и на окружающую среду и персонал, позволили снизить затраты ПАО «Газпром» на обеспечение льгот и компенсаций работникам за работу во вредных и опасных условиях труда, а также выплаты при возникновении профессиональных заболеваний. Разработаны требования к организации рабочей среды, регламентам выполнения работ, реабилитации персонала, подходы к оценке условий труда как в условиях южных регионов страны, так и в регионах с суровым климатом (Крайний Север, п-ов Ямал, континентальный шельф Российской Федерации в Арктике).

Значительный опыт выполнения научно-исследовательских работ позволяет разрабатывать требования к обеспечению безопасных условий пребывания и труда работников не только на стадии эксплуатации, но и на стадии проектирования производственных объектов.

Оценить масштабы и глубину научной и практической деятельности лаборатории можно по составу основных работ:

- исследование воздействия факторов рабочей среды на работоспособность и здоровье работников: виброакустические факторы, микроклимат, световая среда, химический фактор, неионизирующие излучения, факторы трудового процесса;
- обоснование методов и средств обеспечения безопасных условий труда;
- проведение экспертиз проектной документации объектов реконструкции, технического перевооружения и нового строительства ПАО «Газпром» в части охраны труда, организации трудовой деятельности и регламентов безопасного выполнения работ;
- проведение экспертиз технических условий на глушители шума систем технологического сброса и шумоизоляционные покрытия трубопроводов технологического оборудования;

- анализ практик развития систем управления культурой безопасности труда в российских и зарубежных компаниях нефтегазового сектора;
- сопровождение работ ПАО «Газпром» по поддержанию высокого уровня корпоративной культуры безопасности труда;
- проведение обучения работников дочерних обществ и организаций ПАО «Газпром» по вопросам обеспечения требований охраны труда в ПАО «Газпром» на курсах повышения квалификации;
- анализ нормативного, правового и методического управления в области охраны труда, культуры безопасности труда, профессиональных рисков в России и за рубежом;
- методическое сопровождение специальной оценки условий труда в дочерних обществах и организациях с общим анализом данных по ПАО «Газпром»;
- проведение и участие в российских и международных научно-практических конференциях по вопросам обеспечения безопасных условий пребывания и труда на производственных объектах нефтегазового сектора с публикацией материалов в научных изданиях.

Практическим выходом научной деятельности лаборатории служат конкретные нормативно-методические документы и технологии в области охраны труда и экологии человека:

- комплекс межгосударственных стандартов Системы газоснабжения в части обеспечения безопасных для здоровья человека условий пребывания и пользования зданиями и сооружениями на объектах морской добычи и магистральной трубопроводной транспортировки газа;
- разработка государственного стандарта ГОСТ Р 56000-2014 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Выполнение работ в арктических условиях. Основные требования»;
- разработка корпоративных нормативно-методических документов по формированию системы обеспечения безопасных условий труда в компании; по оценке условий труда по факторам рабочей среды;
- разработка мероприятий и технических решений по снижению воздействия факторов рабочей среды на работников и окружающую среду, в том числе по снижению акустического загрязнения окружающей среды при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов ПАО «Газпром»;
- внедрение на объектах ПАО «Газпром» комплекса строительно-акустических мероприятий при проектировании КС и ПХГ ПАО «Газпром»; модификаций систем шумоглушения ГПА; буровых укрытий;
- разработка норм бесплатной выдачи сертифицированных видов средств индивидуальной защиты (СИЗ), каталога спецодежды, спецобуви и СИЗ для работников газовой промышленности;
- участие в разработке Комплексной целевой программы обеспечения производственной безопасности ПАО «Газпром» на период 2017–2020 гг.;
- участие в разработке Программы управления человеческими ресурсами в части обеспечения комфортных и безопасных условий труда в рамках комплексной программы реализации политики управления человеческими ресурсами ОАО «Газпром», его дочерних обществ и организаций.

В 2010 г. лабораторией был разработан учебно-методический комплекс «Охрана труда в организациях ОАО «Газпром» и на базе ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проведено обучение в рамках программы повышения квалификации для специалистов нефтегазовых компаний.

2016 г. в ПАО «Газпром» был объявлен Годом охраны труда, в рамках которого были проведены сопровождение и мониторинг выполнения мероприя-

тий дочерних обществ и организаций ПАО «Газпром», подготовлен и выпущен научно-технический сборник «Год охраны труда – 2016 в ПАО «Газпром» и специализированный презентационный буклет «Основные итоги Года охраны труда в ПАО «Газпром».

Задачи, решенные лабораторией за прошедшие десятилетия, способствуют успешному выполнению новых современных задач, стоящих перед ПАО «Газпром» в области охраны труда.

ПАО «Газпром», являясь глобальной вертикально интегрированной энергетической компанией, в своей деятельности наряду с обеспечением экологической безопасности приоритетную роль отводит энергосбережению и энергетической эффективности. Годом начала работ в области энергосбережения является 2000 г., когда приказом ОАО «Газпром» от 09.10.2000 № 77 «Об организации работ по энергосбережению в ОАО «Газпром» определено формирование и создание системы энергосбережения и энергетической эффективности в дочерних обществах и организациях ОАО «Газпром».

В том же году в ООО «ВНИИГАЗ» была сформирована лаборатория эксплуатации транспорта газа под руководством кандидата технических наук Георгия Анатольевича Хворова, которая впоследствии была переименована в лабораторию энергосбережения и энергетической эффективности.

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности с самого начала приобрели в ОАО «Газпром» целенаправленный характер – в 2000 г. впервые была разработана Концепция энергосбережения ОАО «Газпром» на 2001–2010 гг. По структуре Концепция представляла собой систему взглядов на замысел, цели, задачи, основные направления и пути обеспечения энергосбережения в ОАО «Газпром» на данном этапе развития Компании. Концепция стала важным звеном в определении политики энергосбережения в ОАО «Газпром», разработке программ энергосбережения, выборе приоритетных направлений реализации энергосбережения, анализе возможных альтернатив в энергосбережении. В Концепции энергосбережения был впервые рассчитан потенциал энергосбережения на период до 2010 г., основные принципы управления процессом реализации потенциала энергосбережения, заложены основные направления энергосбережения на последующие годы, проведен анализ сложившейся ситуации и предложены к реализации перспективные энергосберегающие проекты. Аналогичные подходы были использованы и при разработке Концепции энергосбережения и повышения энергетической эффективности в ПАО «Газпром» на период 2011–2020 гг.

На основании Концепции в среднесрочном временном интервале разрабатываются программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности ПАО «Газпром», представляющие собой систему организационных, научно-технических и экономических мероприятий, направленных на эффективное расходование энергетических ресурсов. В период 2001–2016 гг. лабораторией были разработаны и успешно реализованы в ПАО «Газпром» пять программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Важно отметить, что через программы энергосбережения реализуются целевые показатели по энергосбережению и энергетической эффективности в ПАО «Газпром».

Для успешного функционирования системы управления энергосбережением в ПАО «Газпром» проводится непрерывная работа по мониторингу показателей энергосбережения и энергетической эффективности, состояния технологических объектов; формированию форм отчетности о выполнении Программы энергосбережения и экологии, показателях энергетической и экологической эффективности технологических объектов ПАО «Газпром» и их

оперативная корректировка; разработке и внедрению новых и инновационных ресурсо- и энергосберегающих технологий, формированию единой базы данных; формированию нормативно-методической базы энергосбережения; проведению экспертиз проектов по энергоэффективности и др.

Для проведения мониторинга показателей энергоэффективности технологических процессов и оборудования в дочерних обществах была проведена комплексная работа в соавторстве с ООО «Газпром трансгаз Югорск», ООО «Газмашпроект» и другими по разработке и введению в эксплуатацию автоматизированной информационной системы энергетического и экологического мониторинга (АИСЭ и ЭМ) «Магистраль». Система позволяет отслеживать динамику изменения показателей энергоэффективности во времени, проводить оценку эффективности использования энергоресурсов на транспорте газа, позволяет комплексно оценивать техническое состояние основного и вспомогательного оборудования, принимать решения и выбирать наименее затратные режимы работы оборудования, выявлять причины повышения энергозатрат на транспорт газа и своевременно их устранять.

Также впервые разработана система показателей энергоэффективности технологических процессов и оборудования на всех технологических уровнях, которая обуславливает необходимые условия для перехода к процессу формирования мониторинга показателей энергетической эффективности технологических объектов газодобывающих организаций, которая в дальнейшем может лечь в основу разработки автоматизированной системы мониторинга показателей энергетической эффективности и энергосбережения для газодобывающих дочерних обществ.

В сфере организации нормирования расходов материально-технических и энергетических ресурсов ПАО «Газпром» был разработан комплекс нормативно-методических документов, устанавливающих требования к системе норм и нормативов расхода ресурсов, использования оборудования и формирования производственных запасов ПАО «Газпром»; нормированию электроэнергии и расхода природного газа на собственные технологические нужды и технологические потери магистрального транспорта газа; нормированию на собственные технологические нужды транспорта газа.

Успешно организовано научно-методическое сопровождение проведения энергетических обследований и энергоаудитов, целью которых является оценка эффективности использования энергетических ресурсов технологическими объектами ПАО «Газпром» и разработка энергосберегающих мероприятий. Разработана методика энергоаудита газотранспортных систем, регламентирующая проведение энергоаудитов и энергетических обследований в магистральном транспорте газа ПАО «Газпром».

В соответствии с требованиями Минэнерго России был проведен комплекс работ по обоснованию и построению форм энергетических паспортов технологических объектов ПАО «Газпром».

Огромное значение в лаборатории придается разработке и внедрению инновационных энергоэффективных технологий, НТД и лучших мировых практик. Так, в 2011 г. был разработан Каталог эффективных энергосберегающих технологий в добыче, транспортировке и подземном хранении газа, который успешно апробирован в практике дочерних обществ Компании. С целью формирования энергосберегающих проектов НТД и обеспечения оперативного анализа мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности энергетического оборудования, эксплуатируемого дочерними обществами ПАО «Газпром», выполняется разработка информационно-технического справочника наилучших доступных технологий

в сфере энергоэффективности в добыче, транспортировке, подземном хранении, распределении газа на основе лучших международных практик.

Лаборатория энергосбережения и энергетической эффективности вносит существенный вклад в подготовку персонала, выполняющего функциональные обязанности по эксплуатации энергетического оборудования в дочерних обществах ПАО «Газпром», а также в повышение уровня квалификации работников и специалистов нефтегазовой отрасли. С этой целью в соответствии с программами повышения квалификации специалистов нефтегазовой отрасли по теме «Трубопроводный транспорт газа и газового конденсата» проводятся лекции по следующим актуальным направлениям: «Энергосбережение в транспорте газа ПАО «Газпром», «Основы построения системы энергосбережения в ПАО «Газпром», «Нормативное обеспечение энергосбережения и энергоэффективности в ПАО «Газпром», «Энергетические обследования технологических объектов в ПАО «Газпром», «Стратегия совершенствования системы управления в ПАО «Газпром», «Направления формирования наилучших доступных технологий и их реализация в производственно-технологической деятельности дочерних обществ ПАО «Газпром».

Таким образом, деятельность лаборатории направлена на создание необходимых условий для повышения научно-технического потенциала в сфере энергосбережения и энергоэффективности и осуществляет важный научный вклад в обеспечение реализации политики энергосбережения ПАО «Газпром».

Следует отметить, что большинство задач решается Центром комплексно, с использованием специалистов всех лабораторий. Полученные при таком подходе результаты, высокий научно-технический и методический уровень, актуальность и практическая ценность, а также ответственность и профессионализм сотрудников удостоены благодарностей заказчиков и партнеров – Минэнерго РФ, ПАО «Газпром», ООО «Газпром добыча Ноябрьск», ООО «Газпром добыча Ямбург», НП «Совет энергоаудиторских фирм нефтяной и газовой промышленности» и др.

Деятельность Центра отмечена благодарностями ПАО «Газпром» за актуальность, практическую ценность работ и выполнение поручений на высоком научно-техническом уровне, а разработки специалистов неоднократно были отмечены наградами федерального и корпоративного уровней:

- Премией Правительства РФ в области науки и техники за 2013 г.;
- Премией МПР РФ «Evolution Awards – 2016» в номинации «Лучшее решение в области «зеленых» технологий»;
- Премией ОАО «Газпром» в области науки и техники за 2002, 2008, 2013, 2017 гг.;
- Премией им. Н.К. Байбакова 2013 г. за большие достижения в решении проблем устойчивого развития энергетики и общества;
- Национальной экологической премией имени В.И. Вернадского за 2013 г.;
- Премией им. И.М. Губкина;
- Премией Губернатора Московской области «Наше Подмосковье» в 2014 г.;
- Дипломом Лауреата конкурса «Эколог года Подмосковья» в 2014 г.;
- почетными грамотами Министерства энергетики РФ, ПАО «Газпром» и др.

Внедренные разработки сотрудников Центра защищены 17 патентами РФ.

Сотрудники Центра являются идеологами и организаторами Международной конференции «Экологическая безопасность в газовой промышленности» (ESGI), принимают участие с докладами на международных конферен-

циях, регулярно публикуются в периодических изданиях. За период деятельности выпущен ряд книг и монографий:

- Гриценко А.И. Экология. Нефть и газ / А.И. Гриценко, В.М. Максимов, Р.О. Самсонов, Г.С. Аكوпова. – М.: Академкнига, 2009. – 680 с.;
- Коняев С.В. Эколого-экономический анализ использования различных видов топлива на объектах нефтегазового комплекса / С.В. Коняев, К.В. Романов, Г.С. Аكوпова. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2012. – 130 с.;
- Пыстина Н.Б. Геоэкологические аспекты добычи и транспорта газа на полуострове Ямал / Н.Б. Пыстина, А.В. Баранов, Е.Л. Листов, О.Б. Наполов, Б.О. Будников, К.Л. Унанян. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – 190 с.;
- Баранов А.В. Водная эрозия и освоение газовых месторождений полуострова Ямал / А.В. Баранов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 152 с.;
- Ишков А.Г. Деградация и охрана почвенно-растительного покрова при освоении месторождений углеводородов Крайнего Севера / А.Г. Ишков, А.В. Баранов, В.Я. Григорьев, К.Л. Унанян. – М.: Газпром экспо, 2009. – 283 с.;
- Пыстина Н.Б. Региональные аспекты и перспективы применения наилучших доступных технологий на полуострове Ямал / Н.Б. Пыстина, Н.В. Попадько, Б.О. Будников, Л.А. Митяева, Е.С. Змеевская. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2017. – 128 с.;
- Афанасьева Р.Ф. Тепловой стресс. Физиолого-гигиенические аспекты профилактики / Р.Ф. Афанасьева, Е.И. Константинов, Н.А. Бессонова. – М.: Книжник, 2012. – 224 с.



Центр активно работает как с государственными органами власти (Минэнерго, Минтруд, Минприроды), так и с российскими и зарубежными компаниями, не входящими в Группу «Газпром», – МГУ имени М.В. Ломоносова, Государственный гидрологический институт, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Институт экологии растений и животных, ЗАО «СибГео», ПГ «Безопасные технологии», НПО ЦКТИ, АО «ЦНИИМФ», НИИ Медицины труда, Бюро НДТ, Wintershall Holding GmbH, Engie, BASF, N.V.Nederlandse Gasunie, E.ON, PetroVietnam, OMV, CNPC, KOGAS и др.

Учитывая опыт проведенных исследований, Центр не останавливается на достигнутом и видит для себя ключевые вызовы по следующим направлениям:

- определение направления и уровня технологического развития компаний Группы «Газпром», в том числе с использованием принципов наилучших доступных технологий;

- разработка и авторское сопровождение стратегий, концепций, целевых программ в области энергоэффективности, охраны труда и экологической безопасности;
- научно-методическое, нормативное и информационно-аналитическое обеспечение деятельности ПАО «Газпром» в части повышения энергоэффективности, обеспечения экологической безопасности, охраны труда;
- разработка и реализация научно-методического аппарата для анализа структуры потребления энергоресурсов на объектах производственно-технологического комплекса ПАО «Газпром»;
- разработка и мониторинг целевых показателей энергоэффективности, оценка энергоэффективности инвестиционных проектов и мероприятий;
- оценка углеродного и токсического следа жизненного цикла продукции и основных производственных процессов нефтегазовой отрасли с разработкой комплекса мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов;
- разработка инновационных природоохранных научно-технических решений, разработка и внедрение технических решений по снижению воздействия на работников вредных производственных факторов;
- исследования природно-климатических условий и состояния окружающей среды в районах расположения объектов Группы «Газпром» и разработка адаптационных мер к возможным изменениям климата;
- научно-техническое обеспечение проведения специальной оценки условий труда и производственного контроля на объектах ПАО «Газпром», в том числе создание и ведение информационной базы условий труда;
- формирование системы культуры производственной безопасности, системы управления охраной труда и риск-ориентированного подхода оценки условий труда;
- экспертиза научно-исследовательской, научно-технической и проектной документации, технических средств и оборудования.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗА НА ТРАНСПОРТЕ

С.В. Люгай, Н.А. Лапушкин,
С.П. Горбачёв, А.А. Евстифеев

История создания Центра использования газа

Научные исследования по применению газового моторного топлива в поршневых двигателях были начаты в нашей стране в первый послевоенный год – 1946-й, в лаборатории газовых двигателей Академии наук СССР. Во второй половине 1950-х гг. в соответствии с постановлением Совета министров СССР от 02.08.1956 № 1038 и приказом министра нефтяной промышленности от 09.08.1956 № 518 лаборатория газовых компрессоров переместилась во ВНИИГАЗ из ВНИИнефти, и тогда научные исследования были продолжены с учетом потребностей и возможностей газовой промышленности.

Фактически именно во ВНИИГАЗе в этот период было положено начало созданию научной школы по исследованиям рабочих процессов поршневых газовых двигателей с различными способами воспламенения газоздушную смеси. Под руководством профессора К.И. Генкина учеными института совместно со специалистами завода им. В.А. Малышева (1963 г.) были созданы две модификации газовых двигателей ГД-100 мощностью 850 и 1000 кВт. Эти двигатели стали силовым агрегатом мотор-генераторов для электростанций, предназначенных для собственных нужд, газопроводов Бухара – Урал и Средняя Азия – Центр. Такая мощная система, как газопровод Бухара – Урал, немыслима без стабильного энергоснабжения. К тому времени (1968 г.) в районных управлениях находились в эксплуатации 150 электростанций общей мощностью 301 тыс. кВт и 12 электростанций для собственных нужд общей мощностью 16,4 кВт, которые были оснащены двигателями 6Г4 и 11ГД100. Большую работу по их освоению на газообразном топливе проделали сотрудники ВНИИГАЗа д.т.н. К.И. Генкин, И.А. Трегубов, А.А. Дмитриев, С.Д. Зинкевич, Д.Т. Аксенов.

Начиная с 1964 г. заводом им. В.А. Малышева было выпущено около 150 таких агрегатов, а коллектив авторов научно-технической разработки удостоен Государственной премии СССР.



Карп Исаакович Генкин,
д.т.н., профессор

Карп Исаакович Генкин (24.10.1911) – выпускник МАДИ 1938 г. по специальности инженер-механик, доктор технических наук, известный отечественный специалист в области двигателей внутреннего сгорания. Работал в лаборатории газовых двигателей АН СССР. С 1961 г. – руководитель лаборатории газовых компрессоров и двигателей ВНИИГАЗа Главгаза СССР. Под его руководством и при непосредственном участии во ВНИИГАЗе проведены многие серьезные научно-исследовательские работы. Автор 105 печатных трудов, в том числе шести монографий, 15 изобретений, на часть которых были получены иностранные патенты. Награжден Почетной грамотой и значком «Строителю газопровода Бухара – Урал» (1963 г.). Ученое звание – профессор по специальности «тепловые двигатели».

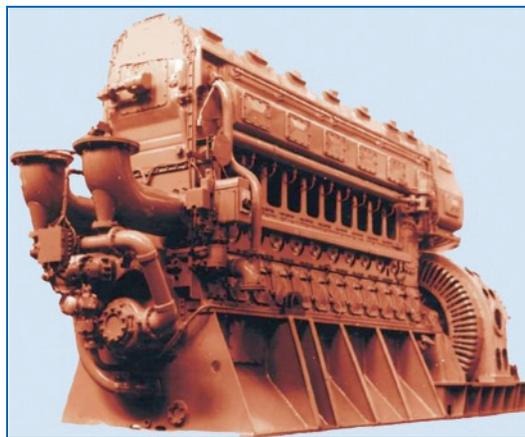
В этот период во ВНИИГАЗе активно проводились исследования по изучению процессов сгорания газового топлива в цилиндрах двигателей. На одномоторной установке с переменным ходом была определена оптимальная степень сжатия для газовых машин, обеспечивающая бездетонационное сгорание газового топлива. Также проведены исследования по применению форкамерно-факельного зажигания в двигателях большой мощности, выполнены съемки распространения пламени в камере сгорания, подготовлено большое количество высококвалифицированных кадров для газовой промышленности – кандидатов и докторов наук по поршневым газовым двигателям.

С 1972 г. ВНИИГАЗ успешно работал над созданием газовых мотор-генераторов 61ГА и 11ГД100М. Впервые в отечественной практике на компрессорных станциях газопроводов Бухара – Урал и Средняя Азия – Центр была внедрена схема комплексной утилизации вторичных энергоресурсов.

Лабораторию поршневых газоперекачивающих агрегатов в период 1972–1996 гг. возглавлял профессор Ю.Н. Васильев. В начале 1980-х гг. по прямому поручению заместителя Председателя Совета министров СССР Б.Е. Щербины специалисты ВНИИГАЗа разработали проект постановления СМ СССР о переводе транспорта на газовое моторное топливо взамен бензина и нефтяных топлив. Причиной тому было заметное снижение добычи нефти в целом ряде регионов страны. Правительственным постановлением было запланировано перевести на газовое топливо 1 млн автомобилей: 500 тыс. – на пропан-бутан, еще столько же – на природный газ (метан). Ученым института в течение пяти лет (до 1980 г.) фактически удалось спроектировать и всесторонне способствовать созданию мощнейшей системы газовых заправок. В этот период более 120 тыс. грузовых автомобилей ЗИЛ и ГАЗ было переведено на газомоторные виды топлива и построено свыше 200 автогазозаправочных станций.

В эти годы лаборатория газовых двигателей в связи с расширением спектра изучаемых тем преобразовалась в отдел газотранспортного оборудования. Под руководством Ю.Н. Васильева учеными отдела были заложены основы конструирования и расчета газодизельных двигателей, произведены комплексные расчеты по использованию природного газа в качестве моторного топлива на автомобильном, железнодорожном и водном транспорте и даже разрабатывались системы воздушно-водяного охлаждения газоперекачивающих агрегатов (ГПА) на компрессорных станциях магистральных газопроводов.

Расширилось сотрудничество института с целым рядом крупнейших производственных предприятий. Совместно с ПО «Коломенский тепловозостроительный завод им. В.В. Куйбышева» в отделе проводились научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию первого в мире тепловозного газодизеля 16ЧН26/26 мощностью 2250 кВт, а также газового двигателя 8ЧН26/26 мощностью 1000 кВт с искровым и форкамерно-факельным зажиганием. Совместно с Первомайским машиностроительным заводом им. 25 Октября (Украина) был разработан и создан образец газового



Общий вид газового двигателя 11ГД100



Юрий Николаевич Васильев,
д.т.н., профессор

Юрий Николаевич Васильев

(25.05.1926) – выпускник Ленинградского высшего инженерного морского училища им. адмирала С.О. Макарова (ныне – ГМА им. адмирала С.О. Макарова) 1954 г. по специальности «инженер-механик по двигателям». Доктор технических наук, профессор, крупнейший специалист в области энергетических установок и компрессорного оборудования, а также в области разработки теоретических и прикладных проблем создания двигателей, работающих на газовом топливе. Лауреат Премии Совета министров СССР, Премии Правительства РФ в области науки и техники за разработку научных основ и новых технологий обеспечения надежности, экономичности и безопасности нагнетательных установок на компрессорных станциях газовой и нефтяной промышленности и станциях обеспечения транспорта газомоторным топливом.

Ю.Н. Васильев – дважды лауреат Премии им. академика И.М. Губкина, Почетный работник нефтяной и газовой промышленности РСФСР. Работал во ВНИИГАЗе в 1966–1996 гг. С 1981 г. в лаборатории под руководством Ю.Н. Васильева было выполнено 55 научных разработок, обеспечивающих строительство первых 100 отечественных автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. Ю.Н. Васильев активно работал в межведомственном научно-техническом совете по двигателестроению при ГКНТ СССР, был членом научного совета Академии наук СССР по комплексным проблемам перспективных транспортных средств и транспортной энергетики, членом Комитета по промышленному использованию газа Международного газового союза.

двигателя с форкамерно-факельным зажиганием и газодизель мощностью 320 кВт, рассчитанный на использование в качестве топлива биогаза и попутного нефтяного газа.

Совместно с заводом «Русский дизель» (г. Ленинград) разработаны и выпущены две модификации газового двухтактного двигателя мощностью 3500 кВт для привода компрессоров (ГПА-5000) и привода генератора (МГ-3500). Впоследствии было произведено 24 таких агрегата.

На базе двигателей Рижского дизелестроительного завода было создано семейство газовых мотор-генераторов мощностью 3, 5, 8 и 16 кВт, а также налажен выпуск модульных передвижных электростанций для станций катодной защиты газопроводов и радиорелейной связи, использующих в качестве топлива природный, шахтный и биогаз. До 1995 г. опытным заводом ВНИИГАЗа было выпущено почти 200 модульных станций.

Совместно с двигателестроительным заводом (г. Б. Токмак) разработан и изготавливался газовый мотор-генератор ГДГА-48 мощностью 48 кВт на базе дизеля 4Ч12/14. Таких агрегатов было выпущено около 300 шт.

В 1994–1995 гг. учеными отдела газотранспортного оборудования (С.И. Ксенофоновым, В.Н. Федоткиным и др.) совместно с АО «Дизельпром» (г. Чебоксары) был создан опытный образец газового двигателя с форкамерно-

факельным воспламенением мощностью 500 кВт на базе дизеля 8ЧН16,5/18,5. Газовый двигатель разрабатывался в двух модификациях. Параллельно с этим для промышленного трактора разрабатывался форкамерный двигатель 6ГЧН16,5/18,5 с использованием в качестве топлива пропан-бутана.

В 2006–2013 гг. учеными института под руководством заместителя директора по науке, доктора технических наук С.И. Козлова совместно с Федеральным ядерным центром «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (Арзамас-16) и Российским научным центром «Курчатовский институт» проводились исследования перспективных энергетических установок на топливных элементах. Проведен анализ современного состояния водородной энергетики, проблемы и перспективы развития практически всех ее аспектов: получения, хранения, транспортировки и использования водорода. Проанализированы возможности энергоустановок со всеми типами топливных элементов и определены наиболее перспективные типы энергоустановок для газовой промышленности. Результаты исследований оформлены в виде монографий:

- Козлов С.И. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы / С.И. Козлов, В.Н. Фатеев; под ред. Е.П. Велихова. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 520с.
- Козлов С.И. Альтернативные моторные топлива XXI века / С.И. Козлов, С.В. Люгай – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – 170 с.



Сергей Иванович Козлов, д.т.н.

Современные направления исследований Центра использования газа

В составе Центра использования газа в настоящее время действуют четыре лаборатории: криогенных технологий; автомобильных газонаполнительных компрессорных станций; унифицированных проектных решений; прогнозирования и экономики газомоторного топлива. Трудятся доктор технических наук и семь кандидатов технических наук.

В рамках Центра использования газа в настоящее время сформировались три основных направления научных исследований:

- разработка двигателей и станций заправки КПП;
- малотоннажное производство, хранение, транспортировка и использование сжиженного природного газа;
- перспективно-прогнозные, технико-экономические и экспертно-аналитические работы.

В области разработки двигателей

В течение 12 лет (с 1996 г.) по заданию ПАО «Газпром» институт вел целенаправленные разработки по созданию газовых модификаций базовых дизелей для автобусов и большегрузных автомобилей, тракторов и другой транспортной техники и установок генерации электрической и тепловой энергии,



Коллектив Центра использования газа (ноябрь 2017 г.).

В первом ряду слева направо: Ю.Г. Мутовин; Ю.Н. Дрыгина; С.П. Горбачев;
В.Б. Перетряхина; О.Л. Кускова.

Во втором ряду слева направо: В.В. Тимофеев; И.С. Медведков; В.И. Судаев;
М.А. Балашов; С.В. Люгай; А.Н. Капитонов; Н.А. Лапушкин; А.А. Евстифеев;
Ю.В. Дроздов; А.Е. Ермолаев; К.А. Гриценко

использующих в качестве топлива компримированный (КПГ) и сжиженный (СПГ) природный газ. Результатом этого научного поиска стала разработка газовых модификаций двигателей типа Д6 и В2 с использованием серийных дизель-электрических агрегатов Уральского турбомоторного завода (г. Екатеринбург), а затем – выпуск опытных образцов газовых электростанций, размещенных в энерговагоне, мощностью 100 и 200 кВт. Двигатель 6ГЧ15/18 по предложению ВНИИГАЗа впервые в отечественной практике был использован в качестве привода газового компрессора для опытного образца автомобильной газонаполнительной компрессорной станции АГНКС-75.

Для двигателей и энергоустановок учеными были разработаны теоретические основы применения газового топлива в высокофорсированных транспортных двигателях и определены принципы организации процессов топливopодачи в них, обеспечивающие получение запальной дозы дизельного топлива не более 20 % от номинальной подачи дизеля-прототипа. Созданы системы управления газодизельными двигателями, обеспечивающие ресурс работы двигателя больший, чем у дизеля-прототипа, и исключающие прогорание поршней и клапанов на всех эксплуатационных режимах работы. Выполнены работы по термометрированию поршней мощных транспортных газовых и газодизельных двигателей, что впоследствии позволило определить реальное распределение температур по огневой поверхности поршня и в районе расположения поршневых колец.

С учетом роста требований к токсичным выбросам двигателей транспортных средств во ВНИИГАЗе были проведены работы по применению альтернативных топлив – диметилового эфира, биогаза, шахтного метана. Создан

опытный образец двигателя ЯМЗ-236, использующий диметиловый эфир в качестве запального топлива для воспламенения газозвушной смеси. Разработаны газовые электростанции мощностью 100 и 200 кВт на базе двигателей 6Ч15/18 и 12Ч15/18, использующие биогаз и шахтный метан.

Большое внимание было уделено разработке теоретического обоснования и практической реализации новых типов рабочих процессов: впрыскивания газа непосредственно в цилиндр под высоким давлением, обеспечения сгорания сильно обедненных газозвушных смесей для уменьшения токсичных выбросов. Тогда же разрабатывались модификации газовых и газодизельных двигателей с микропроцессорным управлением системами топливоподачи.

Имеющаяся теоретическая база и накопленный опыт по созданию газовых и газодизельных двигателей позволили решать проблемы экономии дизельного топлива и в сельском хозяйстве, где это решение стало особенно актуальным для тракторов К-701, МТЗ-80/82, Т-45Т и др.



Газобаллонные тракторы на АТП ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Вместе с этим в период 2000–2017 гг. были продолжены работы по одному из основных направлений деятельности Центра использования газа – повышению эффективности использования газомоторного топлива и расширению его применения на транспорте. В рамках данного направления проводились работы:

- по совершенствованию рабочего процесса в газовых двигателях, включая вопросы организации процессов воспламенения природного газа, снижение токсичности продуктов сгорания;
- разработке конструкции систем подачи природного газа для газотранспортных средств;
- разработке требований к газомоторному топливу.

Совершенствование современных транспортных двигателей, увеличение их уровня форсирования, организованное движение воздушного заряда и согласованной с ним формой камеры сгорания, ужесточение экологических характеристик привело к необходимости организации и проведения теоретических и экспериментальных исследований по применению газового моторного топлива в лабораториях Центра. В тепловозных двигателях с большим диаметром цилиндра традиционный подход с организацией рабочего процесса

с чисто искровым воспламенением газозвдушной смеси за счет размещения одной свечи зажигания вместо форсунки не может быть реализован.

В лаборатории газовых двигателей под руководством А.М. Савенкова в период с 2000 по 2010 гг. проводились широкомасштабные исследования по организации процессов воспламенения природного газа. Рассматривались различные способы: искровое зажигание, форкамерно-факельный процесс, газодизельный процесс, воспламенение газозвдушной смеси от сжатия. Для улучшения процесса сгорания применялись различные добавки: метанол, диметилвый эфир, синтез-газ. Определялись факторы, влияющие на токсичность выпускных газов: организация рабочего процесса, фазы газораспределения, особенности подачи газового топлива – во впускной коллектор, впускные каналы, непосредственно в цилиндр в конце наполнения; организация воспламенения и сгорания газозвдушной смеси в цилиндре: начало воспламенения, продолжительность и интенсивность сгорания топлива.

Существующая концепция применения газодизельного процесса связана с сохранением штатной топливной аппаратуры, но дополненной системой ограничения цикловой подачи запальной дозы дизельного топлива. Она обеспечивает возможность работы как по газодизельному процессу, так и на одном только дизельном топливе. К настоящему времени эта концепция уже не удовлетворяет современным требованиям по экономичности и, главным образом, по токсичным выбросам. Регулировка системы топливоподачи и переход на газодизельный режим начинается с 30%-ной номинальной мощности и выше, а на низких нагрузках и холостом ходу двигатель работает только на дизельном топливе, так как из-за сильного обеднения газозвдушной смеси скорость и полнота ее сгорания уменьшаются, что приводит к нерациональному расходу газа и повышению содержания метана в выпускных газах.

Во ВНИИГАЗе также разработана технология использования газового топлива на газодизельных транспортных силовых установках с воспламенением газозвдушной смеси в цилиндрах минимальной запальной дозой дизельного топлива, составляющей 7–10 % от номинальной цикловой подачи во всем диапазоне режимов работы двигателя.

Одним из серьезных научных решений стало создание системы управления топливоподачей газодизеля, испытанной на двигателе ЯМЗ-236НЕ. Газ в системе подавался в смеситель, установленный во впускном трубопроводе перед турбокомпрессором. В дизельном режиме система обеспечивала сохранение паспортных характеристик двигателя, в газодизельном – осуществляла всережимное регулирование частоты вращения и обеспечивала улучшение экологических показателей при сохранении мощностных характеристик базового двигателя. Для автобусных двигателей ЯМЗ-236 разработаны конструкция и схема системы топливоподачи с подсистемами создания и регулирования начального давления в нагнетательной магистрали, питания и дозирования газом и микропроцессорная система управления основными параметрами силовой установки.

Предложена и обоснована концепция создания макетного образца двигателя Раба модели Д-10 на природном газе с воспламенением от минимальной дозы запального жидкого топлива (до 10 %).

Рассматриваются перспективные способы воспламенения газозвдушной смеси в цилиндре двигателя, обеспечивающие возможности самовоспламенения газового топлива и стабилизации процесса горения: применение двигателя с высокой степенью сжатия в цилиндре до 23-24; воспламенение газового топлива синтез-газом.

С 2010 г. Центром использования газа проводятся работы по улучшению качества газового моторного топлива, влияющего как на работоспособность современных форсированных двигателей, так и на выбросы токсичных веществ с выпускными газами.

Для разных месторождений природного газа выполнен анализ компонентного состава газа, поступающего на АГНКС, а также содержание серы и ртути. Разработаны предложения по совершенствованию получения газового моторного топлива в компримированном и сжиженном виде. Определены требования, предъявляемые к газовому моторному топливу автотранспортных средств. Установлены основные характеристики ГМТ:

- низшая теплота сгорания – не менее 39 МДж/кг;
- метановое число – не менее 70;
- содержание метана – не менее 80 % по объему;
- содержание высших углеводородов – не более 10 % по объему;
- влажность компримированного газа регламентируется температурой точки росы при 20 МПа, которая должна быть ниже на 100 °С самой холодной десятидневной температуры текущего месяца данного региона.

Современные экологические требования к токсичности отработавших газов автотранспортных средств и снижению выбросов парниковых газов могут быть выполнены при применении газомоторного топлива с улучшенными экологическими характеристиками – содержанием серы на уровне 10 мг/кг, вводом добавок водорода, биометана и синтез-газа.

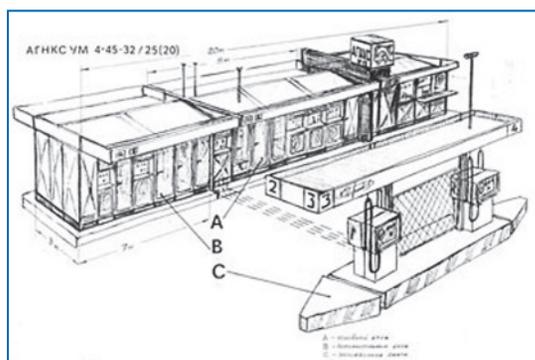
Наряду с разработкой мероприятий по улучшению качества газомоторного топлива большое внимание уделяется созданию опытных образцов автотракторной техники и автобусов, работающих на газомоторном топливе. Учеными лаборатории «Автотракторная техника на газовом топливе» под руководством Г.С. Савельева на газомоторное топливо был переведен парк тракторов, используемых для уборки территории. Созданы опытные образцы тракторов на ГМТ производства основных тракторостроительных заводов Российской Федерации и Республики Беларусь: Липецкого, Владимирского, Омского, Волгоградского, Минского тракторных заводов, Кировского завода. Кроме тракторов на ГМТ переводились транспортные средства «Газель» и «Волга» производства Горьковского автомобильного завода, «Бычок» производства завода имени А.И. Лихачева, автобусы Павловского автобусного завода, автобусы фирмы «Икарус», автобусы Минского автомобильного завода. Причем техника создавалась как с двигателями с искровым зажиганием, так и с газодизельными двигателями. На каждый опытный образец как двигателя, так и транспортного средства была разработана конструкторская и техническая документация и выпущены технические условия, что позволяло начать производство техники на профильных заводах.

В области станций заправки природным газом

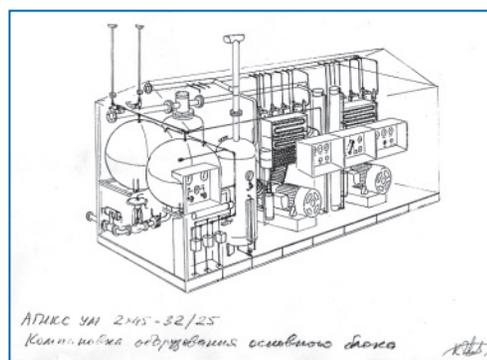
Для применения природного газа на автомобильном транспорте с 1983 г. отдел привлекается к разработке программы строительства АГНКС. Определено пять типов АГНКС производительностью 5-6 и 11-12 тыс. м³/сут. Станции комплектовались компрессорными установками на базе заводов «Борец» (г. Москва), СМНПО им. М.В. Фрунзе (г. Сумы), VEB «Maschinenfabrik und Eisengieberei Wurzen» (Цвиккау), Nuovo Pignone (Флоренция). С учетом предложений и рекомендаций ВНИИГАЗа в СССР создана сеть из более чем 400 АГНКС.

С 1994 г. лабораторией АГНКС под руководством К.Ю. Чирикова разрабатываются требования к перспективным АГНКС. Проведена техническая

экспертиза их проектов, определившая облик разрабатываемых автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. Реализована технологическая схема АГНКС, оборудование которой размещено в одном контейнере. Определены требования к компрессорным установкам АГНКС и составлен ряд компрессорных установок по производительности. Впервые создана АГНКС с приводом от газового двигателя на базе дизеля Д-6, установленная в Борисоглебске. Разработаны технические требования к оборудованию станций заправки: холодильникам, сепараторам, установкам осушки, аккумуляторам, газозаправочным колонкам. С учетом требований к газовым двигателям разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 27577-2000 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия». Лабораторией проведены работы по выбору мест размещения АГНКС с учетом развития транспорта на КПП. Определена их техническая и экономическая эффективность.



а



б

Чертеж АГНКС УМ: а – общий вид; б – компоновка основного блока

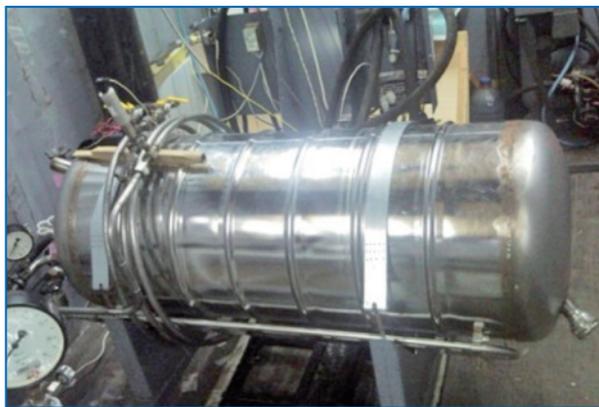
В области сжижения природного газа и применения СПГ на транспорте

Работы по использованию СПГ на транспорте начались в Центре использования газа в 2000 г. и проводятся по следующим направлениям:

- разработка и испытания криогенных бортовых систем (КБТС) транспортных средств, использующих СПГ в качестве моторного топлива;
- отработка технологии сливо-наливных операций в криогенном емкостном неизотермическом оборудовании (хранение СПГ при повышенном давлении);
- малотоннажное производство СПГ на АГНКС, ГРС, магистральных газопроводах;
- вопросы безопасности при малотоннажном производстве и использовании СПГ.

В 2004 г. в Центре были проведены автономные испытания двух типов отечественных КБТС, изготовленных ОАО «Гелиймаш» и НПФ «ЭКИП» совместно с ЗАО «Криомаш БЗКМ» при участии ООО «ВНИИГАЗ». При испытаниях время повышения давления в баке с 0,1 до 0,4 МПа составило около 300 ч, что соответствовало лучшим зарубежным образцам. Испытания также показали, что длительность бездренажного хранения СПГ в криогенном топливном баке можно рассчитывать по термодинамической равновесной модели без учета стратификации.

На базе исследований характеристик сжиженного природного газа учеными предложены эффективные технологии получения СПГ на ГРС и АГНКС, а также заправки баков автомобилей СПГ и КПГ после сжатия в насосе до 20 МПа. Начаты работы по использованию СПГ в поршневых двигателях с наддувом для нужд сельского хозяйства, тепловозов, карьерных самосвалов, речных и морских судов. Тогда же научными лабораториями ВНИИГАЗа были разработаны нормативные документы и регламенты по безопасному применению СПГ на транспорте, а практические испытания по особенностям использования СПГ проводились непосредственно на стендах лаборатории газовых двигателей.



Стенд испытания криогенного бака

При испытаниях КБТС совместно с двигателем ЯМЗ-242, проведенных во ВНИИГАЗе, были обнаружены автоколебания расхода в системе подачи газа, аналогичные колебаниям при теплогидравлической неустойчивости парогенерирующих каналов. Исследования показали, что эти колебания расхода компенсируются регулятором давления на входе в двигатель и практически не влияют на его работу. Чтобы исключить колебания расхода при отсутствии регулятора давления, было предложено установить на входе в испаритель местное гидравлическое сопротивление или на выходе из испарителя разместить газовый баллон объемом до 10 л. Наличие газового баллона позволило также повысить приемистость двигателя (уменьшить время разгона двигателя). Аналогичные решения в это время были приняты и зарубежными производителями КБТС. Во время испытаний было также показано, что имеет место саморегулирование температуры газа, поступающего на двигатель после испарителя. Это позволило упростить систему управления криогенной бортовой топливной системы. По результатам испытаний было рекомендовано начать опытную эксплуатацию КБТС на автотранспорте. С этой целью во ВНИИГАЗе была разработана техническая документация по переводу трактора К-700 на СПГ, и опытный образец трактора успешно прошел испытания на станции Минсельхоза.

Опытная эксплуатация транспорта на СПГ показала, что длительность заправки автотранспорта сжиженным природным газом в отдельных случаях достигает 20 минут, что значительно превышает длительность заправки традиционным топливом (3–5 минут). В связи с этим в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» была дополнительно отработана технология заправки КБТС сжиженным природным газом. Было показано, что на длительность заправки влияют такие факторы, как вскипание (парообразование при снижении давления насыщенной жидкости), гидравлическое сопротивление дренажных коммуникаций и особенно кристаллизация диоксида углерода в коммуникациях в процессе их заполнения. Впервые была отработана бездренажная технология заправки криогенных систем (без сброса паров из заправляемого резервуара), определены пути снижения времени заправки (увеличение недогрева жидкости на входе в сосуд, уменьшение диаметра отверстий в коллекторе для разбрызгивания жидкости), показана возможность бездренажной заправки не только



Опытный образец трактора К-700, работающего на СПГ

«холодных», но и «теплых» баков. В результате длительность заправки криогенных бортовых топливных систем объемом 0,2 м³ удалось снизить до 3–5 минут, что близко к длительности заправки автотранспортных средств традиционным топливом.

По материалам научно-исследовательских работ были разработаны ведомственные нормативные документы, которые впоследствии легли в основу ГОСТ Р 56218-2014 «Автомобильные транспортные средства, работающие на сжиженном природном газе. Криогенные системы питания» и ГОСТ Р 56217-2014 «Автомобильные транспортные средства, использующие газ в качестве моторного топлива. Общие технические требования к эксплуатации на сжиженном природном газе, техника безопасности и методы испытаний», а также СТО Газпром 2-3.6-701-2013 «Криогенные автомобильные газозаправочные станции. Общие технические требования»

В это же время во ВНИИГАЗе был разработан ГОСТ Р 56021-2014 «Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок. Технические условия», согласно которому было предложено производство трех марок СПГ с различным содержанием метана, углеводородов C₂₊, диоксида углерода. В марке А содержание метана – не ниже 99 %, содержание диоксида углерода, который может кристаллизироваться при низких температурах, – не выше 0,005 %. В СПГ марки Б содержание метана – не менее 80 %, содержание диоксида углерода – не более 0,015 %, а в СПГ сорта В метана должно содержаться не менее 75 % и диоксида углерода – не более 0,030 .

Технологии малотоннажного производства СПГ на объектах газотранспортной системы с целью использования СПГ в качестве моторного топлива разрабатываются ООО «Газпром ВНИИГАЗ» с 2004 г. Наиболее эффективной технологией малотоннажного производства СПГ является сжижение природного газа на газораспределительных станциях (ГРС) магистральных газопроводов. В этих случаях можно использовать перепад давления между магистральным и распределительным газопроводами и реализовать цикл внутреннего охлаждения, не требующего дополнительных затрат энергии на сжижение и использующего простое технологическое оборудование.

В 2015 г. во ВНИИГАЗе была разработана Программа развития малотоннажного производства и использования СПГ ПАО «Газпром», в рамках которой предполагается производить СПГ на ГРС на 48 установках по открытому циклу (без дополнительных затрат энергии) и на 52 установках с дополнительными затратами энергии, чтобы компенсировать сезонное изменение расходов газа через ГРС.

Другая особенность производства СПГ на ГРС – содержание в исходном газе высококипящих компонентов (бутан, пропан, этан). Как показано в работах ООО «Газпром ВНИИГАЗ», при содержании этих компонентов выше 2 %, возможна их конденсация при расширении в детандере. В связи с этим необходимо или повышать температуру газа перед детандером (что снижает производительность установки сжижения), или создавать детандер, работающий в области влажного пара (новое конструктивное решение), или заменить детандер более простым, но менее эффективным расширяющим устройством (например, вихревой трубой). В последнем случае в получаемом продукте содержание метана может быть менее 20 %, и его нельзя рассматривать как СПГ. Высокое содержание высококипящих компонентов, как правило, также отрицательно сказывается на качестве газомоторного топлива, и поэтому их содержание в СПГ ограничивается.

Одним из путей снижения содержания высококипящих компонентов в СПГ (или даже полностью исключить их) является использование низкотемпературной очистки газа в процессе его сжижения. Эта технология, предложенная в ООО «Газпром ВНИИГАЗ», предполагает использовать низкотемпературную ректификацию для получения чистого СПГ, при этом стоимость низкотемпературной системы очистки оказывается не выше традиционной системы, например адсорбционной. В результате исследований, проведенных во ВНИИГАЗе, предложено несколько технических решений по технологии низкотемпературной очистки, на которые были получены патенты.

Как указывалось выше, одной из проблем при производстве СПГ на ГРС является сезонное изменение расхода газа через ГРС. В частности, при снижении расхода газа в летний период падает или полностью прекращается производство СПГ по открытому детандерному циклу. Одним из путей решения является переход к внешним циклам охлаждения с использованием специальных хладагентов. Как правило, рассматривается или азотный детандерный цикл, или циклы с многокомпонентным рабочим телом. Эти циклы эффективны, если давление природного газа выше критического значения (выше 5 МПа), но на ГРС давление газа в магистральном газопроводе обычно ниже этой величины. Как показали работы ООО «Газпром ВНИИГАЗ», для этих условий эффективными являются двухкаскадные полукрытые циклы. При давлении магистрального газа 3,5 МПа удельные энергозатраты на сжижение газа составят 0,15–0,25 кВт·ч/кг СПГ против 0,4–0,5 кВт·ч/кг для внешнего азотного цикла в зависимости



Автопробег «Голубой коридор»,
2010 г.

от расхода газа через ГРС. Если эти установки использовать как автономные (100%-ное сжижение газа), то энергозатраты составят около 0,3–0,35 кВт·ч/кг СПГ, что для установок такой производительности является хорошим показателем. Преимуществом каскадных установок также является использование стандартного оборудования (винтовые компрессоры, пластинчатые теплообменники).

Проблемой при малотоннажном производстве и использовании СПГ являются вопросы пожаробезопасности. Поскольку СПГ хранится при повышенном давлении, то при проливе жидкости из-за процесса вскипания образуется большое количество холодных паров, плотность которых выше плотности воздуха, и поэтому они не всплывают, а растекаются по территории. При случайном воспламенении паров образуется «огненный шар» с высокой интенсивностью теплового излучения. Наиболее опасны проливы жидкости при разрушении резервуара или его коммуникаций. Чтобы ограничить последствия аварии при проливе жидкости, необходимо располагать емкостное оборудование с СПГ на достаточном удалении от населенных пунктов, организовывать ограждение резервуаров для исключения растекания жидкости, предусматривать орошение резервуаров для их охлаждения при огневом воздействии. Все эти вопросы отражены в ГОСТ Р 55892-2013 «Объекты малотоннажного производства и потребления СПГ. Общие технические требования» и СП (проект) «Объекты малотоннажного производства и потребления СПГ. Требования пожарной безопасности», которые ВНИИГАЗ разработал совместно с ФГБУ «ВНИИПО» в 2013–2017 гг.

В стандартах, в частности, приводятся расчетные значения противопожарных разрывов на объектах малотоннажного производства и использования СПГ, величины которых превышают принятые в мировой практике. Такое расхождение объясняется повышенными требованиями по безопасности, изложенными в федеральных законах РФ. В настоящее время в Центре разработаны предложения по конструкции двухболоочечных резервуаров, применение которых исключает пролив жидкости при аварии емкостного оборудования и позволяет уменьшить противопожарные разрывы, а также снизить стоимость противопожарных систем.

В области технико-экономических исследований

Наряду с прикладными исследованиями, касающимися применения КПП и СПГ, Центр использования газа в период 2002–2017 гг. выполнил ряд работ, связанных с технико-экономическими и экспертно-аналитическими аспектами научных исследований в области использования природного газа на транспорте.

В частности, в рамках выполнения поручения VI заседания Совместного координационного комитета по сотрудничеству между ПАО «Газпром» и КНГ «Петровьетнам», состоявшегося 03.10.2012 в г. Ханое, в 2012–2013 гг. проведен анализ нормативных документов в области использования газового моторного топлива в Социалистической Республике Вьетнам (СРВ), сформированы предложения по принципам участия с учетом особенностей действующей в СРВ нормативно-технической и нормативно-правовой базы и разработано технико-экономическое обоснование проекта «Производство и использование газа в качестве моторного топлива на территории Социалистической Республики Вьетнам».

В рамках мероприятий по обеспечению альтернативных маршрутов поставки природного газа в Калининградскую область с 2014 г. проводится работа по строительству в этом регионе терминала по приему и регазифика-

ции СПГ. По данной теме выполнен технико-экономический анализ вариантов производства сжиженного природного газа на компрессорной станции «Портовая» и его последующей доставки морским или сухопутным транспортом на приемный терминал в Калининградскую область.

Для определения перспектив развития и синхронизации деятельности участников процесса развития использования газомоторного топлива Центром разработаны программные документы: Схема развития сети АГНКС Московской области на период 2000–2005 гг.; Целевая комплексная программа развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе, на период 2008–2015 гг.; Программа реконструкции и технического перевооружения объектов газомоторного бизнеса на период 2010–2015 гг.

В 2010–2017 гг. также были разработаны и утверждены следующие программные документы:

- Программа производства и применения природного газа в качестве моторного топлива в городах Надым и Новый Уренгой;
- Программа по внедрению турбодетандерных установок на ГРС для получения сжиженного природного газа и для выработки электроэнергии;
- Программа развития малотоннажного производства СПГ на ГРС в качестве его использования как газомоторного топлива для автотранспорта, сельскохозяйственной, специальной, дорожно-строительной и грузоподъемной техники, а также на железнодорожном и речном транспорте;
- Пилотная программа по малотоннажному производству СПГ на ГРС и АГНКС и его реализации в Свердловской, Челябинской, Курганской, Оренбургской областях и др.;
- Программа малотоннажного производства и использования СПГ.

С целью выполнения экспертно-аналитических работ Центр на постоянной основе ведет информационную базу данных по производственным показателям и техническому состоянию автомобильных газонаполнительных компрессорных станций ПАО «Газпром». Собранные формы статистической отчетности проходят очистку и верификацию с использованием разработанных Центром алгоритмов. Применение данных алгоритмов позволяет найти несоответствия в отчетных формах с учетом технического состояния объекта, его загрузки и ретроспективных данных по объекту. В результате в Центре имеется актуальная и ретроспективная информация о техническом состоянии, уровне фактической и проектной производительности объектов, фактической загрузке и рентабельности производства газомоторного топлива.

Наряду с производственной деятельностью Центр ведет активную научную и образовательную работу по подготовке молодых



научных кадров. За период 2012–2017 гг. сотрудниками оформлено и получено более 12 патентов на изобретения и полезные модели в области использования природного газа в качестве газомоторного топлива, написано и опубликовано в журналах из списка ВАК более 70 научных статей, выпущен ряд монографий.

Совместно со специалистами Центра с января 2008 г. издается международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе», зарегистрированный в Федеральной службе по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия (Свидетельство о регистрации ПИ от 31 октября 2007 г. № ФС77-30114) и входящий в перечень ВАК. Учредителем и издателем журнала является Ассоциация организаций в области газомоторного топлива «Национальная газомоторная ассоциация» (АОГМТ «НГА»). В журнале публикуются научно-технические материалы и результаты исследований известных российских и зарубежных ученых, практиков, политиков и экономистов по технологическим, правовым, экономическим, экологическим, строительным, эксплуатационным, маркетинговым и прочим аспектам производства и использования альтернативных видов моторного топлива. За время совместной работы в журнале было опубликовано более 50 статей специалистов Центра и проведена экспертиза научной значимости и актуальности более 450 материалов внешних авторов, аспирантов и соискателей.



**УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ –
ВЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ**

С.И. Долгов

Двадцатый век – век бурного развития техносферы. Стремясь сделать жизнь людей более легкой и безопасной, физики открывали доступ к новым видам энергии, инженеры проектировали все более сложные и мощные машины и механизмы, химики создавали новые полимерные материалы. Научно-технический прогресс действительно избавил человечество от многих опасностей, которые на протяжении веков несли людям страдания, боль и смерть. Однако ряд крупных техногенных катастроф, которые происходили в разных странах во второй половине XX в., показал, что научно-технический прогресс не сделал жизнь людей безопасней. Избавив человечество от опасностей, сопровождавших его веками, техносфера не только породила новые, еще более грозные и губительные опасности, но многократно увеличила возможное число человеческих жертв и масштабы разрушительных воздействий. Поиски методов и средств защиты от новых угроз привели мировое научное сообщество к пониманию того, что техносферу невозможно сделать абсолютно безопасной. Однако можно заранее выявить потенциальные опасности, исследовать возможные механизмы и процессы, приводящие к реализации этих потенциальных опасностей, и заблаговременными действиями либо предотвратить опасное развитие событий, либо, насколько возможно, смягчить их фатальные последствия. Такой подход к обеспечению безопасности техносферы фактически представляет собой управление риском реализации техногенных аварий и катастроф. В нашу страну понимание необходимости управления риском пришло после Чернобыльской катастрофы. В 1990-х гг. в России были проведены первые исследования в области управления риском и первые оценки риска для предприятий, представляющих техногенную угрозу. В конце 1990-х гг. методология управления риском стала постепенно внедряться на потенциально опасных объектах России.

Объекты ПАО «Газпром» в подавляющем большинстве являются потенциально опасными, так как природный газ – основной предмет труда на объектах Общества – является взрывопожароопасным веществом; технологическое оборудование, обеспечивающее добычу, переработку, транспортировку, хранение и распределение природного газа, работает под давлением, превышающим 2,8 МПа; в производственных процессах используются химически опасные реагенты, и даже флюид, извлекаемый из недр некоторых газоконденсатных месторождений, является аварийно химически опасным веществом, поскольку имеет в своем составе до 25 % сероводорода. В силу этого вопросы управления техногенным риском для ПАО «Газпром» представляют особый интерес и всегда актуальны.

С целью обеспечения безопасности потенциально опасных промышленных объектов в начале 2000-х гг. на федеральном уровне был разработан и принят ряд документов, регламентирующих деятельность таких объектов. В частности, потенциально опасным объектам предписывалось иметь декларацию промышленной безопасности, один из разделов которой должен содержать оценку риска. Существовавшие в тот период методики оценки риска носили общий характер и не позволяли учитывать особенности объектов системы газоснабжения. Было очевидно, что для управления риском объектов нефтегазового профиля необходимы разработка нестандартных научных подходов и создание специальной методологии, позволяющей учесть особенности функционирования Единой системы газоснабжения (ЕСГ) России и входящих в нее объектов.

В связи с этим в 2005 г. по инициативе заместителя Генерального директора ООО «ВНИИГАЗ» В.С. Сафонова было принято решение о создании во ВНИИГАЗе – головном институте ОАО «Газпром» по разработке инновацион-

ных технологий – Центра управления системными рисками и устойчивостью ЕСГ России.

Центр создавался на базе тех научных подразделений ВНИИГАЗа, тематика которых была близка новому комплексному направлению научных исследований.

Исследования в области повышения устойчивости функционирования ЕСГ страны проводились во ВНИИГАЗе с 1979 г. Но эти исследования касались только повышения устойчивости функционирования ЕСГ в военное время. Данные работы были организованы во исполнение постановления Правительства СССР, в соответствии с которым более 140 министерств и ведомств стратегически важных отраслей были включены в работы по повышению устойчивости функционирования народного хозяйства СССР в военное время. Во ВНИИГАЗе была организована специальная лаборатория (лаборатория № 1), которая занималась исследованиями в указанной области в части объектов газовой промышленности и системы газоснабжения СССР в целом. Руководителем этой лаборатории был назначен Петр Андреевич Петров. В лаборатории проводились исследования по оценке устойчивости объектов системы газоснабжения к воздействию поражающих факторов современных видов вооружений, разрабатывались методики по оценке возможных зон поражения при разрушении оборудования на объектах газовой промышленности, изучалось влияние на производственные возможности объектов газоснабжения устойчивости межотраслевых связей и систем управления. Особое внимание уделялось рассмотрению влияния системных свойств ЕСГ СССР на устойчивость функционирования данной системы в военное время.

1970–1980-е гг. – время активного освоения природных богатств Западной Сибири. На севере Тюменской области ускоренными темпами вовлекались в разработку месторождения углеводородного топлива, уникальные по своим запасам. Однако природные кладовые голубого топлива находились в малообжитых районах на удалении более 2 тыс. км от основных потребителей этого топлива. Потребители ждали природный газ в европейской части страны и на Урале, и чтобы оправдать эти ожидания началось строительство уникальной газотранспортной системы. Из северных районов Тюменской области в европейскую часть страны и на Урал потянулись нитки газопроводов больших диаметров, по которым под большим давлением непрерывно перекачивались колоссальные объемы природного газа. Нитки газопроводов объединялись в многониточные газотранспортные коридоры, между которыми устанавливалась газодинамическая связь посредством крупных газотранспортных перемычек. Так началось формирование Единой системы газоснабжения СССР – уникальной организационно-технической системы, не имеющей аналогов в мире. Эта система охватывала значительную часть Западной Сибири, Урал, Среднеазиатский и Северокавказский регионы страны, а также практически всю Европейскую часть СССР, за исключением северных районов Северо-Западного региона. ЕСГ объединяла в единый комплекс объекты добычи, переработки, подземного хранения, газопроводного транспорта и потребления газа. Все эти объекты, рассредоточенные по территории практически всей страны, работали в едином непрерывном и неразрывном газодинамическом режиме под единым централизованным управлением.

При создании и организации функционирования этой единственной в своем роде системы возникало множество проблем, для решения которых требовалось проведение глубоких и всесторонних научных исследований. Их осуществление было возложено на ВНИИГАЗ. Одним из важных направлений проводимых исследований являлась разработка потоковых моделей

ЕСГ СССР. Модели активно применялись для решения задач обеспечения надежного функционирования и эффективного развития данной системы. У истоков создания потоковых моделей стояла группа молодых талантливых ученых, выпускников механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, в группу входили такие ученые, как М.Г. Сухарев и Е.Р. Ставровский. Защитив в дальнейшем кандидатские и докторские диссертации и получив профессорские звания, они по праву заняли место ведущих специалистов страны в области исследования больших систем энергетики. Позднее к разработке потоковых моделей ЕСГ СССР подключился их однокурсник – А.П. Меренков, который по специальному приглашению перешел на работу во ВНИИГАЗ из Сибирского энергетического института СО РАН СССР.

Используя опыт этих специалистов, в лаборатории № 1 велась разработка специальных потоковых моделей, с помощью которых осуществлялось выявление критически важных объектов ЕСГ и участков газотранспортной системы, полное или частичное разрушение которых могло привести к резкому снижению поставок газа потребителям и даже расчленению ЕСГ на локальные автономно функционирующие подсистемы. Эти модели использовались для разработки мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования ЕСГ СССР в военное время. В частности, с помощью этих моделей осуществлялось обоснование объемов неснижаемых резервов газа в ПХГ, позволяющих при кратковременном расчленении ЕСГ обеспечить автономное функционирование изолированных подсистем на период восстановления целостности системы. Как продолжение этой тематики в рамках совместных работ с Сибирским энергетическим институтом СО РАН СССР была разработана вычислительная система «Газель» для исследования влияния устойчивости функционирования газовой отрасли на устойчивость функционирования топливно-энергетического комплекса в военное время.

В начале 1990-х гг. сфера научно-практической деятельности лаборатории № 1 расширилась. В 1992 г. в России была создана единая российская система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (РСЧС). Эта система имела иерархическую структуру и должна была включать территориальные и отраслевые подсистемы. Учитывая это, научный коллектив лаборатории № 1 инициативным порядком в 1993 г. осуществил разработку концептуальной модели отраслевой подсистемы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях РАО «Газпром» («Газ ЧС»). В соответствии с этой концептуальной моделью, утвержденной в РАО «Газпром», в Обществе была создана система «Газ ЧС». При этом лаборатория № 1 обеспечила создание нормативной правовой базы этой системы, сформировала информационную базу, обеспечив формализацию, сбор, обработку и систематизацию данных, а также разработала автоматизированный справочно-информационный комплекс АСК «Газ ЧС», предназначенный для информационно-справочной и аналитической поддержки работы Ситуационного центра Председателя Правления РАО «Газпром». Ситуационный центр, сформированный на базе одного из подразделений организации «Информгаз», согласно положению о системе «Газ ЧС» выполнял функции рабочего органа Комиссии по ЧС РАО «Газпром», являясь, по существу, главным рабочим органом данной системы.

АСК «Газ ЧС» стал инновационной разработкой. Основу комплекса составляла специально разработанная авторская геоинформационная система. Необходимость ее создания была обусловлена тем, что имевшиеся на тот период зарубежные разработки не могли обеспечить работу с большими

объемами геоинформационных данных, адекватно отражающих объекты масштаба ЕСГ России. Поэтому в лаборатории № 1 была разработана собственная авторская геоинформационная система. Она позволяла на картографической основе с конкретной географической привязкой объектов РАО «Газпром» отображать на разных тематических слоях информацию, относящуюся к сфере деятельности «Газ ЧС». В дальнейшем по мере развития геоинформационных технологий, средств вычислительной техники и электронной картографии информационная база была переведена на полнофункциональную ГИС-платформу Esri. В проведении работ по переводу АСК «Газ ЧС» на ГИС-платформу Esri принимала активное участие лаборатория геоинформационных технологий ВНИИГАЗа. Эта лаборатория еще в середине 1990-х гг. начала активное использование программных продуктов фирмы Esri при разработке системы СИС-Ямал. По завершении указанного проекта лаборатория геоинформационных технологий полностью сосредоточила все силы на совершенствовании и развитии АСК «Газ ЧС». Тесное творческое сотрудничество с лабораторией № 1 обусловило необходимость включения лаборатории геоинформационных технологий в состав Центра управления системными рисками и устойчивости ЕСГ России.

Помимо разработки собственной геоинформационной системы в процессе создания АСК «Газ ЧС» в лаборатории № 1 были выполнены и другие инновационные разработки. Так, в 1995 г. был разработан и внедрен на предприятиях ОАО «Газпром» первый в отрасли паспорт технологической безопасности промышленного объекта, создана привязанная к картографической основе ретроспективная база данных по авариям, имевшим место на объектах газовой промышленности СССР, включающая и электронную базу актов расследования аварий. Была разработана методология проведения с использованием ГИС-технологий пространственно-временного анализа факторов природного, техногенного и антропогенного характера, влияющих на безопасное функционирование объектов ЕСГ России. Специалистами лаборатории в соавторстве с ведущим ученым ВНИИГАЗа, д.т.н. Е.В. Шеберстовым при участии организации «Системпром» был разработан экспериментальный вариант системы поддержки принятия решений при глушении газовых фонтанов на скважинах.

Для повышения эффективности проведения в ОАО «Газпром» работ по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций различного характера, включая и военное время, в 2003 г. по инициативе специалистов лаборатории № 1 ВНИИГАЗа при активной поддержке Управления специальных программ ОАО «Газпром» была разработана и утверждена Правлением Общества концепция создания корпоративной системы гражданской защиты (КСГЗ) ОАО «Газпром», согласно которой на основе систем «Газ ЧС» и корпоративной системы гражданской обороны создавалась



интегрированная корпоративная система гражданской защиты. Интеграция систем имела целью разработку и проведение единой технической, кадровой и финансовой политики в вопросах защиты производственного персонала и имущественного комплекса ОАО «Газпром» от опасностей и угроз различного характера, включая и угрозы, связанные с ведением военных действий. При этом были четко разграничены функции каждой из систем. На систему ГО было возложено решение вопросов защиты персонала от поражающих факторов и подготовки объектов к устойчивому функционированию в военное время, а на систему «Газ ЧС» – вопросы мониторинга, прогнозирования и ликвидации последствий ЧС в мирное время.

Создание КСГЗ ОАО «Газпром» позволило в рамках единого управления обеспечить скоординированность и согласованность действий интегрируемых систем, избежать дублирования в вопросах создания корпоративных сил и средств, организации оповещения, связи и управления, сформировать единое нормативно-правовое, методическое и информационное поле для эффективной защиты персонала, имущественного комплекса, информационных ресурсов и материальных ценностей от широкого спектра опасностей и угроз, включая военные угрозы, и получить определенную экономию средств, направляемых на обеспечение функционирования каждой системы.

КСГЗ создавалась как многоуровневая иерархическая структура, охватывавшая все дочерние общества и организации ПАО «Газпром», а также их филиалы. Лаборатория № 1 являлась одним из элементов этой системы, находящихся на верхнем уровне управления и выполняющих функции научно-методического центра данной системы. Согласно Положению о КСГЗ ОАО «Газпром», утвержденному Председателем Правления Общества, на лабораторию № 1 ВНИИГАЗа были возложены обязанности по методологическому, методическому, информационному, программному и аналитическому обеспечению работы всех входящих в КСГЗ элементов и звеньев.

При включении в 2005 г. в состав Центра управления системными рисками и устойчивостью ЕСГ лаборатория № 1 получила новое наименование, но при этом основное направление ее деятельности осталось неизменным. Лаборатория продолжает осуществлять научно-информационное сопровождение деятельности КСГЗ, уделяя особое внимание информационно-аналитической поддержке работе Управления, которое в администрации ПАО «Газпром» занимается вопросами повышения устойчивости функционирования Общества в чрезвычайных ситуациях природного, техногенного и военного характера. Используя предыдущий опыт разработки потоковых моделей ЕСГ для исследования устойчивости функционирования системы в условиях деструктивного воздействия на ее объекты, в лаборатории продолжают работы в данном направлении. В рамках этих работ по заданию Заместителя Председателя Правления Общества создана квазидинамическая потоковая модель функционирования в чрезвычайных и кризисных ситуациях ЕСГ России, а также модели национальных систем газоснабжения стран-транзитеров российского газа. Отличительной особенностью этих моделей является то, что они позволяют оценивать возможную динамику в почасовых и суточных разрезах изменения потоков газа, запасов газа на участках ГТС, объемов транзитных поставок газа, а также поставок газа потребителям стран-транзитеров. Существует также возможность оценивать в регионально-отраслевом разрезе состояние потребителей газа в странах-транзитерах при изменении объемов экспортных поставок газа из России. Так как данные модели создавались для поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях, они имеют важное отличие от моделей, используемых в штатных режимах функционирования системы.

Благодаря имитационному подходу была реализована высокая скорость расчетов и обеспечена устойчивость расчетного алгоритма к неполным и некорректным исходным данным. Разработанные модели прошли успешную апробацию при подготовке управленческих решений в ряде реальных кризисных ситуаций, в том числе связанных с кратковременным (на 13 суток) полным прекращением поставок газа на территорию Украины, включая и транзитные поставки газа для стран Восточной и Центральной Европы.

Для лиц, принимающих решения в кризисных ситуациях, представляет интерес и упрощенная потоково-балансовая статическая модель газоснабжения европейских стран – импортеров российского газа. Модель позволяет оценивать возможный дефицит газа в отдельных странах Европы с учетом возможности его компенсации за счет ПХГ, спотовых поставок и замещения газа резервным топливом на объектах электрогенерации. Опыт, приобретенный при создании и организации функционирования КСГЗ, а также накопленные компетенции в области проведения системных исследований, оказались весьма полезными для решения задач управления системными рисками.

Полезными для решения этих задач оказались и компетенции лаборатории анализа риска и нормативно-методического обеспечения декларирования промышленной безопасности, которая также вошла в состав Центра управления системными рисками и устойчивостью ЕСГ России. Изначально эта лаборатория осуществляла разработку технологий охлаждения и трубопроводного транспорта газа и газового конденсата. Ею руководил профессор, д.т.н. Г.Э. Одишария. В начале 1990-х гг. эта лаборатория совместно со специалистами МГУ им. М.В. Ломоносова начала проведение работ в области риск-анализа применительно к опасным производственным объектам газовой промышленности. Используя зарубежные математические модели по расчету поражающих факторов и оценке последствий аварий, а также собственные модели и компьютерные программы по расчету сложных многомерных физических процессов при авариях на объектах нефтегазового комплекса,



в лаборатории были предприняты попытки проведения анализа риска для Оренбургского газоперерабатывающего завода. Предварительно был проведен значительный объем работ по сбору, обобщению и систематизации необходимых исходных данных. Попытка оказалась успешной. Для Оренбургского газоперерабатывающего завода была проведена идентификация источников опасности, разработаны сценарии гипотетических аварий, осуществлено моделирование возможного развития аварийных процессов и рассчитаны показатели риска. Опыт, полученный коллективом лаборатории, в дальнейшем был использован при проведении анализа риска Астраханского газоконденсатного комплекса, промысловых объектов Бованенковского газоконденсатного месторождения; магистрального продуктопровода Миннибаево – Казань, морского экспортного терминала по отгрузке сжиженных углеводородных газов и нефтепродуктов в районе мыса Харасавэй на п-ове Ямал, морских терминалов по отгрузке углеводородного сырья на Чёрном и Балтийском морях, подводного перехода через Чёрное море магистрального газопровода Россия – Турция, завода по производству СПГ и морского терминала по отгрузке СПГ в заливе Де Кастри на о. Сахалин. Учитывая компетенции, накопленные ВНИИГАЗом в ходе проведения риск-анализа нефтегазовых объектов, приказом по ОАО «Газпром» ВНИИГАЗ был назначен головной организацией по научному и нормативно-методическому обеспечению декларирования промышленной безопасности опасных производственных объектов Общества. В последующие годы институт получил статус компании, аккредитованной в государственной Системе экспертизы промышленной безопасности. Так как основными исполнителями работ по данной тематике в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» являлись специалисты лаборатории технологий охлаждения и трубопроводного транспорта газа и газового конденсата, то во исполнение вышеуказанного приказа данная лаборатория была полностью переориентирована на разработку нормативно-методического обеспечения декларирования промышленной безопасности и анализ риска. В лаборатории были разработаны Положение о декларировании промышленной безопасности опасных производственных объектов ОАО «Газпром», Регламент по подготовке информационных материалов для деклараций промышленной безопасности газотранспортных предприятий ОАО «Газпром», Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром» и ряд других нормативных документов. Кроме того, в конце 1990-х – начале 2000-х гг. лаборатория осуществила большой комплекс работ по декларированию промышленной безопасности опасных производственных объектов 14 газотранспортных и газодобывающих дочерних обществ ОАО «Газпром».

Лаборатория по-прежнему остается основным разработчиком научно-методической и нормативно-методической базы анализа техногенных рисков, декларирования и экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов в Обществе. Данное направление работ нашло дальнейшее развитие при создании системы управления техническим состоянием газотранспортной системы ПАО «Газпром».

Объединение в рамках одного Центра специалистов, занимающихся с системных позиций вопросами обеспечения устойчивого функционирования ЕСГ в чрезвычайных ситуациях и вопросами промышленной безопасности объектов ПАО «Газпром», позволило по-новому взглянуть на проблему управления корпоративными технологическими рисками.

В настоящее время управление перспективным развитием Компании осуществляется на основе большого количества целевых программ. Особенностью

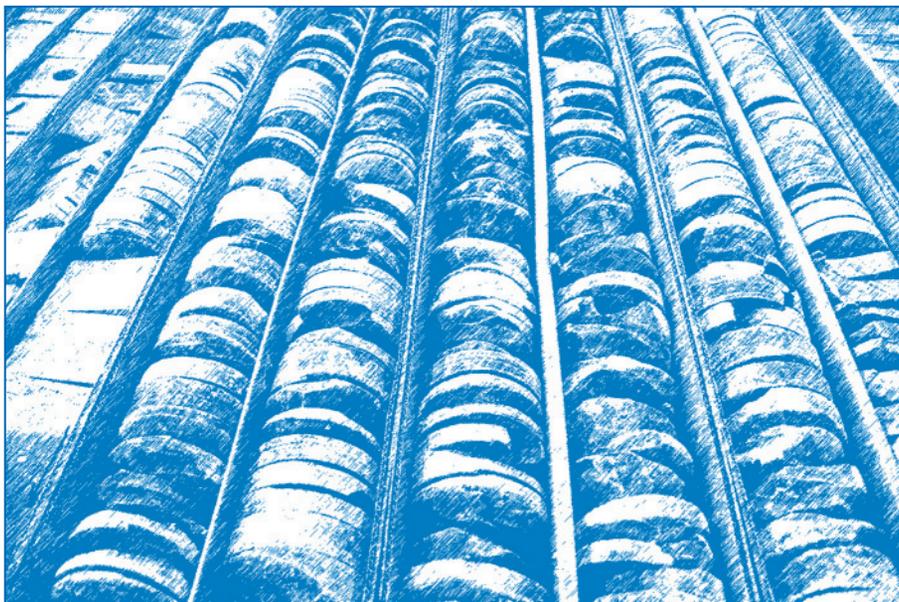
этих программ является их узкая функциональная направленность. Как правило, эти программы разрабатываются и реализуются только одним из структурных подразделений администрации. Сроки выполнения, целевые показатели и результаты работ отдельных программ не увязаны между собой. Кроме того за редким исключением имеет место недофинансирование программ, вследствие чего не достигаются поставленные цели, и происходит потеря их стратегической значимости. Это порождает для ПАО «Газпром» качественно новые системные риски. Мировая практика имеет опыт оценки системных рисков в финансово-экономической сфере, в том числе и в нефтегазовом секторе. Однако практически не изучены вопросы системных рисков в производственно-технологической области, особенно для таких уникальных организационно-технических систем, какой является ЕСГ России. Отсутствие методического аппарата и соответствующего инструментария для выявления и оценки системных рисков в производственно-технологической области не позволяет заблаговременно обеспечить выработку долгосрочной стратегии и эффективной тактики по смягчению последствий этих рисков, а, возможно, и их устранению. В условиях возникновения новых геополитических проблем, обострения корпоративной борьбы на внутреннем рынке, введения ограничений на использование зарубежных технологий, сокращения материально-технических и финансовых ресурсов появляются новые риски, которые в комплексе с производственно-технологическими способны негативно повлиять на достижение генеральных целей ПАО «Газпром». В этой ситуации основные перспективные направления работы Центра планируется направить на создание методических основ, информационного и математического обеспечения для выявления взаимосвязей базовых рисков, идентификации и оценки системных рисков. Кроме того Центр планирует осуществлять накопление и распространение опыта по внедрению процессов оценки базовых рисков, уделяя особое внимание вопросам взаимодействия с основными производственными департаментами ПАО «Газпром».



Для решения актуальных задач управления рисками Центр располагает пятью лабораториями, высококвалифицированным кадровым составом численностью 25 человек, том числе 3 доктора и 9 кандидатов наук, обладающих необходимыми компетенциями.

Центр владеет обширной информационной базой, отражающей различные аспекты жизнедеятельности ЕСГ, в том числе связанные с наличием опасностей и угроз, порождающих различные риски для устойчивого ее функционирования и развития. В арсенале Центра имеются комплексы программно-вычислительных модулей, картографических, потоковых и балансовых моделей. Все это позволяет расширять и углублять исследования в области управления технологическими рисками. В числе перспективных направлений в Центре ведется работа:

- по изучению технологических рисков ЕСГ, связанных с развитием внутреннего рынка газа, появлением новых экспортных направлений и регионов газодобычи;
- обоснованию необходимости использования дополнительных технических средств для регулирования краткосрочной неравномерности потребления газа;
- разработке подсистемы иерархического контроля за состоянием промышленной безопасности на объектах ГТС.



**КОРПОРАТИВНАЯ СИСТЕМА РАБОТ
С КЕРНОВЫМ МАТЕРИАЛОМ И ПРОБАМИ
ПЛАСТОВЫХ ФЛЮИДОВ В ПАО «ГАЗПРОМ»**

Б.А. Григорьев, А.Е. Рыжов, З.П. Складорова

Важность исследований кернового материала и проб пластовых флюидов – первоисточников прямой, первичной, наиболее достоверной геологической информации о недрах – для развития нефтегазовой промышленности и воспроизводства минерально-сырьевой базы (МСБ) углеводородов (УВ) трудно переоценить. Исследования кернового материала и пластовых флюидов и нефтегазовых пластовых систем нацелены на повышение достоверности оценки запасов, эффективности геологоразведочных работ и разработки месторождений, эксплуатации подземных хранилищ газа; развитие технологий поиска и разведки месторождений, включая освоение нетрадиционных ресурсов, технологий извлечения углеводородов; обеспечивают информационную поддержку принятия управленческих решений в области недропользования.

Исследования керна и флюидов являются основой обоснования петрофизических моделей для интерпретации геофизических исследований, подсчета запасов УВ, подготовки геологических моделей в проектах разработки месторождений углеводородов, исследований влияния буровых растворов и технологических жидкостей на фильтрационно-емкостные свойства продуктивных отложений и дебиты эксплуатационных скважин, изучения газоконденсатной характеристики и динамики ее изменения в процессе разработки, исследований компонентно-фракционных составов пластовых флюидов, фазового поведения пластовых систем и их математического моделирования. Такие исследования проводятся как на разрабатываемых месторождениях, так и на месторождениях в стадии разведки.

В последнее десятилетие руководством страны проводится активная политика в области повышения эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ, восполнения и рационального использования минерально-сырьевой базы. В этом направлении разработан ряд документов и проведены мероприятия, в частности:

- создана Правительственная комиссия по вопросам топливно-энергетического комплекса, воспроизводства минерально-сырьевой базы и повышения энергетической эффективности экономики (комиссия при Правительстве РФ по проблемам ТЭК) – постановление Правительства РФ от 25.08.2008 № 1261-р;
- проведено совещание в ГКЗ РФ под председательством премьер-министра РФ В.В. Путина по вопросу «О совершенствовании системы мониторинга и управления запасами полезных ископаемых и комплексного освоения нефтегазовых провинций» (16.07.2009);
- издано постановление Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р об утверждении Энергетической стратегии России на период до 2030 г.;
- проведено совещание в Администрации Президента РФ 25.12.2009, посвященное совершенствованию правовой базы в недропользовании;
- проведено совещание Президента РФ в г. Омске 12.02.2010 по вопросам итогов работы топливно-энергетического комплекса и мерам по усилению государственного контроля за перемещением жидких углеводородов на территории РФ (перечень поручений по итогам совещания и разъяснения к ним);
- Президент РФ Д.А. Медведев посетил Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана и кернохранилище в г. Ханты-Мансийске (июнь 2008 г.);
- Председатель Правительства РФ В.В. Путин посетил кернохранилище и лабораторный корпус Тюменского нефтяного научного центра ТНК-ВР в г. Тюмени (февраль 2010 г.);

- Председатель Правительства РФ В.В. Путин посетил головной научно-исследовательский институт ПАО «Газпром» – ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (август 2010 г.);

- в соответствии с поручением Председателя Правительства РФ В.В. Путина о подготовке предложений по созданию централизованной вертикально интегрированной системы управления запасами полезных ископаемых с целью достижения максимальной эффективности комплексного освоения недр (протокол от 16.06.2009 № ВП-П9-19 пр) Правительственной комиссией по вопросам ТЭК, воспроизводства минерально-сырьевой базы и повышения энергетической эффективности экономики инициирована разработка схемы получения и аккумуляции геолого-технологической информации для наполнения системы управления запасами углеводородов;

- разработана Стратегия развития геологической отрасли Российской Федерации на период до 2030 г. (утв. постановлением Правительства РФ от 21.06.2010 № 1039-р, [1]).

В Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» были внесены существенные изменения и дополнения в области лицензирования участков недр [2]:

- в 2007 г. увеличен срок предоставления для геологического изучения участков недр внутренних морских вод, территориального моря и континентального шельфа с 5 до 10 лет;

- в 2013 и 2017 гг. внесены поправки, продлевающие сроки геологического изучения для участков недр, расположенных в районах со сложными климатическими и горно-геологическими условиями, до 7 лет.

В последние годы все больше внимания уделяется вопросу хранения первичной геологической информации о недрах и носителей этой информации для информационно-аналитического обеспечения геологической и нефтегазовой отрасли. В фондах геологической информации ведется работа по оцифровке архивных материалов, созданию электронных ресурсов и баз данных. В нефтегазодобывающих, научно-производственных, сервисных компаниях создаются свои корпоративные или локальные электронные базы данных, архивы геолого-геофизической информации, разрабатываются и внедряются различные информационные системы хранения и управления данными.

Кроме этого активно создаются и развиваются центры исследования кернового материала и пластовых флюидов месторождений нефти и газа, современные кернохранилища, в ряде которых внедрены информационные системы сбора и хранения данных; создаются библиотеки цифрового керна (базы данных изображений, в том числе 3D-изображений, полученных с помощью компьютерной томографии). Керн и пробы пластовых флюидов являются уникальным первоисточником геологической информации об условиях осадконакопления и формирования залежей УВ, вещественном составе и свойствах горных пород, наличии в них УВ. Отбираемые из скважин образцы керна и пробы флюидов остаются наиболее достоверным первичным фактическим материалом, характеризующим разрез вскрытых отложений, и используются для определения относительного возраста, состава, петрографических, физико-химических и других характеристик пород на всех этапах освоения месторождений. При соблюдении условий хранения керна он десятилетиями остается пригодным для выполнения дополнительных, возвратных и уточняющих исследований, мониторинга изменения свойств пород в процессе их длительного хранения. Сохранение проб пластовых флюидов длительное время также возможно при соблюдении жестких требований к отбору, условиям транспортировки и хранения.

Изменения и дополнения к Закону РФ «О недрах» [2], принятые в последние годы, касаются в том числе хранения первичной геологической информации о недрах. С 1 января 2016 г. (с вступлением в силу ФЗ от 29.06.2015 № 205 «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О недрах» и отдельные законодательные акты Российской Федерации») повышена ответственность недропользователей по хранению керна и проб флюидов, вводится обязанность обеспечить сохранность образцов горных пород, керна, пластовых жидкостей, флюидов и иных материальных носителей первичной геологической информации до их передачи в государственные специализированные хранилища.

Для введения в действие всех норм, установленных Законом № 205-ФЗ, были приняты ряд подзаконных актов, утверждающих порядок ввода в действие его требований.

Постановление Правительства РФ от 02.06.2016 № 492 года определяет процедурные вопросы использования геологической информации о недрах, владельцем которой является Российская Федерация, и порядок направления заявки на ее предоставление.

Постановление Правительства РФ от 30.01.2016 № 48 о федеральной государственной информационной системе «Единый фонд геологической информации о недрах» устанавливает состав геологической информации о недрах, представляемой ее владельцами в информационную систему, порядок создания и эксплуатации информационной системы, информационного взаимодействия оператора информационной системы (Роснедра) с владельцами информации и ее пользователями, обеспечения доступа к информации, взаимодействия информационной системы с другими государственными информационными системами.

Приказ Минприроды России от 29.02.2016 № 58 утверждает Порядок представления образцов горных пород, керна, пластовых жидкостей, флюидов и иных материальных носителей первичной геологической информации о недрах в государственные специализированные хранилища, их хранения, обработки и описания.

Приказ Минприроды России от 11.11.2016 № 586 утверждает Порядок принятия на временное хранение образцов горных пород, керна, пластовых жидкостей, флюидов и иных материальных носителей первичной геологической информации о недрах фондами геологической информации субъектов Российской Федерации, органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, организациями, находящимися в ведении указанных органов государственной власти, а также пользователями недр, у которых имеются специализированные хранилища.

Стратегия развития геологической отрасли Российской Федерации до 2030 г., утвержденная постановлением Правительства РФ от 21.06.2010 № 1039-р, совершенно отчетливо указала на необходимость учитывать тенденции изменения в сфере геологического изучения недр, структуры минерально-сырьевой базы [1].

Основные тенденции изменения структуры минерально-сырьевой базы газовой промышленности связаны с истощением запасов месторождений основных традиционных газодобывающих районов и освоением новых центров газодобычи на п-ове Ямал, континентальном шельфе, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке – удаленных и малоизученных регионах с ограниченной инфраструктурой.

Отмечается расширение географии геологоразведочных работ (ГРР) и их масштаба, увеличение глубин залегания целевых горизонтов, уменьшение запасов открываемых месторождений, увеличение выработанности запасов в традиционных районах газодобычи, увеличение доли трудноизвлекаемых запасов, многокомпонентность состава УВ флюидов. Условия освоения углеводородных ресурсов усложняются с вовлечением в разведку и разработку месторождений со сложными горно-геологическими условиями и удалением от газотранспортной инфраструктуры, залежей с ухудшенными фильтрационными свойствами коллекторов, с жесткими термобарическими пластовыми условиями, со сложным фазовым состоянием пластовых флюидов.

Истощение запасов природного газа в действующих центрах газодобычи на месторождениях в поздней стадии добычи ставит задачу выработки трудноизвлекаемых запасов низконапорного газа, остающегося в недрах после истечения экономически целесообразного срока разработки, ввода в промышленную разработку углеводородного потенциала ачимовских залежей, доразведки и освоения надсенноманских и юрских залежей.

Перечисленные факторы изменения структуры МСБ повышают требования к полноте и достоверности параметров пластовых систем – исходной геологической информации для составления проектов ГРР, оценки запасов, проектирования и эффективной реализации разработки месторождений. Усложнение структуры сырьевой базы расширяет комплекс исследований ядра и пластовых флюидов, возникает необходимость в получении все более детальной информации о процессах, происходящих в пластовых системах, в разработке новых подходов и методов исследований, пробоподготовки, новых технических решений, требуется совершенствование нормативно-методической базы для обеспечения экспериментально-аналитических работ в области исследований ядра и пластовых флюидов, газогидродинамических, газоконденсатных исследований скважин [3].

В ПАО «Газпром» комплексными программами повышения эффективности разработки месторождений на периоды 2008–2010 и 2011–2015 гг. (в настоящее время проводится актуализация на период 2018–2022 гг.) были предусмотрены мероприятия, направленные на совершенствование организации экспериментальных и аналитических исследований горных пород и пластовых углеводородов, а именно: создание в составе ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Корпоративного центра исследования пластовых систем (ядро и флюиды), Ухтинского отдела Корпоративного центра, Корпоративного и региональных ядерохранилищ, перевалочных ядерохранилищ предприятиями-недропользователями, отработка системы функциональных взаимодействий между организациями центрального и регионального уровней: недропользователями, региональными научно-исследовательскими центрами, Корпоративным центром и Администрацией ПАО «Газпром», и ряд других мероприятий.

Реализация этих мероприятий позволила сформировать в Обществе вертикально структурированную Корпоративную систему по работе с ядерным материалом и пробами пластовых флюидов.

Целями формирования в ПАО «Газпром» Корпоративной системы являются:

- повышение обоснованности подсчета запасов углеводородов и проектных решений по разработке месторождений и эксплуатации ПХГ за счет использования достоверной, систематизированной геологической информации и координации деятельности дочерних обществ в сфере отбора, обработки, исследований и хранения ядерного материала и проб пластовых флюидов;



Открытие Корпоративного кернохранилища (2009 г.).

На переднем плане справа налево: начальник Департамента стратегического развития ОАО «Газпром» В.В. Русакова, заместитель начальника Департамента добычи газа, газового конденсата, нефти ОАО «Газпром» Н.А. Гафаров, Генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Р.О. Самсонов

- обеспечение централизованного кондиционного хранения в Корпоративном кернохранилище и систематического изучения эталонных и представительных коллекций керна и проб флюидов всех объектов разведки и разработки ПАО «Газпром»;
- создание и организация постоянного обновления единого защищенного информационного ресурса ПАО «Газпром» по результатам исследований нефтегазовых пластовых систем;
- оптимизация затрат ПАО «Газпром» на техническое оснащение лабораторно-экспериментальной базы в области исследований пластовых систем.

Корпоративная система работ с кернавым материалом и пластовыми флюидами предусматривает координированное взаимодействие всех подразделений дочерних обществ ПАО «Газпром», занимающихся отбором, транспортировкой, исследованиями и хранением кернавого материала и проб пластовых флюидов. Основным принципом функционирования Корпоративной системы является формирование единой нормативно-методической базы, единой политики технического обеспечения экспериментально-аналитических работ, единого информационного поля результатов исследований пластовых систем.

В настоящее время основным документом, регламентирующим деятельность Корпоративной системы, определяющим ее структуру, задачи и функции участников, является Положение об организации системной работы с кернавым материалом и пробами пластовых флюидов в ОАО «Газпром», утвержденное Заместителем Председателя Правления ОАО «Газпром» А.Г. Ананенковым 28.12.2011 [4].

В соответствии с Положением участниками Корпоративной системы являются: Корпоративный центр исследования пластовых систем (керна и флюиды), созданный в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и включающий Корпоративное кернохранилище и флюидохранилище; отдел Корпоративного центра в

филиале ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта; региональные научно-исследовательские центры (НИЦ) и региональные кернохранилища в составе ООО «ТюменНИИгипрогаз» (с 28.09.2017 – ООО «Газпром проектирование»), ООО «Газпром георесурс», АО «СевКавНИПИгаз»; предприятия-недропользователи, функции которых в Корпоративной системе связаны с обеспечением качественного отбора и организацией оперативного хранения кернового материала и проб пластовых флюидов в перевалочных хранилищах до их транспортировки в Корпоративное или региональное кернохранилище и флюидохранилище.



Советник Президента РФ В.С. Черномырдин в Корпоративном кернохранилище ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (ноябрь 2009 г.).

На переднем плане слева направо: Б.А. Григорьев, В.С. Черномырдин, Р.О. Самсонов, А.Е. Рыжов, Д.В. Люгай

Географическое расположение сети Корпоративной системы работ с керновым материалом и пластовыми флюидами отражено на рис. 1.

Органом управления Корпоративной системы является Администрация ПАО «Газпром». Координация работ возложена на департамент, отвечающий за реализацию единой корпоративной политики в области добычи газа, газового конденсата, нефти. За выработку и закрепление научно-методических и организационных решений отвечает Научно-технический совет Корпоративного центра, в который входят представители заинтересованных департаментов ПАО «Газпром», Корпоративного и региональных научно-исследовательских центров, недропользователей.

Участниками Корпоративной системы выполняются комплексные полевые и лабораторно-аналитические исследования кернового материала и проб флюидов месторождений углеводородов и ПХГ в соответствии с резолюцией Председателя Правления ОАО «Газпром» А.Б. Миллера от 25.03.2014 № 01-955, закрепляющей распределение работ между участниками Корпоративной

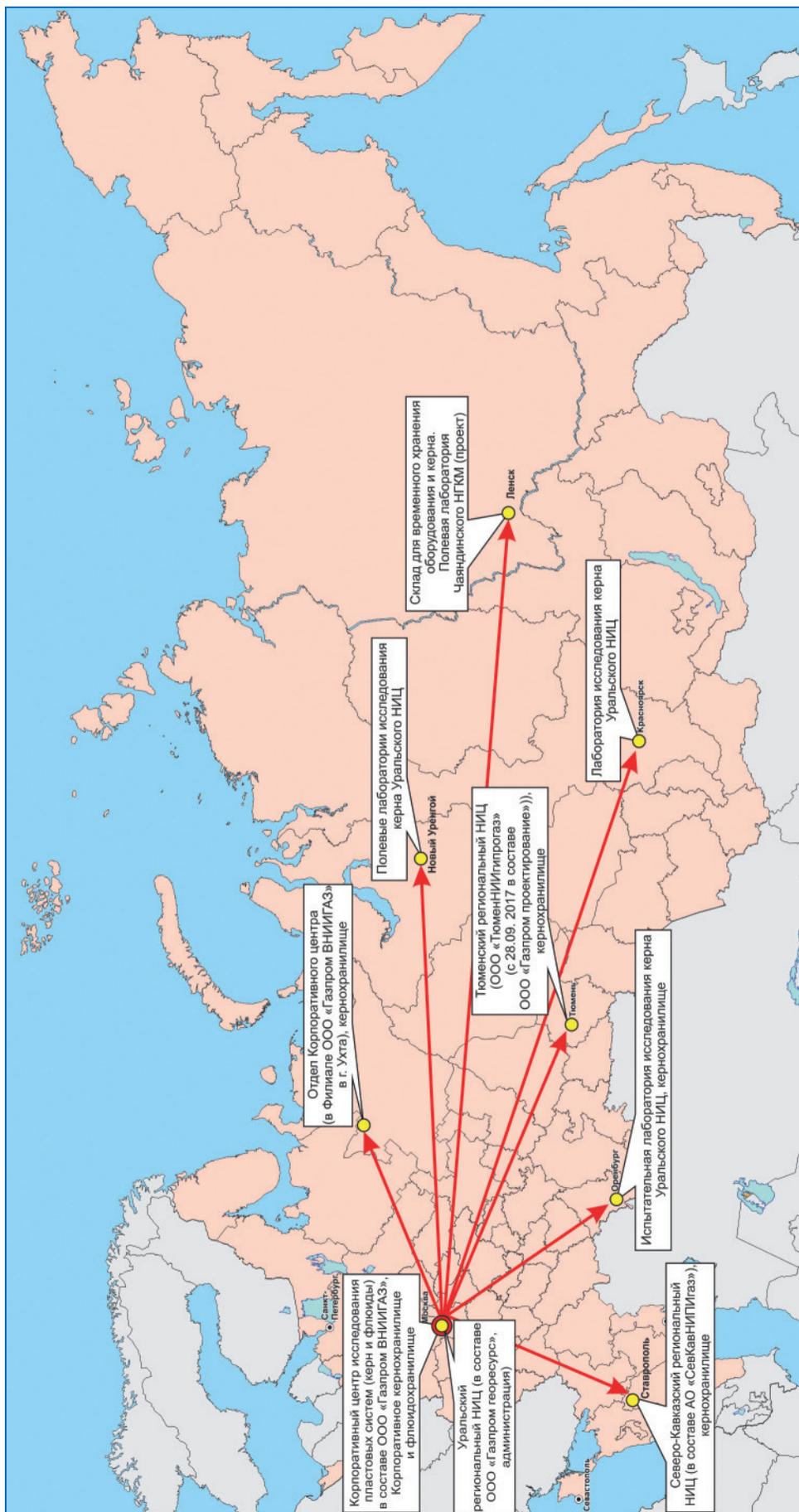


Рис. 1. Структурные подразделения Корпоративной системы работ с керновым материалом и пластовыми флюидами

системы и заключение договоров на выполнение работ с кернавым материалом и пробами пластовых флюидов без проведения конкурсов.

Комплекс промысловых и лабораторно-аналитических исследований нефтегазовых пластовых систем, выполняемый Корпоративным центром и региональными НИЦ, охватывает:

- оперативные (полевые) исследования керна;
- комплексные лабораторно-аналитические и экспериментальные исследования керна;
- промысловые газогидродинамические, газоконденсатные исследования скважин, отбор проб пластовых флюидов;
- комплексные лабораторные исследования физико-химических свойств и технологических характеристик пластовых флюидов;
- термодинамические (PVT) исследования углеводородных систем, экспериментальное моделирование фазового поведения пластовых газоконденсатных систем.

Наибольшие объемы работ и наиболее широкий комплекс лабораторных исследований кернавого материала и проб пластовых флюидов в составе Корпоративной системы выполняется Корпоративным центром и Тюменским НИЦ. Ежегодно исследуются около 6 тысяч погонных метров керна и пробы газа, конденсата, нефти, воды, отбираемые при испытаниях в скважинах.

По результатам исследований осуществляется подготовка исходных данных для построения геолого-фильтрационных моделей, подсчета запасов, проектирования разработки месторождений.

С целью методического обеспечения экспериментально-аналитических исследований керна и пластовых флюидов с учетом новых вызовов в геологоразведочной деятельности ПАО «Газпром» участниками Корпоративной системы проводятся анализ существующей нормативно-методической базы, разработка и пересмотр нормативно-методических документов в области исследований нефтегазовых пластовых систем как федерального, так и корпоративного уровня.

Корпоративным и Тюменским региональным центрами выполняются также научно-исследовательские работы в области физического и математического моделирования многофазных фильтрационных и геомеханических процессов, происходящих в углеводородных системах и сопровождающих извлечение углеводородов из продуктивного пласта и/или закачку их в пласт для подземного хранения. Исследования многофазных фильтрационных процессов в пластовых системах направлены на установление закономерностей фазового поведения углеводородных систем в системе пласт – скважина при разработке объектов добычи углеводородов и эксплуатации объектов ПХГ. Результаты этих исследований являются основой для обоснования и разработки новых методов и технологий воздействия на пласт с целью интенсификации добычи углеводородов, повышения эффективности разработки месторождений и конечной углеводородоотдачи.

В повышении эффективности разработки месторождений углеводородов важнейшим аспектом является сохранение коллекторских свойств призабойной зоны продуктивного пласта при первичном и вторичном вскрытии, в процессе цементирования и проведении различных видов ремонта скважин. В этой области задачами научных исследований являются: оценка влияния свойств технологических жидкостей, тампонажных растворов и жидкостей интенсификации на фильтрационно-емкостные свойства породы призабойной зоны скважин; исследования солеобразования в пластовых условиях и на фильтрах в призабойной зоне эксплуатационных скважин; определение

условий гидратообразования в процессе опытно-промышленной разработки нефтегазоконденсатных месторождений и др.

Важное место в научных исследованиях углеводородных систем занимает математическое моделирование геомеханических процессов. В задачи геомеханического моделирования входят: построение геолого-геомеханических моделей объектов разработки и подземного хранения газа; моделирование деформаций горных массивов, содержащих эксплуатируемые газовые и нефтяные месторождения и подземные хранилища газа, с целью прогнозирования проседания земной поверхности и воздействия горных пород на крепь скважин; построение фильтрационно-прочностных моделей для определения предельно допустимых депрессий (репрессий) и обоснования конструкции забоя скважин и др.

С использованием научного и технического потенциала Корпоративного центра и Тюменского НИЦ, опытно-экспериментального центра ООО «Газпром ВНИИГАЗ», специального конструкторского бюро и экспериментального завода, входящих в структуру ООО «Газпром проектирование», участниками Корпоративной системы ведутся работы по разработке и модернизации лабораторного и промыслового пробоборного оборудования.

Так, в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разработана и успешно эксплуатируется собственная модель установки для исследования пластовых нефтей, обладающая рядом преимуществ перед отечественными и некоторыми зарубежными образцами. Для исследований пластовых углеводородных систем с высоким содержанием агрессивных компонентов (сероводорода, углекислого газа) в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проведена глубокая модернизация PVT-установки французской фирмы Arnoulin Sermip France с оснащением ее современными средствами регистрации основных параметров и полным переводом на компьютерное управление.

Для обеспечения максимально качественного и представительного отбора проб пластовых флюидов специалистами Корпоративного центра были разработаны глубинные пробоборники проточно-поршневого типа для отбора проб пластовых нефтей, поршневые и проточные пробоборники для отбора устьевых и сепараторных PVT-проб флюидов, налаживается их производство.

Одной из важнейших задач Корпоративной системы работ с керновым материалом и пробами пластовых флюидов является обеспечение хранения носителей первичной геологической информации, в том числе долговременного кондиционного хранения керна и проб пластовых флюидов, формирования эталонных и представительных коллекций керна и коллекций представительных проб пластовых флюидов¹ по всем объектам деятельности ПАО «Газпром», а также создания единого защищенного информационного ресурса ПАО «Газпром» по результатам исследований пластовых систем.

¹ *Эталонная коллекция керна* – коллекция образцов керна, сформированная из продольных спилов (по 1/3 диаметра) всего поднятого из скважины керна, полно представляющая геологический разрез месторождения (площади, скважины) по спектру стратиграфических, литологических и коллекторских свойств пород, не подлежащая изучению разрушающими методами.

Представительная коллекция керна – коллекция керна, сформированная из образцов размером 7–15 см из каждого метра керна (20–25% полноразмерных образцов всего поднятого керна) и характеризующая полный спектр коллекторских и литолого-минералогических свойств продуктивных пластов и флюидоупоров месторождения углеводородов.

Коллекция представительных проб пластовых флюидов характеризует достаточно точно состав и свойства флюидов в условиях отбора.

В Корпоративной системе хранение kernового материала и проб пластовых флюидов, отбираемых из скважин на всех этапах освоения месторождений углеводородов и ПХГ, осуществляется в Корпоративном и региональных кернохранилищах и флюидохранилище. Наибольшие объемы хранения kernового материала сконцентрированы в Корпоративном и Тюменском кернохранилищах. Хранение полного объема эталонных и представительных коллекций kernа и коллекций представительных проб пластовых флюидов со всех объектов разведки и разработки ПАО «Газпром» ведется в Корпоративном кернохранилище и флюидохранилище. В настоящее время на хранение в кернохранилищах Корпоративной системы размещено более 90 тыс. пог. м kernа, кроме того в Корпоративном кернохранилище – более 15 тыс. пог. м эталонных и представительных коллекций kernа. В Корпоративном флюидохранилище находится более 260 емкостей с представительными пробами пластовых флюидов. Корпоративным центром ведутся также сбор и систематизация всех результатов исследований kernового материала и пластовых флюидов для формирования единого защищенного информационного ресурса ПАО «Газпром».

Еще одним важным направлением деятельности Корпоративной системы является подготовка инженерно-технических и научных специалистов в области исследования нефтегазовых пластовых систем для обеспечения потребностей дочерних обществ ПАО «Газпром». С этой целью на базе Корпоративного центра исследования пластовых систем (кern и флюиды) ООО «Газпром ВНИИГАЗ» создана базовая кафедра РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина «Исследование нефтегазовых пластовых систем», которая является структурным подразделением факультета разработки нефтяных и газовых месторождений и осуществляет свою деятельность в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» как выпускающая кафедра университета. Кафедра ведет целевую подготовку магистров по всем направлениям исследований Корпоративной системы.

Одним из главных конкурентных преимуществ ООО «Газпром ВНИИГАЗ» является его научная школа и компетенции персонала. В Корпоративном центре института накоплен значительный опыт проведения исследований состава и свойств kernа, пластовых флюидов, фазового поведения и фильтрации флюидов, а также физического моделирования многофазных процессов с использованием образцов kernа реальных месторождений. Здесь созданы научно-методические основы экспериментальных исследований терригенных и карбонатных коллекторов и флюидоупоров, разработана повсеместно используемая классификация пород-коллекторов и покрышек. На сегодняшний день ООО «Газпром ВНИИГАЗ» является ведущей в России организацией по исследованиям процессов массообмена и массопереноса при разработке газовых и газоконденсатных пластов и разработке технологий повышения углеводородоотдачи при эксплуатации месторождений нефти и газа.

С целью повышения эффективности системной работы с kernом и пластовыми флюидами в ПАО «Газпром» в 2017 г. Корпоративным центром совместно с участниками Корпоративной системы разработана Комплексная программа развития Корпоративной системы работ с kernовым материалом и пробами пластовых флюидов на период до 2040 г. Стратегической целью Комплексной программы является формирование высокоэффективной, инновационно ориентированной системы работы с kernовым материалом и пластовыми флюидами, обеспечивающей эффективное научно-аналитическое, методическое и информационное сопровождение программ лицензирования, развития МСБ ПАО «Газпром», проектирования ГРП и разработки месторождений, подсчета запасов, а также кондиционное защищенное хранение

кернового материала и проб пластовых флюидов – носителей первичной геологической информации о недрах.

Программа представляет собой комплекс мероприятий, направленных на достижение Обществом высокого технического, технологического, организационного, информационного, методического уровня в области отбора, транспортировки, исследования и хранения кернового материала и проб пластовых флюидов, соответствующего уровню ведущих российских и зарубежных нефтегазовых компаний, а также требованиям нормативных и программных документов федерального уровня в области недропользования.

Совершенствование и развитие Корпоративной системы будут способствовать повышению достоверности оценки запасов месторождений и эффективности геологоразведочных работ, развитию технологий интенсификации добычи углеводородов и разработки месторождений, улучшению обоснованности управленческих решений в области развития и рационального использования минерально-сырьевой базы.

Список использованных источников

1. Стратегия развития геологической отрасли Российской Федерации до 2030 г. (утв. постановлением Правительства РФ от 21.06.2010 № 1039-р).

2. Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» (в ред. от 03.07.2016; с изм. и доп., вступ. в силу с 03.10.2016).

3. Программа развития минерально-сырьевой базы ПАО «Газпром» на период до 2040 г. (ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2017 г.).

4. Положение об организации системной работы с керновым материалом и пробами пластовых флюидов в ОАО «Газпром» (утв. Заместителем Председателя Правления ОАО «Газпром» А.Г. Ананенковым 28.12.2011).

История создания лаборатории комплексных исследований углеводородных систем

Т.Д. Островская, Н.М. Парфёнова,
И.М. Шафиев, Ю.М. Корчажкин

В 2018 г. лаборатории комплексных исследований углеводородных систем исполнилось 70 лет, она – ровесница ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

В конце 1940-х гг. в ряде районов страны (Краснодарский край, Саратовская область и др.) были открыты газоконденсатные месторождения. Они отличаются от нефтяных и газовых по методам разработки, эксплуатации и исследования. ВНИИГАЗ первым в стране развернул ширококомасштабные работы по изучению газоконденсатных месторождений. В 1953 г. была создана лаборатория газоконденсатных месторождений, ее руководителем стал д.т.н., профессор Александр Семёнович Великовский [1, 2]. Включительно до 2001 г. она называлась лабораторией газоконденсатных исследований. Впоследствии лаборатория несколько раз меняла свое название: лаборатория газоконденсатных исследований, лаборатория изучения пластовых газоконденсатных систем, газоконденсатная лаборатория, лаборатория физико-химических исследований углеводородных систем, и, наконец, стала именоваться лабораторией комплексных исследований углеводородных систем, по сути своей всегда оставаясь лабораторией газоконденсатных исследований.

С момента образования лаборатории и до начала 1970-х гг. лабораторией руководил А.С. Великовский. Основу лаборатории в то время составляли О.Ф. Худяков, В.В. Юшкин, Я.Д. Саввина, Г.С. Степанова, Я.И. Выборнова. В основных газодобывающих районах страны (Западная Сибирь, Пермская область, Якутия, Туркмения и др.) А.Ф. Турькиным, В.И. Комаровым, А.А. Столяровым были созданы постоянно действующие партии и отряды по проведению промысловых газоконденсатных исследований скважин. Численный состав лаборатории достигал 45 человек, составляя в среднем 30 человек.

С 1973 до 2001 гг. лабораторию возглавлял к.т.н. В.В. Юшкин. В последующие годы руководителями лаборатории являлись д.т.н. В.И. Лапшин, к.т.н. И.А. Гриценко. С 2009 г. и по настоящее время лабораторию возглавляет И.М. Шафиев с практикой работы на Астраханском ГКМ.

Приоритетным направлением лаборатории с самого начала ее организации являлись и остаются газоконденсатные исследования, включающие разнообразные вопросы, связанные с газоконденсатными месторождениями – фазовые равновесия газоконденсатных систем, физико-химические исследования конденсатов, разработка и эксплуатация газоконденсатных месторождений, вопросы отделения и выделения конденсата на промыслах.

Отличие условий разработки и эксплуатации газоконденсатных месторождений от газовых и нефтяных потребовало развития новых методов их исследования. В СССР в 1950-х гг. получили широкое распространение два основных метода исследования газоконденсатных скважин – метод, основанный на непрерывном отборе малых количеств газа (несколько м³/ч) во время остановки скважин, и метод, основанный на непрерывном отборе промышленных количеств газа. Оба метода обладали как положительными, так и отрицательными сторонами.

Работы сотрудников ВНИИГАЗа и Гипрвостокнефти в области промысловых исследований газоконденсатных скважин привели к созданию

калиброванного малого термостатированного сепаратора, применение которого помогло объединить достоинства ранее применявшихся методов. В дальнейшем установка была усовершенствована и сейчас находит широкое применение под названием МТСУ – малая термостатируемая сепарационная установка.

Для исследования в лабораторных условиях продукции газоконденсатных скважин на вновь открытых месторождениях ВНИИГАЗ совместно с институтом ВНИИКАнефтегаз разработал совершенно новую аппаратуру высокого давления (УГК, УФР), а для сокращения сроков исследований непосредственно у скважины – передвижную газоконденсатную лабораторию (ЛПП). В разработках оборудования активное участие принимал инженер лаборатории В.С. Сидоров, благодаря усилиям которого и внедрению ряда усовершенствований оборудование работоспособно до настоящего времени. Серийное производство аппаратуры осуществлялось в Симферополе вплоть до перестроечного периода. Аппаратура позволила охватить исследованиями все вновь открываемые месторождения Краснодарского и Красноярского краев, Астраханской, Томской и Оренбургской областей, Западной Сибири, о. Сахалин и др.

Большое внимание в лаборатории уделялось вопросам сепарации газа и конденсата на промыслах, а также подготовке газа к транспорту. А.С. Великовским с сотрудниками было изучено влияние температуры на глубину извлечения из газа углеводородов (УВ) начиная от метана. Александр Семёнович Великовский – основоположник научной школы в области низкотемпературной сепарации газа на газоконденсатных месторождениях. В 1960 г. на Ленинградском месторождении была построена и пущена в эксплуатацию первая в Советском Союзе установка низкотемпературной сепарации конденсатного газа. В процессе освоения этой установки был изучен ряд вопросов, в том числе дроссель-эффект в зависимости от температуры сепарации, коэффициент теплоотдачи теплообменника, недокуперация и др.

Промысловыми исследованиями в лаборатории занимались к.т.н. В.В. Юшкин, О.Ф. Худяков, А.А. Столяров, Ю.М. Корчажкин, которыми были разработаны и внедрены методы промысловых исследований на газоконденсатность. Методическое руководство термодинамическими исследованиями осуществлялось О.Ф. Худяковым, совмещавшим их с промысловыми исследованиями скважин.

Изучение фазовых равновесий газоконденсатных систем всегда являлось и является важным направлением работ лаборатории. До середины 1950-х гг. в литературе были отражены данные по исследованию фазовых равновесий лишь углеводородов алканового ряда и только нормального строения. Сотрудниками лаборатории во главе с Г.С. Степановой была изучена растворимость метана в нафтеновых и ароматических углеводородах, определены константы равновесия УВ в области высоких и околокритических давлений, необходимые для расчета многих процессов нефтегазовой отрасли, предложен новый метод определения критических параметров сложных углеводородных систем.

Большое значение в первые десятилетия своего существования в лаборатории уделялось вопросам разработки газоконденсатных месторождений, в частности борьбы с пластовыми потерями конденсата. На набивных моделях пласта и естественных кернах была исследована газо- и конденсатоотдача при вытеснении газа углеводородными агентами и водой.

Наличие аппаратуры высокого давления (установки РVT-7, УГК-2, УГК-3, УФР-2) позволило одновременно изучить структуру добываемого и теряе-

мого конденсатов и выявить особенности их составов, что дало возможность зафиксировать поступление в продукцию скважин конденсата, выпавшего в пласт, а самое главное – осуществлять контроль эффекта воздействия на пласт. Дальнейшее развитие термодинамических исследований связано с PVT-установкой RUSKA 2300, работу на которой в течение десятилетия осуществлял В.И. Желтовский.

Таисия Дмитриевна Островская (д.т.н.), которая работала в институте с 1979 по 2012 гг., внесла большой вклад в научное руководство тематическими работами лаборатории. Анализ фактических материалов по отчетности работы промыслов, ежемесячному учету добычи газа и конденсата, ежегодной отчетности по Госбалансу и регулярным контрольным газоконденсатным исследованиям скважин с первого года разведки и разработки месторождения позволил разработать методические руководства, ставшие руководящими документами для Государственной комиссии по запасам, Мингазпрома и Мингео. Были внесены коррективы в ранее утвержденные извлекаемые запасы конденсата по валанжинским залежам Уренгойского НГКМ. В 1973 г. был издан первый вариант инструкции по газоконденсатным исследованиям, которая была утверждена руководством Мингазпрома. Инструкция с дополнениями по отдельным методическим вопросам издавалась в 1975 и 1980 гг., а в форме методического руководства – в 1990 и 1995 гг. В настоящее время по заданию ПАО «Газпром» подготовлена новая редакция инструкции по исследованию скважин.

Т.Д. Островской был также разработан комплекс номограмм, охватывающих весь спектр газоконденсатных параметров, используемых при подсчете запасов конденсата и проектировании разработки. Метод апробирован в ГКЗ РФ. На основе обобщения большого объема фактического материала была установлена верхняя граница существования газоконденсатных залежей для Западно-Сибирского региона, что важно при планировании геологоразведочных работ.



Коллектив лаборатории в день 60-летия В.В. Юшкина (22.06.1987).
Сидят слева направо: А.А. Столяров, Г.В. Панкина, В.В. Юшкин, Л.Д. Шуклина,
М.Е. Субботина; стоят слева направо: В.С. Сидоров, Т.Н. Иванова, Ю.М. Корчажкин,
Т.Д. Островская, Е.А. Зуев, В.А. Хлебакин, Н.Ф. Сергучева, Я.И. Выборнова,
В.И. Желтовский, А.А. Овезова, И.А. Гриценко

Изучением физико-химических характеристик конденсатов и состава проб газов сепарации с начала организации лаборатории занималась группа под руководством д.т.н. Я.Д. Саввиной, которой разработаны ряд методик по изучению физико-химических свойств флюидов. В этой группе более 40 лет работали Г.В. Панкина, Л.Д. Шуклина, Н.Ф. Сергучева, Т.Н. Иванова, В.И. Смирнова, около 10 лет – В.А. Хлебалкин, к.х.н. А.А. Овезова. В 1990-е гг. состав группы обновился с приходом Л.С. Косяковой, М.Е. Субботиной, В.В. Островской, М.Б. Нестеренко (газовая хроматография), к.г.-м.н. Г.С. Фёдоровой (газовая хроматография, геохимия), к.х.н. Н.М. Парфёновой (нефтехимия) и В.Ю. Артемьевым (инфракрасная спектроскопия). Сотрудниками группы физико-химических исследований изучены физико-химические характеристики конденсатов разрабатываемых и вновь вводимых месторождений, в числе которых конденсаты Уренгойского, Ямбургского, Заполярного, Бованенковского, Прибрежного, Казанского, Чугорьяхинского, Медвежьего, Северо-Васюганского, Средне-Вилуйского и других месторождений. Особенно большой объем исследований проведен по изучению динамики физико-химической характеристики конденсатов валанжинских и ачимовских отложений Уренгойского месторождения.

Подводя итоги деятельности лаборатории на протяжении семи десятилетий, можно отметить:

- разработку методик проведения комплекса промыслово-лабораторных газоконденсатных исследований, которые были взяты на вооружение всеми исследовательскими лабораториями и добывающими предприятиями и до настоящего времени не претерпели значительных изменений;
- разработку новой аппаратуры высокого давления, позволяющей воспроизводить термодинамические условия пласта, скважины, сепараторов, газопроводов и выявлять не только современное состояние газа в пласте, но и происходящие в пласте изменения в процессе эксплуатации газоконденсатного месторождения;
- получение важных результатов для теории и практики разработки газоконденсатных месторождений при изучении влияния режимов работы скважин на состав, свойства и добычу конденсата;
- разработку научно-технических рекомендаций, позволивших обоснованно представлять подсчетные параметры по запасам углеводородов, прогнозировать фазовое поведение залежей и изменение товарных характеристик добываемого на промысле конденсата;
- создание методических руководств, ставших руководящими документами для Государственной комиссии по запасам, Мингазпрома и Мингео;
- выявление информативных геохимических показателей, позволяющих определять тип флюида (нефть-конденсат), устанавливать генезис углеводородов $C_{5+в}$, проводить типизацию флюидов по принадлежности к вмещающему резервуару;
- создание методики учета влияния неуглеводородных компонентов (азота, сероводорода, диоксида углерода) на фазовые превращения УВ $C_{5+в}$, в том числе на величину давления начала конденсации и коэффициент конденсатоотдачи;
- разработку методики отдельного учета добычи конденсата и нефти при их совместном поступлении в скважину из нефтегазоконденсатных месторождений;
- разработку метода учета влияния степени недонасыщенности систем на извлечение конденсата из недр.

Результаты семидесятилетнего труда коллектива лаборатории по огромному числу залежей и месторождений, содержащих углеводороды в широком диапазоне по составу и свойствам и находящихся в различных термобарических условиях, позволили получить основу для выявления закономерностей по параметрам подсчета геологических и извлекаемых запасов конденсата месторождений, проектированию разработки, учету добычи и др.

Основные результаты исследований родоначальников и корифеев лаборатории изложены в монографиях:

- Великовский А.С. Газоконденсатные месторождения / А.С. Великовский, В.В. Юшкин. – М.: ГОСИНТИ, 1959.
- Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин / коллектив авторов. – М.: Недра, 1980.
- Степанова Г.С. Фазовые превращения в месторождениях нефти и газа / Г.С. Степанова. – М.: Недра, 1982.
- Гриценко А.И. Углеводородные конденсаты месторождений природного газа / А.И. Гриценко, Т.Д. Островская, В.В. Юшкин. – М.: Недра, 1983.
- Гриценко А.И. Научные основы прогноза фазового поведения пластовых газоконденсатных систем / А.И. Гриценко, И.А. Гриценко, В.В. Юшкин, Т.Д. Островская. – М.: Недра, 1995.

В начале XXI в. наступил новый этап развития лаборатории, который ознаменовался полным ее переоснащением современным оборудованием для изучения фазовых переходов пластовых газоконденсатных систем, физико-химических характеристик конденсатов и нефтей.

Поступившая комплексная лаборатория для исследования термодинамических свойств пластовых углеводородных систем Chandler Engineering 3000 (США) наряду с установкой PVT фирмы Ruska позволяет решать задачи прогнозирования фазового поведения и изменения свойств многопластовых газоконденсатных месторождений, залегающих на больших глубинах (свыше 3000 м). Эти сведения необходимы для выбора оптимального проектирования разработки, подсчета запасов и определения путей повышения углеводородоотдачи.

Автоматическая установка для фракционированной разгонки нефтей и конденсатов фирмы Fisher позволяет осуществлять процесс фракционирования с предварительной дебутанизацией флюидов и определением потенциального содержания товарных фракций в автоматическом режиме.

Лаборатория оснащена всеми современными приборами для определения не только комплекса физико-химических характеристик газов и жидких углеводородов, но и количественного химического анализа пластовой воды. Оснащенность лаборатории современным оборудованием позволяет проводить исследования на высоком научном и техническом уровне.

Одновременно с переоснащением лаборатории коллектив пополнился молодыми, энергичными, квалифицированными специалистами (И.М. Шафиев, к.т.н. В.А. Логинов, к.х.н. Р.Ю. Наренков, Д.Р. Крайн, Д.В. Карначев, А.С. Ершов, И.В. Заночуева, А.А. Томиленко), а также выпускниками вузов (А.Д. Люгай, Н.Е. Грицук). В составе лаборатории в юбилейном году – 14 сотрудников, средний возраст коллектива – 37 лет.

В 2015 г. с целью оптимизации рабочего процесса в лаборатории были организованы сектор термодинамических исследований и моделирования фазовых превращений и сектор физико-химических и хроматографических исследований. В настоящее время лаборатория проводит полный комплекс аналитических работ для подсчета геологических и извлекаемых запасов газовых и жидких углеводородов, проектирования и анализа разработки,



Коллектив лаборатории комплексных исследований углеводородных систем
(ноябрь 2017 г.).

Первый ряд слева направо: А.С. Ершов, А.Д. Люгай, Д.Р. Крайн, И.В. Заночуева,
Л.С. Косякова, Н.М. Парфёнова, М.М. Кубанова, Р.Ю. Наренков, В.Ю. Артемьев;
второй ряд слева направо: Д.В. Карначев, Д.О. Слесаренко, В.А. Логинов,
А.А. Томиленко, И.М. Шафиев

оптимального обустройства промысла и выбора направлений использования углеводородов.

С 2009 г. проводятся исследования пластовых флюидов по договорам с ООО «Газфлот», ООО «Газпром добыча шельф», ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром добыча Иркутск», ООО «Газпром добыча Ноябрьск», ПАО «Газпром нефть», ООО «Газпром геологразведка» и др. В лаборатории исследуются пластовые флюиды вновь осваиваемых месторождений шельфа о. Сахалин – Киринского, Южно-Киринского, Мынгинского, Лунского; шельфа Арктики – Крузенштернского; Восточной Сибири – Чаяндинского НГКМ и Ковыктинского ГКМ и др.

Коллектив лаборатории молод, полон энергии и знаний, готов к решению актуальных для газовой промышленности вопросов, сохраняя при этом традиции старой школы по комплексным газоконденсатным исследованиям месторождений и разрабатывая новые.

Список использованных источников

1. Выписка из приказа по Всесоюзному нефтегазовому НИИ – ВНИИ от 14.09. 1953 № К-976 – Архив ООО «Газпром ВНИИГАЗ», л.д. А.С. Великовского, л. 186.

2. Выписка из приказа по Всесоюзному НИИ природных газов – ВНИИГАЗ Главгаза СССР от 26.10. 1956 № к-29. – Архив ООО «Газпром ВНИИГАЗ», л.д. А.С. Великовского, л. 198.

Развитие методов физического и математического моделирования фильтрационных процессов в ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

С.Г. Рассохин, В.М. Троицкий, Е.В. Шеберстов

Метод физического моделирования (ФМ) применяется в настоящее время практически во всех областях науки и техники. Особенно широко этот метод используется в нефтегазопромысловой практике. Достаточно сказать, что в настоящее время обоснование реалистичных значений коэффициентов извлечения нефти, конденсата и газа (КИН, КИК и КИГ) нефтегазоконденсатных месторождений, оценка технологических параметров подземных хранилищ газа (ПХГ) и продуктивности скважин не производится без качественно выполненного лабораторного эксперимента.

Метод заключается в создании лабораторной физической модели продуктивного пласта в уменьшенных масштабах и дальнейшем проведении необходимых экспериментов на этой модели. Полученные результаты и выводы затем распространяются на реально существующие явления в поровой среде месторождения или ПХГ.

Обычно метод ФМ применяется при отсутствии математического описания изучаемого явления по причине его сложности и необходимости наличия большого объема исходных данных, получение которых не всегда возможно. Действительно, для задач нефтегазовой отрасли детальное изучение физических явлений в пространственно-временных масштабах разрабатываемых месторождений практически невозможно по экономическим соображениям (большая стоимость).

Метод физического моделирования может дать надежные результаты лишь в случае соблюдения физического подобия натурального явления и модели. В этой связи разработана теория подобия, составляющая научную основу метода ФМ. В сравнительно короткое время теория подобия развилась в обобщающую науку, чему способствовала научная школа академика М.В. Кирпичева, работы А.А. Гухмана (теорема Гухмана – Кирпичева), М.А. Михеева, П.К. Конакова, Д.А. Эфроса, Л.И. Седова, Нуссельта, Рейнольдса и многих других.

Важность ФМ фильтрационных процессов в настоящее время значительно возросла в связи с интенсивным развитием вычислительной техники и математического моделирования (ММ). Действительно, ни один проект по разработке нефтегазоконденсатных месторождений не обходится сейчас без построения геологической и гидродинамической моделей. Как правило, адекватность цифровых моделей проверяется по результатам промысловых исследований (ГИС, ГДИС), выполненных на месторождении. При отсутствии такой информации единственным способом адаптации математических моделей к конкретным технологическим параметрам месторождений является использование результатов физического моделирования. Именно поэтому каждая крупная нефтегазодобывающая компания заинтересована иметь в своей структуре сильную научную школу и хорошо развитое научное направление как по ФМ, так и по ММ.

Интересна история зарождения направления ФМ и ММ в ООО «Газпром ВНИИГАЗ». В 1950–1960-х гг. ведущие ученые ВНИИГАЗА (С.Н. Бузинов,

З.Т. Галиуллин, С.Ф. Гудков, О.Ф. Худяков, А.Л. Хейн) понимали, что удержать передовые позиции отраслевого научного центра нефтегазовой промышленности невозможно без развития важного научного направления – теоретических и экспериментальных работ по физическому и гидродинамическому моделированию. В этой связи уже в 1957 г. в институте создана специальная лаборатория по подземному хранению газа под руководством А.Л. Хейна, выполнившая первые эксперименты на моделях пласта и гидродинамические расчеты. Целью экспериментов было исследование процессов, происходящих в водоносных пластах при закачке, отборе и длительном хранении газа.

Надо сказать, что в это время во ВНИИГАЗе уже наметилась тенденция опережающего развития геологического и гидродинамического моделирования. Так, тематика ММ звучала в планах отделов геологии, разработки газовых месторождений, подземного хранения и транспорта газа, а также лаборатории ЭВМ (руководитель – Л.И. Гутенмахер), в то время как научные исследования по ФМ практически не проводились.

В середине 1960-х гг. в институте при решении задач разработки и подземного хранения газа активно применялось аналоговое моделирование, теоретической основой которого является сходство математической модели фильтрации и модели процесса, протекающего в аналоговом устройстве. Использовались как гидравлические, так и электрические аналоговые модели. Гидравлическая модель (гидроинтегратор Лукьянова) представляла собой большой стеллаж с гидродинамически связанными сосудами и позволяла создавать полномасштабные модели ПХГ в водоносном пласте (например, Калужское ПХГ). В то же время электроаналоговые модели использовались для расчета полей давления в газовых пластах, дренируемых системами скважин (Л.И. Гутенмахер, Е.М. Минский, С.Н. Бузинов, А.Л. Хейн, Г.А. Зотов). В настоящее время аналоговое моделирование имеет лишь исторический интерес, а для расчета процессов в нефтегазовых пластовых системах используют универсальные ЭВМ.

Кратко этапы развития компьютерного моделирования фильтрационных процессов во ВНИИГАЗе можно охарактеризовать следующим образом: модели нулевой размерности (1970-е гг.) и, как результат, комплекс алгоритмов и программ для гидродинамических расчетов ПХГ (С.Н. Бузинов, А.Л. Хейн, В.П. Карпов, Е.В. Шеберстов и др.); конечно-разностные модели (1970–1980-е гг.) – численное решение дифференциальных уравнений фильтрации, модели двухфазной фильтрации (А.С. Малых, А.К. Галимов), модель двумерной фильтрации многокомпонентной жидкости (В.С. Митлин); наконец, эра интегрированных программных продуктов (1980-е гг.), объединяющих программы для построения сеточных геологических и гидродинамических моделей. В это время в институте появляются коммерческие продукты: The Petroleum Work Bench, VIP, ECLIPSE, Tempest и др., а также продукты для обработки данных сейсмоки и построения геологических моделей. Как результат – создание интегрированной математической модели Астраханского ГКМ (1997 г.), геологическую основу которой составила сеточная двумерная область из 11000 ячеек. Долгие годы модель выполняла функции постоянно действующей математической модели, используемой для текущего анализа разработки, расчета проектных технологических показателей и долгосрочного прогнозирования работы Астраханского газохимического комплекса.

Со временем в институте стали осознавать и важность ФМ при проектировании разработки нефтегазоконденсатных месторождений. Так, в 1971 г. на работу во ВНИИГАЗ в лабораторию С.Н. Бузинова был приглашен из г. Краснодара В.А. Николаев, имевший опыт исследовательской работы

с моделями пласта (МП) в ПО «Краснодарнефтегаз». Исследования по ФМ в то время проводились в основном на насыпных моделях пласта. Первый экземпляр насыпной модели пласта был изготовлен по заказу ВНИИГАЗа в 1972 г. в МИНХ и ГП им. И.М. Губкина. Длина модели пласта составляла порядка 60 см, внутренний диаметр – 38 мм. При измерениях использовалась отечественная аппаратура для исследования кернов «АКМ-Коллектор», производимая на Московском опытно-промышленном заводе «Нефтекип».

Проблемы, которыми занимались в ту пору ученые ВНИИГАЗа, впечатляют своей спецификой, масштабностью и оригинальностью. Одна из самых значимых – повышение углеводородоотдачи пласта при разработке Вуктыльского НГКМ. Вуктыльское НГКМ, одно из первых, разрабатываемых в СССР нефтегазоконденсатных месторождений, было практически сразу введено в промышленную эксплуатацию без тщательной научной проработки и опытно-промышленных работ. Это обусловило многочисленные проблемы освоения углеводородного сырья, с которыми пришлось столкнуться специалистам ВНИИГАЗа. Для освоения громадных запасов газа и конденсата (потенциальное содержание тяжелых фракций C_{5+} составляет более 360 г/м³) были крайне необходимы результаты лабораторного обоснования новых технологий разработки, без которых огромное количество ценного сырья (газоконденсата) было бы просто потеряно в коллекторе месторождения. С этой целью в отделе повышения углеводородоотдачи пласта под руководством Р.М. Тер-Саркисова на физических моделях пласта проводились исследования по оптимизации закачки газов, углеводородных растворителей, газодяных смесей (В.А. Николаев, М.А. Пешкин, Б.В. Макеев, Н.А. Гужов и др.). В результате лабораторных исследований выработаны ценные рекомендации для проведения опытно-промышленных работ и повышения углеводородоотдачи. Так, только технология обработки призабойных зон скважин легкими углеводородными растворителями позволила в 1984–1987 гг. дополнительно добыть на месторождении около 50 тыс. т конденсата. Еще большим эффектом в 1990-х гг. отличалась технология закачка в пласт сухого неравновесного газа.

Освоение Вуктыльского НГКМ стимулировало также и развитие методологии и научного подхода при выполнении газоконденсатных исследований (ГКИ) во ВНИИГАЗе. Так, в период с 1974 по 1980 г. на Вуктыльском НГКМ был разработан и внедрен способ газоконденсатных исследований скважин через установки комплексной подготовки газа и конденсата, ставший впоследствии основным при проведении ГКИ на других вводимых в разработку нефтегазоконденсатных месторождениях Тимано-Печорской провинции (Югидское, Западно-Соплеское, Печоро-Кожвинское).

Огромную поддержку в развитии направления ФМ и ММ, а также методов и способов ГКИ в приложении к разработке Вуктыльского НГКМ оказывал Генеральный директор ВНИИГАЗа А.И. Гриценко. По его непосредственной инициативе, при поддержке и участии во ВНИИГАЗе к 1995 г. уже функционировал Научный центр термогидродинамики и физики пласта (руководитель – Р.М. Тер-Саркисов).

В состав Центра вошли лаборатории петрофизики (А.Е. Рыжов), физико-химических исследований углеводородных систем (В.В. Юшкин), повышения углеводородоотдачи пласта (Р.М. Тер-Саркисов), а ФМ представлено сначала в работах сектора, а затем и лаборатории физического моделирования многофазных процессов (С.Г. Рассохин).

Силами этого Центра выполнена серия основополагающих работ по ФМ и ММ, направленных на комплексное изучение особенностей разработки



Сотрудники лаборатории повышения углеводородоотдачи пласта (1993 г.).
 Слева направо в первом ряду: М.И. Фадеев, В.А. Николаев, С.Н. Бузинов,
 Р.М. Тер-Саркисов, М.А. Пешкин, М.Ю. Славская, В.А. Михалёв, Г.Г. Меланифиди;
 во втором ряду: В.А. Кобилев, Г.В. Петров (филиал в г. Ухта), Н.А. Гужов,
 А.Н. Шандрыгин, Т.П. Анненкова, С.Г. Рассохин, В.П. Ваньков

газоконденсатных месторождений. Уже в то время лабораторные и промышленные исследования планировались и интерпретировались с помощью компьютерных моделей многофазной фильтрации, созданных в институте (Н.А. Гужов, М.И. Фадеев, В.С. Митлин, А.Н. Шандрыгин, С.В. Киреев).

Постепенно удалось расширить и экспериментальную базу для ФМ. Появились насыпные МП длиной от 0,5 до 20 м, диаметром от 30 до 50 мм, при этом специалисты по ФМ настойчиво разрабатывают проект радикального переоснащения Центра современным фильтрационным оборудованием. Результатом их кропотливого труда явился проект разработки технического задания (ВНИИГАЗ), изготовления (США) и тестирования в 1995–1996 гг. совершенно нового оборудования: установки двухфазной фильтрации Temco,

установки трехфазной фильтрации TerraTek и рентгеновского компьютерного томографа Philips Tomoscan 60/TX, а затем и компьютеризированной установки двухфазной фильтрации AutoFlood AFS-B.

Теперь научные работники могли не только воссоздать пластовые условия в физических моделях в диапазоне давлений от 1 до 700 атм и интервале температур от комнатной до 150 °С, но и обеспечивать стационарную фильтрацию флюидов со скоростью от 2 до 30 м/сут, а также



Рентгеновский компьютерный томограф
 Philips Tomoscan 60/TX

визуализировать процесс фильтрации и вытеснения углеводородов различными агентами. Современное оборудование позволяло проводить фильтрационные эксперименты с использованием не только насыпных, но и ядерных моделей пласта длиной до 3 м.

Впервые в отечественной практике исследований фильтрационных многофазных процессов стал использоваться томограф Philips Tomoscan 60/ТХ в комплекте с системой двухфазной фильтрации. Это позволило значительно расширить диапазон исследовательских задач в области многофазной фильтрации пластовых флюидов. Визуализация процесса фильтрации позволяла исследовать механизмы течения флюидов в пористой среде на самом современном уровне.

В это же время специалисты ВНИИГАЗа усиленно работали над методами создания комплексных компьютерных моделей, адекватно отражавших физико-химические процессы в неоднородных пластовых системах. Так, впервые рассматриваются подходы к учету неоднородности при проектировании разработки месторождений (Е.В. Шеберстов, А.Е. Рыжов, Н.В. Савченко, Б.В. Браташ). Для решения этой задачи специалисты по ММ активно начали применять методы геостатистики. В качестве примера такого рода работ можно указать исследование влияния неоднородности пласта на коэффициент извлечения газа некоторых участков башкирской залежи Астраханского НГКМ, оценку коэффициента конечной газоотдачи участков сеноманской залежи Уренгойского НГКМ, а также использование вероятностных методов при моделировании Оренбургского, Тазовского НГКМ и др. В результате в институте был создан комплекс компьютерных программ, в которых реализованы методы генерирования случайных объектов, непрерывных и дискретных полей.

Важным этапом освоения комплексного подхода к ММ явилась работа по созданию в 1997–2000 гг. технологической схемы опытной эксплуатации второго лицензионного участка ачимовской залежи Уренгойского НГКМ. Это была одна из первых проектных работ, объединившая специалистов в области геологии, сейсмоки, геофизики, термодинамики, а также технологов и экономистов. В результате выполнен ряд вычислительных экспериментов с целью анализа эффектов в прискважинной зоне; в частности, на специальной модели оценивалось влияние, оказываемое выпадением конденсата на продуктивность скважин, исследована продуктивность наклонных скважин, вскрывающих пласт с непроницаемыми перемычками.

Полномасштабная математическая модель второго лицензионного участка создавалась уже с ориентацией на применение метода Монте-Карло, в соответствии с которым расчет технологических показателей выполняется для нескольких десятков равновероятных реализаций геологического строения. В каждой реализации соблюдались все детерминированные (толщины и глубины слоев в местах существующих скважин) и статистические (гистограммы ФЭС) условия. Для выполнения многократных расчетов был скомпонован программный комплекс, объединяющий генератор геологических моделей и блок гидродинамического расчета.

Быстрыми темпами в начале 2000-х гг. развивается и ФМ. За короткое время специалисты ВНИИГАЗа освоили технику высокоточных исследований фильтрационных процессов в пористых средах. Стали проводиться не только оценки коэффициента вытеснения углеводородов различными агентами (параметра, необходимого для оценки углеводородоотдачи), но и определения важнейших характеристик фильтрационного процесса – фазовых проницаемостей в условиях двухфазной и трехфазной фильтрации, определяющих продуктивность скважин, их приемистость и дебиты.

К 2000 г. в отделе «Методы повышения углеводородоотдачи пласта» ВНИИГАЗа уже функционировала лаборатория физического моделирования многофазных процессов (ФММП), которая действует до сих пор.

Важнейшей задачей ФМ является лабораторное обоснование эффективности инновационных технологий разработки месторождений, и во ВНИИГАЗе с 2002 г. регулярно проводятся такого рода лабораторные эксперименты. Так, в 2003 г. лабораторией ФММП выполнены исследования по обоснованию эффективности закачки мелкодисперсной водогазовой смеси (МВГС) для увеличения нефтеотдачи. Лабораторный эксперимент, выполненный на керновых моделях конкретных нефтяных месторождений (Самотлорского, Котовского, Южное Хыльчую и др.), подтвердил наличие положительного эффекта при закачке МВГС в нефтенасыщенный пласт. Применение МВГС позволило почти на 16 % увеличить коэффициент вытеснения нефти, что превысило почти на 5 % эффективность применения обычных методов и режимов водогазового воздействия.

В 2005 г. лаборатория ФММП выполнила работы по моделированию фильтрационных процессов в продуктивных пластах Северо-Каспийского нефтегазонасного бассейна. На керновых моделях пласта неокомских и аптских отложений нефтегазовых месторождений им. В.Ю. Филановского и им. Ю. Корчагина исследовались закономерности двух- и трехфазной фильтрации пластовых флюидов, а также процессы вытеснения нефти различными агентами.

При пластовых условиях месторождений в керновых моделях различной длины были измерены относительные фазовые проницаемости (ОФП) по газу, воде и нефти, а также коэффициенты вытеснения нефти водой и газом сепарации. Кроме того впервые для вытеснения нефти использовалась технология водогазового воздействия с различным коэффициентом цикличности закачки. По существу, были выполнены в полном объеме предпроектные исследования, позволившие в дальнейшем обосновать важнейшие технологические параметры этих месторождений: КИН, дебиты, производительность скважин и др., а также выбрать основные технологии разработки месторождений (С.Г. Рассохин, В.М. Троицкий, В.П. Ваньков, А.В. Мизин и др.).

В настоящее время лаборатория ФММП (руководитель – А.Ф. Соколов) Корпоративного центра исследования пластовых систем (кern и флюиды) ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (директор Центра – З.П. Складорова) является одной из базовых научных структур ПАО «Газпром».

Богатый опыт и владение оригинальными методиками исследований позволили лаборатории ФММП выполнить важнейшие научно-исследовательские работы для ПАО «Газпром», такие как «Разработка метода оценки масштабного фактора при переносе результатов физических экспериментов по многофазной фильтрации на реальные пластовые системы Ен-Яхинского НГКМ с использованием компьютерного моделирования», «Разработка предложений по предупреждению гидратообразования при эксплуатации месторождений ОАО «Газпром», «Разработка предложений по извлечению нефти из нефтяной оторочки Южно-Кириинского месторождения». Перечисленные работы явились примером тесного творческого сотрудничества ученых и специалистов лаборатории ФММП с коллективами других лабораторий Корпоративного центра (физики пласта, физико-химических исследований нефтегазовых систем, сектора математического моделирования), а также коллективами других научных центров института.

Плодотворным при решении нетривиальных задач нефтегазопромывого дела оказалось сочетание основных инструментов познания материаль-

ного мира – методов ФМ и ММ. Корпоративный центр показывает пример объединения усилий, координации и эффективного взаимодействия научных сотрудников этих двух важнейших направлений.

Особенно широко использованы возможности ФМ и ММ при разработке Чаюдинского НГКМ – одного из важнейших месторождений в стратегии освоения ресурсов Восточной Сибири и экспортных поставок газа в Азиатско-Тихоокеанский регион. Сюда можно отнести и обоснование технологической схемы, и разработку методических основ выбора и рационального использования вытесняющих агентов для повышения КИН, и разработку предложений по технологическим мероприятиям повышения КИН, и исследования влияния засолонения на показатели разработки продуктивных пластов.

За короткие сроки специалисты лаборатории ФММП разработали новую аппаратуру и методики, позволившие проводить исследования при низких температурах около 5 °С, оценить риски гидратообразования в пористой среде в условиях фильтрации газа и воды различной степени минерализации, обосновать применение технологии последовательной, частично совмещенной разработки нефтяной и газовой части продуктивного пласта Чаюдинского НГКМ (С.Г. Рассохин, А.Ф. Соколов, В.М. Троицкий, В.П. Ваньков, А.В. Мизин).

Результаты выполненных экспериментов по определению ОФП и коэффициентов вытеснения нефти, полученные на керновых моделях пласта, составили основу при разработке геолого-фильтрационной модели вытеснения нефти активными агентами и ее адаптации для конкретных участков нефтяной оторочки ботубинского горизонта Чаюдинского НГКМ (Е.В. Шеберстов, А.А. Ковалёв, Е.А. Фомин, И.Ю. Корчажкина).

Совершенно новый вектор своего развития получило направление ФМ и ММ в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» при решении актуальных проблем строительства и эксплуатации ПХГ. Так, начиная с международного контракта «Обоснование возможности и оказание технических услуг по проекту создания подземного хранилища газа на базе нефтяной залежи «Жэнь-11» (КНР,



Сотрудники лаборатории физического моделирования многофазных процессов (2017 г.). Слева направо: А.В. Мизин, А.Е. Алеманов, В.М. Булейко, О.М. Монахова, А.Ф. Соколов, В.М. Троицкий, В.П. Ваньков

2005 г.), ФМ и ММ регулярно представлено в исследованиях такого рода: это и проведение теоретических и экспериментальных исследований по возможности использования углекислого газа для частичной замены буферного природного метанового газа на ПХГ (на примере Северо-Ставропольского ПХГ, 2010 г.), и лабораторное исследование технологии создания газовой залежи для строительства ПХГ в водоносной структуре погребенного поднятия Суньху КНР (2013 г.), и имитационное моделирование при разработке ключевых технологий увеличения достигнутого объема активного газа ПХГ Баньчжун-юг в Даганском районе КНР (2017 г.). Полученные в результате ФМ и ММ технологические параметры по фильтрационным, массообменным процессам в пористой среде составили основу при обосновании реалистичных геологических и гидродинамических моделей ПХГ, а также устойчивых дебитов и производительности скважин в условиях циклической закачки газа в пласт.

Круг решаемых научно-производственных задач по ФМ и ММ в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» постоянно расширяется, совершенствуются методики, оборудование и техника эксперимента. Многообещающими являются такие направления исследований по ФМ, как оценка эффективности влияния на ФЕС призабойной зоны скважин буровых, тампонажных и кислотных растворов, формирование тампонажного камня в пластовых условиях с оценкой прочности сцепления с материалом эксплуатационной колонны, оценка герметичности геологических экранов при хранении гелия, выявление трудноизвлекаемых запасов высокомолекулярного сырья.

Исключительно важным на сегодняшний день является математическое моделирование геомеханических процессов в приложении к проблемам разработки и эксплуатации месторождений и ПХГ. Сюда можно отнести и моделирование процессов разрушения пород в окрестности эксплуатационных скважин, и оценку экологической и геодинамической опасности, возникающей вследствие разработки крупных газовых и газоконденсатных месторождений, и, наконец, оценку опасности пескопроявления на скважинах Штокмановского ГКМ. Особенно интересна недавняя работа (руководитель – А.Е. Рыжов), являющаяся примером плодотворного творческого сотрудничества специалистов разных организаций и научных школ – ВНИИГАЗа, фирмы Total и института ИПМех РАН. В ходе исследований специалисты ВНИИГАЗа (М.В. Пятахин и Е.В. Шеберстов) получили возможность ознакомиться с современными математическими моделями упруго-пластического деформирования и разрушения горных пород, а также с некоторым исследовательским оборудованием. С этого момента во ВНИИГАЗе начинаются работы над собственными фильтрационно-прочностными моделями (А.А. Ковалёв, Е.В. Шеберстов).

Благодаря поддержке руководства института и Корпоративного центра исследования пластовых систем (керна и флюиды) направление ФМ и ММ постоянно развивается: обновляется измерительная аппаратура и оборудование, совершенствуются методы моделирования и координация научных исследований.

В настоящее время на смену томографу Philips Tomoscan 60/ТХ введен в эксплуатацию первый томограф российского производства РКТ-225 ПЛ (3D-томография, производство АО «Геологика», г. Новосибирск), который позволит в будущем принимать участие в оцифровке ядерного материала.

В перспективе планируется оснащение Корпоративного центра экспериментальным оборудованием для изучения гидроразрыва пласта, в частности исследования проводимости и прочности пропантовой упаковки. В ближайшее время будут запущены в эксплуатацию новые фильтрационные

установки и аппаратура для ультразвукового воздействия на пласт, придут молодые инженеры, специалисты и ученые, в совершенстве владеющие техникой физического эксперимента.

Также и в области ММ постоянно растет спектр процессов и модулей, охваченных в коммерческих программах, создаются новые опции, предпринимаются попытки создания отечественных конкурентоспособных продуктов.

Оптимально решается и проблема подготовки специалистов по ФМ и ММ. Достаточно сказать, что на базе Корпоративного центра исследования пластовых систем (кern и флюиды) создана кафедра исследования нефтегазовых пластовых систем при РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина (заведующий кафедрой – Б.А. Григорьев), важнейшими дисциплинами которой на протяжении более 5 лет являются курсы физического и математического моделирования.

Итак, в канун 70-летнего юбилея института можно констатировать, что направления ФМ и ММ хорошо представлены и успешно развиваются в ООО «Газпром ВНИИГАЗ», а коллектив Корпоративного центра исследования пластовых систем (кern и флюиды) готов принять любые вызовы времени. «Новые идеи, научный подход – максимальная углеводородоотдача» – лозунг специалистов по физическому и математическому моделированию, отвечающий современным реалиям!

Важнейшие опубликованные научные труды ученых ВНИИГАЗа в области физического и математического моделирования (монографии, справочники, карты, статьи)

Гриценко А.И. Компонентоотдача пласта при разработке газоконденсатных залежей / А.И. Гриценко, В.А. Николаев, Р.М. Тер-Саркисов. – М.: Недра, 1995.

Тер-Саркисов Р.М. Повышение углеводородоотдачи пласта нефтегазоконденсатных месторождений / Р.М. Тер-Саркисов. – М.: Недра, 1995.

Гриценко А.И. Руководство по исследованию скважин / А.И. Гриценко, З.С. Алиев, О.М. Ермилов, В.В. Ремизов, Г.А. Зотов. – М.: Недра, 1995.

Гриценко А.И. Научные основы прогноза фазового поведения пластовых газоконденсатных систем / А.И. Гриценко, И.А. Гриценко, В.В. Юшкин, Т.Д. Островская. – М.: Недра, 1995.

Гриценко А.И. Методы повышения продуктивности газоконденсатных скважин / А.И. Гриценко, Р.М. Тер-Саркисов, А.Н. Шандрыгин, В.Г. Подюк. – М.: Недра, 1997.

Тер-Саркисов Р.М. Научные основы повышения эффективности разработки газоконденсатных месторождений / Р.М. Тер-Саркисов, В.Г. Подюк, В.А. Николаев. – М.: Недра, 1998.

Тер-Саркисов Р.М. Разработка месторождений природных газов / Р.М. Тер-Саркисов. – М.: Недра, 1999.

Тер-Саркисов Р.М. Моделирование разработки месторождений природных газов с воздействием на пласт / Р.М. Тер-Саркисов, Н.А. Гужов, А.А. Захаров, Ю.В. Илатовский, В.А. Николаев. – М.: Недра, 2004.

Тер-Саркисов Р.М. Разработка и добыча трудноизвлекаемых запасов углеводородов / Р.М. Тер-Саркисов. – М.: Недра, 2005.

Направление исследований пластовых систем филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта

А.Н. Волков, А.А. Латышев

Вместе с юбилеем ВНИИГАЗа в 2018 г. мы отмечаем еще один очень важный юбилей – 50-летие ввода в эксплуатацию Вуктыльского нефтегазоконденсатного месторождения. С освоением этого уникального месторождения связана история создания в филиале ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта подразделения по исследованию газоконденсатных скважин, у истоков которого стоял О.Ф. Худяков – один из ведущих специалистов газовой отрасли СССР в области газоконденсатных исследований. Датой рождения этого подразделения можно считать 1968 г., когда путем слияния двух исследовательских групп был создан сектор промысловых исследований, выпустивший в 1969 г. первый отчет по теме 64/68 «Комплексные исследования скважин Вуктыльского газоконденсатного месторождения». Подразделение в исторической ретроспективе претерпевало организационные и структурные изменения, в различные годы его возглавляли А.П. Шульгин, Г.П. Ивлиев, И.Ф. Зелепукин, В.М. Майоров, А.А. Самарин, Е.М. Гурленов, Н.В. Долгушин.

Опыт проведения первых газоконденсатных исследований (ГКИ) на Вуктыльском НГКМ показал, что изучение глубокозалегающих месторождений, характеризующихся большим этажом газоносности и неоднородностью коллекторов, требует совершенствования существующих методов и технологий их изучения. Вуктыльское НГКМ, минуя стадию опытной эксплуатации, практически сразу было введено в промышленную эксплуатацию, в связи с чем многие задачи достоверного определения газоконденсатной характеристики приходилось решать непосредственно в процессе разработки месторождения. Так, в результате длительных научно-методических работ, выполненных в период с 1974 по 1980 гг. на Вуктыльском НГКМ, был разработан и внедрен способ газоконденсатных исследований скважин через установки комплексной подготовки газа и конденсата, ставший впоследствии основным при проведении ГКИ на других вводимых в разработку нефтегазоконденсатных месторождениях Тимано-Печорской провинции (Югидское, Западно-Соплесское, Печоро-Кожвинское). Обоснование и совершенствование систем контроля газоконденсатной характеристики в процессе разработки этих нефтегазоконденсатных месторождений по-прежнему остается одним из основных направлений деятельности отдела.

Совершенствование методов и способов ГКИ было поручено комсомольскому творческому молодежному коллективу (Н.В. Долгушин, Е.М. Гурленов, В.А. Мосендз, А.А. Новиков, А.А. Коротков, О.В. Шаталов, М.А. Гильфанов, С.Б. Тарасов), созданному в 1983 г. из сотрудников уже лаборатории газоконденсатных исследований. По итогам Всесоюзного социалистического соревнования в 1984 г. коллектив был признан лучшим в числе 12 в стране и награжден дипломом ЦК ВЛКСМ и переходящим Красным знаменем ЦК ВЛКСМ «Герои пятилеток – лучшему комсомольско-молодежному коллективу».

Итогом целенаправленной многолетней научно-методической работы коллектива стала подготовка в 1987 г. Временного методического руководства по исследованию газоконденсатной характеристики месторождений с высоким содержанием конденсата в пластовом газе, которое содержало новые методы проведения лабораторных и экспериментальных исследова-

ний газоконденсатных систем с высоким содержанием конденсата, обеспечивающие получение достоверной информации для проектирования разработки месторождений.

Возрастание требований к полноте и комплексности изучения пластовых систем с целью информационного обеспечения этапов геологоразведочных работ и разработки месторождений определило эволюцию развития лаборатории, преобразованной в 1988 г. в отдел. С именем возглавившего отдел Н.В. Долгушина связана история преобразования отдела в мощное многопрофильное подразделение, способное решать различные производственные и научные задачи. В 1989 г. Н.В. Долгушиным, под руководством которого



Отдел исследований скважин (1989 г.).

Слева направо в верхнем ряду: А.А. Худяков, Е.М. Гурленов, Н.В. Долгушин, М.А. Гильфанов, А.Н. Смирнов, А.А. Новиков, В.А. Мосендз;
в нижнем ряду: И.В. Кучерявая, В.П. Рыжко, Н.Ф. Трофимова, Т.А. Мосендз, М.А. Лехорская, Т.А. Лычкина

последующие годы велась в отделе научно-методическая работа, была защищена первая в отделе кандидатская диссертация. Как показала дальнейшая практика, создание такого подразделения позволяет на единой методологической основе проводить комплексные исследования пластовых систем, в соответствии с современными наилучшими мировыми практиками менеджмента полностью реализовывать методы процессного подхода к таким сложным наукоемким процессам, к которым относятся ГКИ.

Переход Вуктыльского НГКМ на завершающую стадию сопровождался развитием сложных пластовых процессов, в результате которых газоконденсатная характеристика (ГКХ) скважин приобретала индивидуальный характер, что требовало проведения оперативного контроля всего фонда скважин. В связи с этим с 1989 г. для повышения качества контроля ГКХ и достоверности планирования добычи УВ-сырья на Вуктыльском НГКМ внедрены разработанный специалистами отдела конденсатохимический экспресс-способ ГКИ и система учета объемов и составов попутных жидкостей. В 1990 г. созданная система учета добычи УВ-сырья была внедрена на разрабатываемых место-



Монтаж ДИКТa на скв. 10 Белая (1995 г.).
Слева направо: А.Н. Тарасов, К.Г. Рогов,
А.Н. Волков, В.А. Скачков



Проведение исследований скв. 1
Северо-Югидского месторождения,
Е.А. Альбицкий и Е.Н. Ермолин (2005 г.)



Эксперимент «Конденсат-1, 2».
Установка комплексной подготовки газа
(г. Вуктыл, 2000 г.).

Слева направо: Р.М. Тер-Саркисов, Н.А. Гужов,
В.В. Салюков, Ю.В. Илатовский, Е.М. Гурленов,
В.А. Николаев

рождениях ООО «Севергазпром». В организационном и методическом становлении этих направлений принимали участие В.П. Рыжко, С.Н. Бедрок, А.А. Новиков, А.А. Исаков.

На рубеже 1990-х гг. специалистами отдела создаются и развиваются направления исследований пластовых нефтей (А.Н. Волков) и попутных вод (В.П. Рыжко, О.А. Волкова), внедряются спектрометрические методы исследований (В.Н. Медведев, А.А. Латышев). В 1995 г. коллективом отдела подготовлен первый комплексный отчет по результатам исследований разведочной скв. 10 Югид-Соплесского месторождения, в котором были обобщены результаты промысловых, лабораторных и экспериментальных исследований флюидаальной системы «переходного» состава. Отдел начал проводить полный цикл промыслово-исследовательских и аналитических работ по сопровождению бурения поисково-разведочных скважин на площадях ООО «Севергазпром» (Югид-Соплесское, Северо-Югидское, Западно-Печорогородское, Печорогородское и Лаявожское месторождения).

Объектами промысловых исследований являлись объекты различной флюидонасыщенности. Отдел начинает активно продвигать предоставление сервисных услуг по отбору и исследованиям глубинных проб пластовой нефти нефтедобывающим компаниям, действующим на территории Республики Коми, налаживает сотрудничество с профильными подразделениями ведущих научных институтов нефтяной отрасли (ВНИИнефть, Гипровостокнефть).

С 1993 г. на Вуктыльском НГКМ началась промышленная

закачка «сухого» тюменского газа, которая на долгие годы определила стратегию разработки месторождения и явилась первым в мировой газопромышленной практике крупным промышленным процессом добычи углеводородного ретроградного конденсата, образующего обычно неизвлекаемые потери. Научные основы реализации данной технологии были заложены специалистами ВНИИГАЗа под руководством Р.М. Тер-Саркисова. Внедрение данной технологии шло при активном участии ведущих специалистов ВНИИГАЗа В.А. Николаева, Н.А. Гужова и др.



Замерные линии для проведения ГКИ на УКПГ-1 Вуктыльского НГКМ

Одним из ключевых моментов эффективного внедрения новой технологии стала организация и научно-методическое сопровождение отделом контроля за процессами закачки неравновесного газа и составом добываемой продукции с целью установления прорыва газа, обнаружения и подтверждения процесса извлечения ретроградных компонентов. Для решения этой задачи была усовершенствована методика расчета отдельной добычи углеводородов и разработан способ определения путей поступления и продвижения нагнетаемого газа по пласту (А.А. Исаков, Л.В. Юнусова и др.). Начальные этапы реализации этого крупного проекта шли в тесном контакте с производственными и геологическими службами ООО «Севергазпром» (С.В. Шелемей, В.И. Ермак, В.В. Иванов).

В 1997 г. функциональные возможности отдела расширились за счет перевода в отдел сектора экспериментального моделирования процессов фильтрации пластовых флюидов (руководитель – В.Е. Уляшев). Теперь наряду с изучением пластовых флюидов отдел начал проводить экспериментальные исследования по физическому моделированию пластовых процессов и оценке эффективности различных методов воздействия на продуктивные пласты.

В 2001 г. апробированная на месторождениях Тимано-Печорской провинции методология проведения промысловых газоконденсатных исследований, лабораторных и экспериментальных исследований пластовых флюидов была представлена в Инструкции по исследованию скважин месторождений с высоким содержанием конденсата, подготовленной специалистами отдела.

Начало нового тысячелетия охарактеризовалось для отдела началом проведения аналитических исследований в рамках аккредитованных испытательных лабораторий. В 2001 г. на базе отдела лаборатория физико-химических исследований аккредитуется как независимая и технически компетентная испытательная лаборатория «Севернефтегазтест». В этом же году в отделе создается орган по сертификации газа и нефтепродуктов «Севернефтегазтест». Отдел начал оказывать услуги в области сертификационных испытаний газа, газового конденсата, нефти и нефтепродуктов, разработки технических условий на продукцию нефтегазовых компаний. В это же время в отделе на базе двух лабораторий (экспериментальных исследований и физико-химических исследований) создается испытательный центр «Конденсатонефтеотдача», аккредитованный в системе ГОСТ Р. Для функционирования в этой системе в повседневную практику испытательного центра была внедрена система

менеджмента качества с опорой на требования ИСО 9001, введены процедуры внутри- и межлабораторного контроля качества испытаний, стало уделяться больше внимания повышению уровня квалификации исполнителей испытаний посредством обучения на специализированных курсах и участия в обучающих семинарах. В настоящее время область аккредитации ИЦ включает 13 анализируемых объектов.

Уникальный сплав специалистов по разработке месторождений, геологов, физиков и химиков позволил отделу решать самые разнообразные и нестандартные задачи по научному сопровождению технологических процессов добычи, транспорта углеводородов и переработки углеводородного сырья. Так, в разные годы сотрудники отдела участвовали совместно со специалистами головного института в решении отраслевой проблемы повышения качества газа, поставляемого зарубежным потребителям, в приемо-сдаточных испытаниях магистрального газопровода Бованенково – Ухта. В течение 1996–2006 гг. сотрудниками отдела выполнялся цикл научно-исследовательских работ по анализу отложений в технологическом оборудовании ООО «Газпром трансгаз Ухта» (ранее – ООО «Севергазпром»). Наиболее важным результатом этих работ стало выяснение механизмов формирования пирофорных соединений в технологическом оборудовании подготовки и транспорта углеводородного сырья Вуктыльского НГКМ, процессов сероводородной коррозии бензиновой установки Сосногорского ГПЗ.

С 2006 г. в отделе развивается направление геохимических исследований кернового материала и пластовых флюидов, которое расширяется за счет введения новых видов хроматографических, пиролитических, масс-спектрометрических исследований, люминесцентно- и химико-битуминологических методов изучения горных пород и определения в них содержания органического углерода ($C_{орг.}$) (руководитель – Л.В. Огданец).



Участники совещания Координационного совета по ГКИ в г. Краснодаре (2005 г.). Слева направо: И.А. Гриценко, А.Н. Волков (5-й), А.А. Латышев (6-й), Т.Д. Островская (8-я), Т.А. Князева (10-я), А.А. Исаков (15-й)

Растет авторитет специалистов отдела на отраслевом уровне, они (Н.В. Долгушин, А.Н. Волков, А.А. Латышев, А.А. Исаков, Т.Н. Князева) включаются в состав Координационного совета по газоконденсатным исследованиям, созданного по решению НТС (2003 г.) ОАО «Газпром». На совещаниях, проводимых в Москве, Краснодаре и Новом Уренгое, ими были представлены доклады по актуальным текущим и перспективным вопросам технического и методического обеспечения газоконденсатных исследований. Благодаря четкому пониманию перспектив развития и технического перевооружения направления по исследованию скважин, а также в рамках реализации концепции ОАО «Газпром» по техническому регулированию специалистам отдела первым в отрасли поручают разработку отраслевых стандартов в области газоконденсатных исследований. Эти пионерные работы надолго определили стратегию стандартизации в области газоконденсатных исследований, дали толчок развитию стандартизации в области исследований пластовых систем.

В период 2005–2009 гг. специалистами отдела разработано более двадцати документов отраслевой стандартизации по направлениям экспериментальных, физико-химических и геохимических исследований пластовых флюидов. Эта работа была продолжена при подготовке совместно со специалистами ВНИИГАЗа (С.Г. Рассохин, Т.Д. Островская, Н.М. Парфёнова, Ф.Р. Билалов)



Отбор проб пластовых флюидов на Северо-Васюганском месторождении, Е.В. Колмурзаев и С.А. Заночуев (2004 г.)



Проведение спуска глубинных приборов на Южно-Тамбейском месторождении, Е.А. Альбицкий и А.Ю. Печерица (2009 г.)



Скв. 11 Казанского месторождения. Подготовка к отбору проб газа, Н.С. Остроухов и Д.Р. Крайн (2004 г.)



Скв. 6401 Бованенковского месторождения. Совместная промысловая группа (2002 г.). Слева направо: Р.В. Сокерин, Ю.М. Корчажкин, Б.И. Плешаков, Г.В. Никитин



Лабораторные исследования проб попутных вод, О.А. Рыбкина и И.В. Денисенкова (2012 г.)

новой редакции Инструкции по комплексным исследованиям газовых и газоконденсатных скважин.

В первое десятилетие нового столетия существенно расширяется география промыслово-исследовательских работ отдела. Мобильными промышленными группами проводятся исследования на разрабатываемых месторождениях и разведочных площадях, расположенных в Краснодарском (Восточно-Прибрежное, Прибрежное, Черноерковское) и Красноярском (Берямбинское) краях, Томской области (Казанское, Северо-Васюганское и др.), Ямало-Ненецком и Ненецком автономных округах (Бованенковское, Южно-Тамбейское, Ямсовейское, Песцовое, Медвежье, Ярейюское, Василковское).

Промысловые исследования проводятся на объектах, характеризующихся различными горно-геологическими и технико-технологическими условиями. Круг решаемых задач довольно широк – от получения информации о текущих характеристиках пласта до обоснования исходных параметров для проектирования СПГ. Первые исследования на Бованенковском и Песцовом месторождениях проведены при участии ведущего специалиста ВНИИГАЗа в области газоконденсатных исследований Ю.М. Корчажкина, который всегда с готовностью делился своим опытом и знаниями с молодыми исследователями отдела. При выполнении поставленных задач большое внимание уделяется совершенствованию технической оснащённости промысловых групп, целенаправленно осуществляются разработка и модернизация промыслового и пробортборного оборудования. Собственными силами изготавливаются образцы мобильных глубинных лебедок, оборудования для отбора поверхностных и глубинных проб.

Многообразие и специфичность составов изучаемых пластовых флюидов, возросшие требования к полноте предоставления информации об их составе и свойствах потребовали от специалистов отдела разработки новых видов аналитических и геохимических методов исследований, которые впоследствии были введены в статусе отраслевых стандартов или аттестованных методик выполнения измерений.



Проведение испытаний скв. BV-5X на шельфе Южно-Китайского моря, И.А. Шиков и Б.И. Плешаков (2012 г.)

В период 2006–2007 гг. отделом при участии зарубежных компаний (Power Well Service, Petrotech и The Expro Group) проводятся супервайзерские работы и исследования скважин и пластовых флюидов Штокмановского и Уренгойского (ачимовская толща) месторождений. Участие в этих международных проектах позволило на практике ознакомиться с зарубежным опытом в области исследований газоконденсатных скважин и пластовых флюидов, освоить и начать внедрение (ответственный исполнитель – В.В. Смирнов) новых техноло-

гий экспериментальных исследований газоконденсатных систем и математического моделирования фазового поведения УВ-систем. В успешном начале освоения новых районов деятельности одну из важных ролей сыграла высокая профессиональная подготовленность руководителей промышленных групп (Б.И. Плешаков, А.Ю. Печерица, В.И. Скачков, Д.Р. Крайн, С.А. Заночуев, С.Д. Ханукаев и др.), способных самостоятельно и оперативно решать возникающие технико-технологические и организационные вопросы.

В 2009–2012 гг. специалисты отдела (Б.И. Плешаков, С.А. Заночуев, И.А. Шиков) приняли участие в инженеринговом сопровождении испытаний поисковых и разведочных скважин на шельфе Южно-Китайского моря. Участие в проекте позволило существенно расширить базу накопленных знаний и получить весомый опыт работы с современным зарубежным оборудованием по испытанию скважин. Для обработки и интерпретации результатов газогидродинамических исследований начал активно использоваться программный продукт Saphir компании Carra Engineering.

В последние годы отдел под руководством А.Н. Волкова, возглавившего отдел в 2007 г., принимает активное участие в решении проблем, обозначенных в рамках перспективных направлений развития ПАО «Газпром», и более тесно взаимодействует с центрами головного института по направлениям исследования пластовых систем, контроля за разработкой месторождений, аналитического и геохимического сопровождения геологоразведочных работ.

В отделе были проведены на моделях пласта уникальные эксперименты по апробации технологии ультразвукового (руководитель работ – А.А. Латышев) и гидроимпульсного (руководитель работ – Ю.Г. Бураков) воздействия на истощенную газоконденсатную залежь, изучению закономерностей фазовых превращений газоконденсатной системы в пористой среде (руководитель работ – А.Н. Волков).

Постановка экспериментальных работ по ультразвуковому воздействию осуществлялась в сотрудничестве с ОАО «Концерн «Океан-прибор» и ЗАО «Геологика». Проведение экспериментов по физическому моделированию фильтрационных процессов, разработки месторождений, изучению влияния на процессы фильтрации пластовых углеводородных систем физических (акустического и гидродинамического) полей позволило получить результаты, на основе которых в перспективе могут быть созданы инновационные технологии повышения углеводородоотдачи пластов. Это направление становится чрезвычайно актуальным и в связи с ухудшающейся структурой запасов



Экспериментальные исследования на установке RUSKA-2370, А.И. Гомозов и В.В. Смирнов (2005 г.)



Рабочее совещание с сотрудниками ОАО «Концерн «Океанприбор» (2012 г.). Слева направо: А.А. Латышев (3-й), Н.С. Остроухов (5-й)



Проведение экспериментов на модели пласта, П.П. Ракк и А.В. Поляков (2016 г.)

ОИВТ РАН, ИГ УрО РАН) и ведущими научно-исследовательскими институтами (ВНИГРИ, ВНИИнефть), а также ведущими российскими университетами (МГУ, РГУ). Совместные научные исследования проводились как в рамках централизованных договоров с ПАО «Газпром», так и в рамках инициативных работ. Совместно с ИПНГ РАН выполнен цикл научно-исследовательских работ по изучению фазового поведения пластовых систем околокритического состава и научному обоснованию технологии извлечения жидких углеводородов, сорбированных в истощенной газоконденсатной залежи; с Институтом геологии Уральского отделения РАН и кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых МГУ им. М.В. Ломоносова, а также с ООО НИИЦ «Недра-тест» (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина) – по проблемам разработки и применения современных геохимических методов изучения пластовых систем; с Объединенным институтом высоких температур РАН – по вопросам физического и математического моделирования фильтрационных процессов в газоконденсатной залежи; с Институтом физической химии – по масс-спектрометрическим методам идентификации и определения углеводородного состава сложных углеводородных смесей. Участие в подобных совместных проектах имеет неопределимое значение для роста научного потенциала специалистов отдела.



Смена промысловых групп на Чайандинском НГКМ (2011 г.). Слева направо: С.В. Белко, С.Б. Горбовской, О.В. Ластовецкий, А.А. Турубанов, И.А. Шиков

углеводородов. К поисковым проектам, представляющим научный интерес, следует отнести экспериментальное моделирование процессов гравитационного оседания конденсата в неоднородной по коллекторским свойствам газоконденсатной залежи и оценку эффективности применения метода заводнения при вторичной добыче конденсата из техногенных оторочек (руководитель работ – А.В. Назаров).

При выполнении отделом научно-исследовательских работ особое внимание уделяется углублению сотрудничества с академическими (ИПНГ РАН,

Совместно с Корпоративным центром исследований пластовых систем (керна и флюиды), в состав которого отдел вошел в 2009 г., выполнены работы по исследованию объектов разведочных скважин на перспективных площадях газодобычи в Республике Саха (Якутия) (Чаяндинское и Тас-Юрьяхинское месторождения) и Иркутской области (Ковыктинское месторождение). По итогам промысловых работ на Чайандинском месторождении, характеризующемся аномально низкими термобарическими пластовыми условиями, разработаны ряд рекомендаций по исследованию низкопроницаемых объектов. Проведение первых

промыслово-исследовательских работ в период 2010–2012 гг. на Чаяндинском месторождении в сложных климатических и бытовых условиях, на труднодоступных объектах показало дееспособность промысловых служб и высокий уровень подготовленности специалистов.

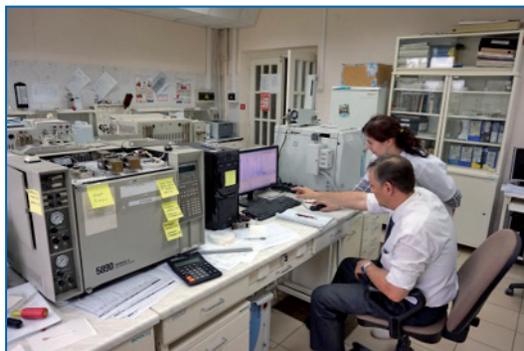
Последние выполненные совместные НИР включали научно-методические исследования в процессе опытно-промышленной разработки Ковыктинского ГКМ (ответственный исполнитель – А.В. Поляков) и составление программы развития корпоративной системы работ с керновым материалом и пластовыми флюидами.

К интересным проектам, выполненным сотрудниками отдела в последние годы, следует отнести проведение промысловых работ по обследованию системы сбора и подготовки природного газа и углеводородного конденсата на Южно-Соленинском и Северо-Соленинском месторождениях, обоснованию начальных характеристик пластовой системы Киринского НГКМ, разработке методических рекомендаций по хроматографическому контролю состава продукции Приразломного месторождения, изучению ультразвукового воздействия на коллекторы с высоковязкими нефтями Ярегского месторождения, аналитическому сопровождению трассерных исследований на Восточно-Сотчемью-Талыйюском нефтяном месторождении.

В настоящее время отдел способен решать задачи обоснования начальных и прогнозных параметров газоконденсатной характеристики в условиях ограниченности исходных данных, руководствуясь комплексными методами физического и математического моделирования, оценки эффективности технологий повышения углеводородоотдачи пластов на основе моделирования гидродинамических процессов, в том числе с применением физических полей и физико-химических методов воздействия на пласт. В отделе разработана и внедрена многоуровневая процедура оценки качества ГКИ; разработан экспериментальный метод диагностирования процессов прямого испарения на завершающей стадии



Общий вид замерной линии на скв. 321-63 Чаяндинского НГКМ (2011 г.).



Проведение хроматографических исследований, Л.В. Мачулин и О. Карманова (2017 г.).



Участники пленарного заседания международной конференции «Рассохинские чтения» (2013 г.). Слева направо: А.А. Латышев, Л.В. Юнусова, А.Н. Волков, В.В. Васильев, Л.В. Мачулин, Е.И. Панкратова, Т.А. Стрекаловская, А.В. Поляков

разработки месторождений; разработаны методики углубленного исследования состава конденсата методом хроматографии/масс-спектрометрии.

Дополнительно к традиционным видам работ отдел продолжает осваивать новые направления деятельности. Принято участие в подготовке исходных данных для проектирования технологических узлов и линий системы магистральных газопроводов «Северный поток-2», мониторинге качества транспортируемого газа по МГ Бованенково – Ухта. Выполнен комплекс работ по оценке степени герметичности (качества) рабочих горизонтов, в том числе перетоков между ними, в подземных хранилищах газа Кущевского, Пунгинского и Степновского ПХГ. Совместно с Центром добычи газа проведены работы по усовершенствованию системы предупреждения гидратообразования при промысловой подготовке газа на УКПГ АО «Ачимгаз» путем применения новых методов снижения расхода метанола и регенерации антигидратного реагента (руководитель работ – В.В. Васильев).

Опыт изучения глубокозалегающих месторождений Тимано-Печорской провинции стал настоящим плацдармом для подготовки специалистами отдела научных трудов и диссертационных работ. Научным руководителем этих работ являлся Р.М. Тер-Саркисов, уделяющий большое внимание становлению творческого потенциала специалистов отдела и оказывающий им помощь в подготовке работ. В отделе было защищено семь диссертаций (С.Н. Бедрак, Т.Н. Князева, И.Е. Долбилина, А.А. Новиков, А.А. Латышев, А.Н. Волков, В.В. Васильев). В процессе подготовки диссертационных работ значимую консультативную помощь оказывали специалисты ВНИИГАЗа В.И. Лапшин, Т.Д. Островская, Н.Н. Соловьёв.

В отделе большое внимание уделяется работе в области изобретательства. Коллективами специалистов отдела получено более 20 патентов Российской Федерации на изобретения и полезные модели, включающие современные методы отбора и исследования пластовых систем. Наиболее активное участие в изобретательской работе принимали Н.С. Остроухов, А.А. Латышев, В.В. Смирнов, В.В. Васильев, А.В. Поляков, М.М. Солодков и др. Данная работа имела важное практическое значение для развития направлений лабораторных и экспериментальных исследований пластовых систем.

На всем протяжении функционирования отдела основу коллектива преимущественно составляли выпускники Ухтинского государственного технического университета. Это были как молодые выпускники, так и уже состоявшиеся специалисты, пришедшие из производственных и сервисных компаний. Связь с УГТУ не прекращается по сей день, специалисты отдела участвуют в учебном процессе и выполнении совместных научно-исследовательских работ. Активное участие в ежегодных конференциях и семинарах, проводимых УГТУ, стало неотъемлемой частью повышения профессионального уровня молодых специалистов.

За свою яркую историю отдел в буквальном смысле стал кузницей высококвалифицированных кадров, которые, «возмужав», разлетелись по разным уголкам России и достойно представляют его, работая на различных производственных и научных предприятиях нефтегазовой отрасли. Коллектив отдела с благодарностью вспоминает своих ветеранов, внесших большой вклад в его становление и достижение высоких научных результатов, не забывает и благодарит всех сотрудников, плодотворно участвовавших в различные годы в производственной деятельности отдела.

Лаборатория физики пласта

Н.В. Савченко, А.Е. Рыжов

Лаборатория физики пласта была одной из первых, созданных во ВНИИГАЗе в 1948 г. Организатором и первым руководителем лаборатории был Арнольд Аркадьевич Ханин, более четверти века отдававший все силы ее развитию. В момент организации лаборатория, созданная на базе ЦНИЛ Союзгазразведки (с 1943 по 1949 гг. – Всесоюзный геолого-разведочный трест по поискам и разведке месторождений природного газа), временно располагалась в малоприспособленном для экспериментальных работ помещении на ул. Полтавская в Москве. В 1959 г., когда в поселке Развилка был построен первый лабораторный корпус ВНИИГАЗа, работа продолжилась в его специализированных, хорошо оснащенных помещениях.

А.А. Ханин руководил лабораторией, возглавляя направление науки о коллекторах в газовой отрасли, вплоть до своей кончины в 1975 г. В последующие годы реорганизаций в институте лаборатория меняла название, но сохранила свой коллектив и, по сути, всегда являлась лабораторией физики пласта. К руководству привлекались специалисты различных направлений исследований в области физики пласта. Игорь Алексеевич Копосов и Ярема Романович Морозович в сотрудничестве с Алексеем Владимировичем Дахновым акцентировали внимание на корреляции керновых исследований с данными ГИС и разработке петрофизических основ определения параметров коллекторов. С середины 1990-х гг. по 2009 г. лабораторией руководил Алексей Евгеньевич Рыжов, геолог широкого профиля, инициировавший развитие интегрированного подхода к исследованию сложных пластовых систем, что позволило охватить всю цепочку знаний, необходимых для прогноза их поведения и подчеркнуть роль физики пласта как связующего звена между геологией, геофизикой, математическим моделированием и проектированием разработки. Е.О. Семёнов, принявший руководство лабораторией в 2009 г., наибольшее внимание уделял литологическим проблемам при изучении пород-коллекторов и покрышек. При его участии в рамках Корпоративного центра в 2012 г. эти исследования были сконцентрированы в отдельной лаборатории. Д.М. Орлов, физик-экспериментатор, расширил спектр исследований по изучению многофазной фильтрации в сложнопостроенных коллекторах на современном экспериментальном оборудовании. В настоящее время лабораторией руководит Е.Л. Фомин. Лаборатория продолжает развивать комплексный подход к решению актуальных задач, выдвигаемых современной практикой разработки месторождений углеводородов, применяя методы физического и математического моделирования фильтрационных и геомеханических процессов в породах различных типов в связке с геологическим изучением пластовых систем.

Одно из приоритетных направлений в лаборатории с самого начала ее существования – разработка новых методов изучения терригенных и карбонатных пород-коллекторов и пород-покрышек и усовершенствование экспериментального оборудования.

Созданием методик определения содержания в коллекторах погребенной (остаточной) воды и их внедрением под руководством А.А. Ханина занимались к.г.-м.н. М.И. Колоскова, инженеры О.Ф. Корчагин, О.Б. Вагнер, проработавшие в лаборатории более 40 лет. В середине прошлого столетия в широкую

отечественную практику изучения структуры пустотного пространства и капиллярных характеристик коллекторов наряду с методом полупроницаемой мембраны был введен метод ртутной порометрии. Эксперименты осуществлялись на адаптированной силами лаборатории установке «Ртутный поромер ПА-3М» для изучения горных пород. За более чем 30-летний период усилиями М.И. Колосковой и техниками О.Ф. Пометовой и Г.М. Прудниковой исследованиями были охвачены породы-коллекторы всех вновь открываемых крупнейших месторождений страны.



Ртутный поромер Autopore 9520

В настоящее время изучение структуры пустотного пространства пород на компьютеризированной установке «Ртутный поромер Autopore 9520» продолжает Т.А. Перунова, специалист-экспериментатор высокой квалификации. Результаты всего объема исследований обобщены в обширном электронном архиве.

Большой вклад в разработку новых методов исследования пород, особенно карбонатных коллекторов, внесла д.г-м.н. К.И. Багринцева. Совместно с к.г.-м.н. Я.Н. Перьковой, к.г-м.н. А.Е. Рыжовым, литологом И.Г. Кремлевой были разработаны методики дифференцированного определения подсчетных параметров с учетом трещинной, каверновой и поровой составляющей.

К.И. Багринцевой проводились исследования сорбции углеводородов коллекторами на установке, разработанной в содружестве с известным ученым, сотрудником института Физической химии и электрохимии АН СССР, д.х.н. В.В. Серпинским. Затем развитие экспериментальных исследований в этом важном направлении продолжила к.г-м.н. З.И. Козловцева.

Усилиями лаборатории охарактеризованы типы пород-коллекторов и пород-покрышек на месторождениях крупных нефтегазоносных провинций страны: Тимано-Печорской, Прикаспия, Западной и Восточной Сибири, Краснодарского края, Дальнего Востока, Средней Азии. Отбор керна при бурении разведочных скважин проводился непременно при непосредственном участии геологов лаборатории.

В настоящее время в лаборатории изучаются продуктивные отложения месторождений континентального шельфа: Киринского, Штокмановского, Приразломного. Результаты изучения коллекторов использовались при обосновании подсчетных параметров и оценке запасов практически всех крупнейших месторождений страны: Медвежьего, Уренгойского, Бованенковского, Вуктыльского, Астраханского, Оренбургского. На основании обобщения результатов экспериментальных исследований А.А. Ханиным в 1969 г. была составлена классификация песчано-алевритовых коллекторов нефти и газа по классам проницаемости. В дальнейшем схема классификации была дополнена параметрами, отражающими строение порового пространства коллектора, широко используемыми и в настоящее время.

Одно из значимых направлений – экспериментальное исследование пород-покрышек как одного из элементов пластовых систем. Разработкой методики изучения пород-покрышек занимались К.А. Абдурахманов, О.Ф. Корчагин, М.И. Колоскова, Н.В. Савченко. Под руководством А.А. Ханина результаты обобщены и опубликованы в 1971 г. в виде оценочной шкалы экранирующей способности покрышек по давлению прорыва и параметрам структуры порового пространства. Исследования в этом направлении продолжились до настоящего времени Д.М. Орловым, Н.В. Савченко. А.И. Крикуновым разработана типизация пород-покрышек основных геологических месторождений Восточно-Сибирского региона и обоснованы геологические критерии надежности хранилищ для долговременного хранения гелия. Дальнейшее развитие работ в этом направлении заключается в комплексном подходе к обоснованию перспективности объектов для создания ПХГ, создании математической модели расформирования подземного хранилища газа, учитывающей физические механизмы потерь гелия.

С открытием и началом освоения месторождений Непско-Ботуобинской антеклизы успешно решались методические задачи, связанные с особенностями засоленных коллекторов и динамикой их поведения в процессе разработки. В первую очередь это относится к Чайндинскому месторождению – уникальному природному резервуару углеводородов. Совершенствование геологической модели Чайндинского месторождения, имеющего чрезвычайно сложное блоковое строение, проведено сотрудниками сектора геологической интерпретации к.г.-м.н. А.И. Крикуновым, геологом Н.Ю. Канунниковой под руководством заместителя Генерального директора ООО «Газпром ВНИИГАЗ» по науке А.Е. Рыжова.

Одним из важных направлений исследований лаборатории является изучение влияния пластовых условий на свойства горных пород и процессы многофазной фильтрации и их изменения. А.Е. Рыжовым, К.А. Абдурахмановым, Н.В. Савченко с 1980 по 1984 гг. был проведен цикл экспериментальных исследований аномальных явлений фильтрации газа в так называемых плотных или, как сейчас принято называть, нетрадиционных коллекторах. Эксперименты проводились в



Наталья Васильевна Савченко, к.г.-м.н.

условиях, моделирующих пластовые, на модернизированной установке УИПК производства завода «НефтеКИП».

В 2005 г. оборудование для физического моделирования пополнилось современной компьютеризированной установкой двухфазной фильтрации AutoFlood AFS. В экспериментальную группу входят А.П. Федосеев, А.А. Попов, недавно перешедший из отдела Корпоративного центра исследования пластовых систем (керна и флюиды) Ухтинского филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и молодой специалист А.В. Богданов.

С середины 1990-х гг. в лаборатории по инициативе А.Е. Рыжова при поддержке и научном руководстве д.т.н. Е.В. Шеберстова получили развитие направления комплексного физико-геолого-математического моделирования сложных пластовых систем и разработки методических рекомендаций по моделированию сложнопостроенных объектов. Активное участие в работах принимал специалист по программному обеспечению Б.В. Браташ. Одним из результатов работ явилось обобщение способов формирования эмпирической основы математических моделей, выработаны различные подходы к типизации коллекторов. В настоящее время под руководством Е.В. Шеберстова работает группа высококвалифицированных специалистов: А.Л. Ковалёв, Е.Л. Фомин, И.Ю. Корчажкина. Круг научных интересов этих специалистов довольно широк. Так, А.Л. Ковалёвым успешно решаются актуальные задачи разработки с применением комплексного физического и геолого-математического моделирования геомеханических процессов в породах различных типов, например, выбор оптимальных конструкций скважин и вариантов их заканчивания с использованием фильтрационно-прочностных моделей прискважинных областей. Специализация Е.Л. Фомина – гидродинамическое моделирование процессов разработки месторождений нефти и газа, в частности создание детальных моделей скважин различного профиля, стимулированных методом ГРП. Основное направление деятельности И.Ю. Корчажкиной – исследование новых технологий увеличения углеводородоотдачи на керновых моделях пласта и перенос результатов экспериментов на натурный объект.

Перспектива развития экспериментальных исследований коллекторов связана с обновлением лабораторного оборудования, внедрением современных методов изучения структуры порового пространства (таких как макро- и микротомография) под общим названием «Цифровой керн», позволяющих рассчитывать физические свойства пористой среды с использованием современных сетевых моделей течения флюидов в поровом пространстве, решеточных моделей Больцмана, методов молекулярной динамики.

О математическом моделировании пластовых систем в лаборатории физики пласта

Е.В. Шеберстов

Сочетание физического и математического моделирования является со времен Галилея и Ньютона основным инструментом познания материального мира. Вместе с тем в силу принципа разделения труда в современных НИИ специалисты по физическому и математическому моделированию часто разведены по разным лабораториям или отделам. В настоящей статье описан опыт взаимодействия специалистов обоих видов в рамках одного подразделения – лаборатории физики пласта (ЛФП), основанный на воспоминаниях и личных впечатлениях автора и ни в коей мере не претендующий на полноту картины, объективность оценок и абсолютную точность упоминаемых реалий (дат, названий подразделений и т.п.).

Предыстория

Сотрудничество автора с ЛФП началось в середине 1990-х гг. Этому предшествовал длительный период работы автора в институте, начиная с поступления в середине 1960-х гг. в лабораторию электронных вычислительных машин (ЭВМ). «Mädchen für Alles» – так иногда декларировал место этой лаборатории в институте ее руководитель Л.И. Гутенмахер, известный специалист по электронным аналоговым моделям. Это идиоматическое выражение (буквально – девушка для всех) в зависимости от контекста переводится как служанка, прислуга, мальчик на побегушках. Спрос на математическое моделирование тогда, действительно, был велик, и автору довелось поработать со специалистами в области транспорта газа, бурения, подземного хранения газа (ПХГ), разработки газовых месторождений. Задачи подземной гидродинамики наибольшим образом соответствовали вузовской специальности автора, окончившего кафедру вычислительной математики мехмата МГУ и специализировавшегося на численном решении дифференциальных уравнений.

В середине 1960-х гг. в институте при решении задач разработки и подземного хранения газа еще активно применялось аналоговое моделирование. Гидравлическая модель (гидроинтегратор Лукьянова) визуально представляла собой большой стеллаж, на котором были расставлены сосуды, соединенные калиброванными трубками. Уровень воды в сосудах имитировал давление в ячейках, потери давления при течении воды в трубках имитировали фильтрационные сопротивления. Методика моделирования, разработанная А.А. Хейном и его учеником М.С. Корочкиным, позволяла создавать полномасштабные модели ПХГ в водоносном пласте (проекты Калужского и Касимовского ПХГ).

Электроаналоговые модели применялись для расчета полей давления в газовых пластах, дренируемых системами скважин. Под руководством профессоров Л.И. Гутенмахера и Е.М. Минского и кандидатов наук С.Н. Бузинова и Г.А. Зотова были защищены диссертации: Ю.В. Фрумсон (1965 г.), Н.Г. Степанов (1968 г.), Ю.А. Поляков (1969 г.), В.Ф. Перепеличенко (1971 г.). Учитываемая в этих моделях физика позволяла моделировать продвижение газодляных контактов с учетом гравитации. В настоящее время аналоговое моделирование имеет лишь исторический интерес, а для гидродинамических расчетов используют универсальные ЭВМ.

Первой такой машиной в институте была ЭВМ семейства «Раздан». Разработана в Ереванском НИИ математических машин, оперативная память – 2048, 36 разрядных ячеек, скорость – 5000 операций в секунду. Вскоре появились ЭВМ семейства «Минск», затем машины семейства ЕС, ЭВМ RISK, затем персональные компьютеры и рабочие станции, завязанные в сеть.

С практическими задачами подземной гидродинамики автор познакомился, работая в отделе ПХГ (1973–1979 гг.). В это время для расчета создания и эксплуатации хранилищ активно применялись укрупненные модели типа «газовый пузырь в водоносном бассейне». Существовало много модификаций таких моделей. Источником вдохновения для автора, при создании своей модели, послужила статья¹ К.Н. Coats, в которой была введена функция влияния для описания реакции водоносного пласта на движение пузыря газа и предложен метод линейного программирования для ее определения. Большое впечатление произвела также монография² D.L. Katz, К.Н. Coats, которую автор перевел на русский язык совместно с М.А. Цайгером. Марку Аркадиевичу удалось организовать заказ на перевод книги в Мингазпроме. Объемистое (500–600 стр.) произведение в мягком желтом переплете охватывало весь комплекс проблем, связанных с созданием гидродинамической модели природного объекта. За перевод половины книги автор получил в центре переводов 600 руб. (две зарплаты старшего научного сотрудника).

Автор с благодарностью вспоминает дружный коллектив отдела ПХГ (руководитель – Вениамин Петрович Карпов), научного руководителя Станислава Николаевича Бузинова, методолога Абрама Львовича Хейна и многих специалистов геологов и технологов, с которыми ему довелось сотрудничать.

С начала 1960-х гг. в институте развиваются работы по численному решению задач фильтрации методом конечных разностей. Одной из наиболее успешных, по мнению автора, оказалась модель А.С. Малых (диссертация 1969 г.), которая позволяла вычислять двумерные поля давлений в газовом пласте, дренируемом системой вертикальных скважин. В 1975 г. защитил диссертацию А.К. Галимов, создавший первые в институте конечно-разностные модели двухфазной фильтрации газа и воды. В дальнейшем он разработал модели для газоконденсатных месторождений.

Работа активизировалась в конце 1970-х гг. с приходом в институт свежих сил из МГУ, Физтеха, МИФИ. В отделе, возглавляемом к.ф.-м.н. Г.П. Цыбульским, были подготовлены ряд диссертаций на актуальные темы: моделирование многокомпонентной фильтрации (В.С. Митлин), макроне-равновесная фильтрация (А.Б. Брысьев), применение метода конечных элементов (А.Ю. Джабраилов). Еженедельно проводился семинар по проблемам математического моделирования. Активная работа по численному моделированию многофазной фильтрации проводилась в отделе ПХГ С.Н. Бузиновым и его учениками.

В работах отечественных ученых были предложены эффективные численные методы. Однако отставание СССР в электронике приводило к отставанию в компьютерном моделировании. Масштабы отставания станут ясны, если сопоставить отечественные модели конца 1980-х гг. и модель трехмерной фильтрации, описанную К.Н. Coats³.

¹ Coats К.Н. Determination of aquifer influence functions from field data / К.Н. Coats et al. // JPT. – 1964.

² Katz D.L. Underground storage of fluids / D.L. Katz, К.Н. Coats. – 1968.

³ Coats К.Н. Simulation of three-dimensional, two-phase flow in oil and gas reservoirs / К.Н. Coats et al. // SPEJ. – 1967.

Созданные за рубежом численные модели составили гидродинамическую часть известных программных продуктов (VIP, ECLIPSE), объединяющих в единой среде средства для построения сеточных областей, расчета полей давления и насыщенности и визуального отображения результатов.

Революционные изменения, о которых в 1980–1990-х гг. «трубили» журналы SPE, способствовали началу работы автора в середине 1990-х гг. в лаборатории месторождений Прикаспия (руководитель – И.А. Леонтьев) над созданием комплексной математической модели Астраханского газоконденсатного месторождения (ГКМ). Геологические, коллекторские и физико-химические особенности, а также экологические проблемы этого объекта (сероводород, дельта Волги) общеизвестны. Геологическую основу модели составила сеточная двумерная область из 11000 ячеек. Данные о макроразонах повышенной и пониженной проницаемости предоставила Т.С. Бузина, флюидальная модель была разработана Л.Я. Непомнящим. Информацию о расположении скважин, истории разработки и прочих технологических реалиях обеспечивал В.Н. Чельцов. Мотор программы, алгоритм решения системы конечно-разностных уравнений, программировала и отлаживала И.Г. Степанова. При решении вопроса об определении межблочных проводимостей были привлечены сотрудники АФП (А.Е. Рыжов и Н.В. Савченко), изучавшие на керне фильтрационные свойства коллекторов и влияние на них эффективного напряжения.

Компьютерная модель многие годы выполняла функции постоянно действующей математической модели, которая использовалась для текущего анализа разработки, расчета проектных технологических показателей и долгосрочного прогнозирования работы Астраханского газохимического комплекса.

Контакт с АФП, возникший в процессе работы над моделью Астраханского ГКМ, продолжился и перешел в постоянное сотрудничество. Предметом объединенных усилий являлись три группы задач: вероятностные методы моделирования неоднородных геологических объектов, физическое и математическое моделирование флюидально-коллекторских систем и интегрирование разнородной информации.

Освоение вероятностных методов учета неоднородности

Как отобразить в цифровой модели геометрию геологического тела и свойства содержащихся в нем пород, располагая ограниченным объемом измерений? Как оценить неизбежную неопределенность такой модели? Вот основные задачи, для решения которых с середины 1980-х гг. за рубежом стали интенсивно привлекать компьютерные модели, использующие аппарат теории вероятностей и математической статистики, хотя основные методы геостатистики были предложены еще в 1960-е гг. в рудной геологии. Успеху этого направления во многом содействовала возможность визуализации цифровых образов. Красивые картинки создавали впечатление реальности.

В АФП была предпринята попытка применить эти методы к конкретным объектам для количественной оценки влияния неоднородности на такой показатель, как коэффициент газоотдачи. Собиралась по возможности полная информация об объекте (результаты анализа керна, ГИС и сеймики), и создавалась компьютерная программа, генерирующая «равновероятные» образы объекта, в каждом из которых воспроизводились все свойства, отнесенные к числу детерминированных (например, глубинные отметки и свойства интервалов в скважинах). Прочие данные (геометрия пластов и поля ФЕС в межскважинном пространстве) генерировались в соответствии со статистическими гипотезами (например, о масштабах неоднородности). Выполнив серию (обычно несколько десятков) гидродинамических расчетов, можно было

преобразовать геологическую неопределенность в технико-экономическую и оценить влияние различных факторов.

Подход был применен на нескольких объектах, начиная с Астраханского ГКМ. Исследовалось влияние неоднородности пласта на коэффициент извлечения газа при разработке в режиме истощения участков башкирской залежи (1995 г.). Масштабы неоднородности были оценены по данным сейсмоки, интерпретацию которых предоставил специалист в области сейсмических технологий С.А. Каплан, сотрудник ФГУП «ВНИИГеосистем». Модель случайного *непрерывного* поля использовалась для генерирования пространственного распределения ФЕС. По результатам моделирования изучалось влияние на расчетные показатели соотношения трех характерных масштабов: масштаба неоднородности поля ФЕС, шага сетки скважин и размера ячейки численной модели. Компьютерную реализацию обеспечил Б.В. Браташ, прекрасно умеющий «выжимать все возможное» из персонального компьютера.

Дискретная вероятностная модель «стохастических глин» была использована при оценке коэффициента конечной газоотдачи участков сеноманской залежи Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ) (1997–1998 гг.). В каждом варианте геологического строения воспроизводились интервалы пересечения глинистых линз с имеющимися на участке скважинами. Латеральные размеры и толщины линз задавались вероятностными распределениями. Расчет газоотдачи производился на модели двухфазной фильтрации.

Вероятностные методы генерирования моделей неоднородных пластов применялись на ряде объектов. Практически во всех случаях учет неоднородности оказывал негативное влияние на показатели разработки. Единственный, насколько помнится, пример положительного влияния показала модель разработки нефтяной оторочки Тазовского месторождения. Учет глинистых линз повлек замедление конусообразования.

Изучение отдельных процессов и эффектов

Изучение процессов массопереноса в насыщенных терригенных и карбонатных коллекторах и получение информации, необходимой для решения задач разработки месторождений углеводородов, составляет основную цель ЛФП. Привлечение математического моделирования расширило компетенции лаборатории, во-первых, за счет углубления интерпретации результатов лабораторных экспериментов, а во-вторых – благодаря возможности оценивать крупномасштабные проявления исследуемых эффектов.

Многофазная фильтрация – основной процесс, посредством которого пластовые флюиды перемещаются к эксплуатационным скважинам под действием градиента давления. Все многообразие взаимодействий флюидов и твердой матрицы описывается функциями относительных фазовых проницаемостей (ОФП) и капиллярных давлений, для определения которых проводят опыты на установках многофазной фильтрации. Опыт применения компьютерных моделей для интерпретации экспериментов был получен при определении ОФП образцов ядра Ен-Яхинского месторождения. Исследовалось влияние ряда факторов (неоднородность составной ядерной модели, концевые эффекты и т.д.), и было выяснено, что стандартная (по действующему ОСТ 39-235-89) обработка результатов экспериментов может иногда приводить к заметному искажению кривых. На основании этой работы были сделаны рекомендации (И.Ю. Корчажкина, С.Г. Рассохин, А.Е. Рыжов, В.М. Троицкий, Е.В. Шеберстов, 2012 г.), которые в дальнейшем использовались при выполнении аналогичных исследований для других объектов.

Аномальные процессы. Это условное название присвоено процессам, обычно не учитываемым при гидродинамических расчетах (течение с предельным градиентом, адсорбция, капиллярная конденсация, гидродинамическая дисперсия, неизотермичность). Их исследование было в центре внимания АФП при разработке документа Р Газпром «Методика дифференцированной оценки газоконденсатоотдачи коллекторов различного типа» (2014 г.).

Агенты вытеснения нефти. При выборе агентов вытеснения нефти на Чайяндинском НГКМ были созданы математические модели лабораторных опытов на установке трехфазной фильтрации и геолого-фильтрационные модели фрагментов залежи. Характеристики процессов, полученные при воспроизведении экспериментов, использовались при моделировании разработки фрагментов. Серьезные трудности пришлось преодолеть при воспроизведении лабораторных экспериментов и выполнении прогнозных расчетов закачки раствора полимера (А.Л. Ковалёв), диоксида углерода (Е.Л. Фомин), водогазового воздействия (И.Ю. Корчажкина).

Засолоненный коллектор. Наличие твердой соли в коллекторах характерно для месторождений Восточной Сибири. Низкая минерализация закачиваемой в пласт воды приводит к растворению соли и изменению коллекторских свойств. Физическое и математическое моделирование процесса выполнялось в 2015–2016 гг. (руководитель НИР – к.ф.-м.н. Д.М. Орлов). Путем воспроизведения опытов на установке «Автофлуд» определены кинетические коэффициенты реакции растворения, после чего оценивалось влияние растворения на показатели разработки двух характерных (мало соли – много соли) участков нефтяной оторочки.

Неравновесность. В настоящее время совместными усилиями специалистов по физическому и математическому моделированию изучается эффект неравновесности фазовых переходов на различных этапах разработки газоконденсатных месторождений. Одна из основных проблем состоит в выборе теоретической модели. Дело в том, что практически все расчетные соотношения термодинамики многофазных систем (вычисление летучестей и т.д.) получены для равновесных состояний.

Процессы увеличения углеводородоотдачи. Математическое моделирование играло существенную роль в обширном цикле работ, выполненных под руководством д.т.н., профессора Р.М. Тер-Саркисова, направленных на комплексное изучение особенностей разработки газоконденсатных месторождений. Результаты работ по этой проблематике изложены в ряде монографий и статей (Н.А. Гужов, М. Фадеев, В.С. Митлин, А.Н. Шандрыгин, С.В. Киреев и др.).

Создание математических моделей сложных процессов, протекающих в глубинных пластах, требует соответствующей теоретической подготовки. При работе по аварийной тематике автору для этих целей было достаточно двух томов курса Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица: «Гидродинамика» и «Теория упругости». Для выполнения перечисленных выше работ эту базу пришлось расширить, включив в нее еще два тома: «Статистическая физика» и «Физическая кинетика».

Геолого-фильтрационные модели и проектирование

Развитие компьютерных комплексов породило повышенный интерес к методологии интегрирования разнородной информации в единую геолого-фильтрационную модель. Создание такой модели часто является решающим событием работ по составлению проекта разработки месторождения. Вместе с тем сама модель, в отличие от проекта, не рассматривается как товарный

продукт, что затрудняет получение финансирования на ее изготовление. Поэтому АФП стремилась получать и получала заказы на составление проектных документов. Задачи математического моделирования и исследования керна полностью выполнялись силами лаборатории, а для получения прочей информации привлекались соисполнители.

Ачимовская залежь. Важным этапом освоения комплексного подхода к моделированию явилась работа по созданию в 1997–2000 гг. технологической схемы опытной эксплуатации второго лицензионного участка ачимовской залежи Уренгойского НГКМ. Это была одна из первых (а, возможно, и первая) проектных работ для такого сложнейшего объекта. В результате был приобретен ценный организационно-методический опыт. В частности, удалось создать команду, объединяющую специалистов в области геологии, сейсмологии, геофизики, термодинамики, а также технологов и экономистов.

В методическом плане полностью удалось пройти цепочку построения вероятностной геологической модели на основании интегрирования данных сейсмологии, ГИС и исследований керна (С.А. Каплан, А.Е. Рыжов). Обработка сейсмических профилей с помощью вариограмм позволила оценить масштабы корреляции. Вероятностная геологическая модель включала блок геометризации (интерполяция поверхностей методом кригинга) и блок построения полей пористости и проницаемости с учетом неоднозначности связи пористость – проницаемость, выявленной при исследованиях керна.

В геологическую модель была введена карта расчлененности, которая влияет на продуктивность наклонных скважин. Были также оценены рациональные размеры трещин ГРП для пластов различной проницаемости. Для расчета вариантов разработки с применением сайклинг-процесса была создана компьютерная модель двумерной двухфазной фильтрации многокомпонентной смеси.

Программный комплекс объединял генератор геологических моделей и блок гидродинамического расчета. Все программы были написаны на языке Фортран. Комплекс был реализован на персональном компьютере (Б.В. Браташ). Для визуализации полей программы комплекса были увязаны с пакетом Surfer.

Моделирование разработки участка для серии «равновероятных» образцов геологического строения позволило оценить неопределенность запасов газа и конденсата и прочих технологических показателей. Было исследовано влияние темпа отбора на продолжительность «полки» – периода постоянной добычи.

Опыт построения математической модели ачимовской залежи был использован при выполнении в 2011 г. договора с ООО «Газпром добыча Уренгой», в соответствии с которым исследовалось влияние совместной и раздельной эксплуатации объектов A_{3-4} и A_{5-6} на конденсатоотдачу (ответственный исполнитель – Е.А. Фомин).

Томские месторождения. В начале 2000-х гг. АФП были созданы комплексные геолого-фильтрационные модели ряда объектов Томской области и подготовлены проектные документы для Казанского, Мыльджинского, Северо-Васюганского месторождений (руководитель НИР – А.Е. Рыжов).

Несмотря на относительно небольшие запасы, Казанское газоконденсатонефтяное месторождение считается одним из наиболее сложных объектов разработки ОАО «Газпром». Проект опытно-промышленной эксплуатации был выполнен в 2003 г. Сложностью геологического строения отличалось Мыльджинское месторождение, разбитое системой тектонических нарушений на блоки, в пределах которых присутствовали небольшие нефтяные оторочки.

Повышенное внимание было уделено интерпретации гидродинамических исследований скважин. Заслуживает внимания методика, предложенная А.А. Ковалёвым для анализа нестационарных исследований. В ней использовано понятие функции влияния и применен метод линейного программирования для вычисления этой функции. Для диагностических целей строится график логарифмической производной функции влияния.

Геомеханика

С проблематикой геомеханики автор познакомился, сотрудничая с В.Д. Малеванским – руководителем лаборатории бурения. Основная тематика сотрудничества, которое продолжалось четверть века, была связана с различными способами ликвидации (глушения) аварийных фонтанов и перетоков на газовых и нефтяных скважинах. За консультациями к Владимиру Дмитриевичу обращались буровики всего Союза. «Букет» задач, возникавших в процессе выбора способа глушения, включал в основном задачи газодинамики. К компетенции геомеханики относились вопросы гидроразрыва пласта или смятия обсадных колонн.

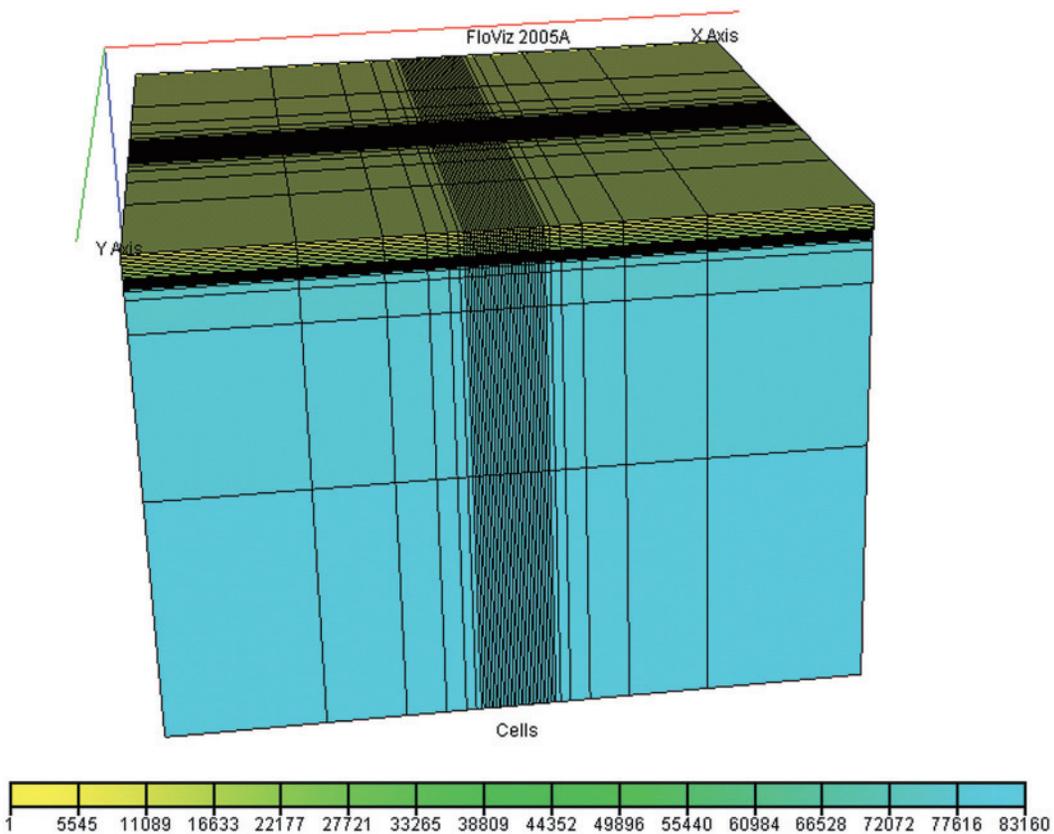
Более глубокое знакомство с задачами и методами геомеханики произошло в 2000–2001 гг., когда по инициативе С.Н. Бузинова автор выполнил детальный обзор работ (в основном зарубежных) по физическому и математическому моделированию процессов разрушения пород в окрестности скважин, дренирующих пласты слабосцементированных пород. В последующие годы эту тематику в отделе ПХГ развивал д.ф.-м.-н. М.В. Пятахин.

Очередной всплеск интереса к геомеханической проблематике возник в 2008–2009 гг. при оценке опасности пескопроявления на скважинах Штокманского ГКМ. Работа проводилась совместно со специалистами фирмы Total и Института проблем механики (ИПМех РАН). Рабочую группу нашего института возглавлял директор Центра исследований нефтегазовых пластовых систем А.Е. Рыжов. Российские специалисты получили возможность ознакомиться с современными моделями горных пород, численными методами решения задач пластичности и новым исследовательским оборудованием.

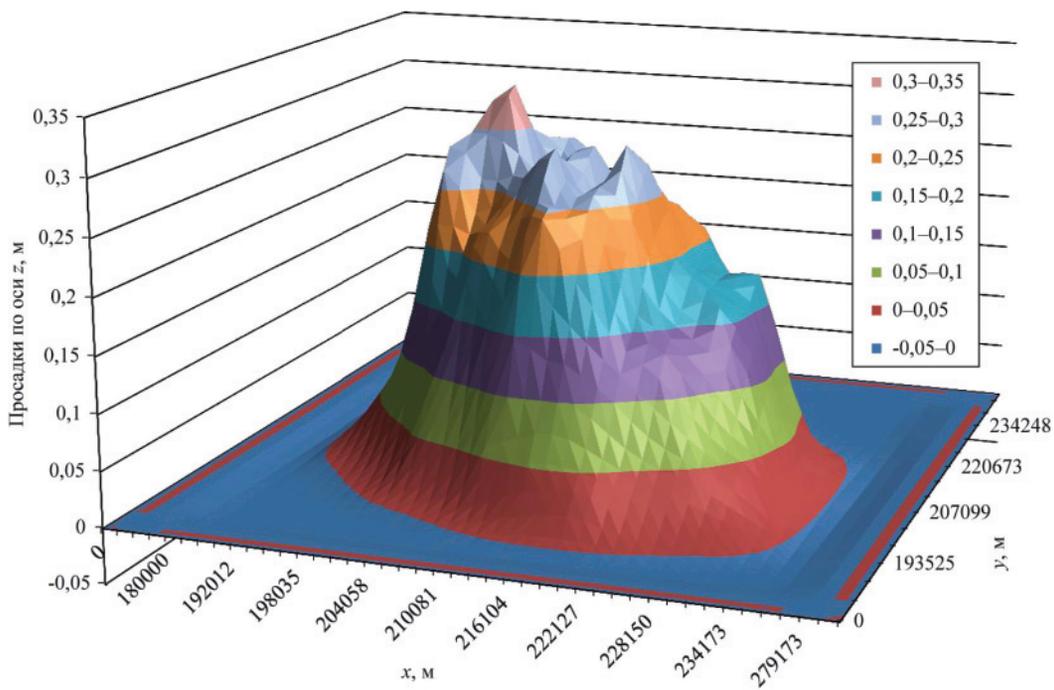
С этого времени в ЛФП началась работа над собственными фильтрационно-прочностными моделями (А.А. Ковалёв, Е.В. Шеберстов) и освоением коммерческих продуктов ANSYS, ECLIPSE – Geomechanics. При этом лишней раз подтвердилась необходимость тестирования закрытых программ. В овладении теоретическими основами механики горных пород и грунтов большую помощь автору оказал В.М. Ковех – сотрудник лаборатории надежности и ресурса ГТС.

Работа по Штокмановскому ГКМ велась в тесном сотрудничестве с группой специалистов ИПМех РАН (Ю.Ф. Коваленко, М.Ю. Титоров и др.), в распоряжении которых имелась уникальная испытательная система трехосного независимого нагружения (ИСТНН). Это сотрудничество было продолжено, в частности, при оценке риска разрушения призабойной зоны пласта для месторождений Приразломное (2009 г.), Киринское (2012 г.), Ковыктинское (2015 г.). Также совместно с ИПМех РАН изучалось влияние твердых солей, содержащихся в коллекторе Чаяндинского НГКМ, на его прочностные свойства (2014 г.).

В рамках проекта освоения Штокмановского ГКМ было выполнено моделирование проседания дна моря вследствие снижения давления в продуктивных пластах и окружающем водоносном бассейне (2014 г.). При численном моделировании А.А. Ковалёву удалось преодолеть ряд трудностей, связанных



Общий вид сетки геомеханической модели Штокмановского ГКМ
(масштаб по оси z увеличен в 10 раз)



Поверхность вертикальной просадки
(вариант с учетом влияния разломов)

с различием областей распространения гидродинамических и геомеханических возмущений.

Таким образом, на данный момент ЛФП приобрела опыт моделирования локальных (окрестность скважины) и глобальных процессов деформирования и разрушения горных пород, инициированных разработкой нефтяных и газовых месторождений.

Участие лаборатории в проектах института

Накопленный в ЛФП опыт был востребован при выполнении институтом ряда нестандартных проектов.

В 2006–2007 гг. институт получил престижный заказ на выполнение проекта по созданию ПХГ в куполе Жень-11 истощенного нефтяного месторождения Женьцю (Китай). Условия договора включали требование применения опции двойной среды композиционной модели ECLIPSE, с помощью которой необходимо было воспроизвести историю разработки (30 лет) и оценить дополнительную добычу нефти на этапе функционирования хранилища с учетом гравитационного дренажа и диффузии. Используя особенности геологического строения, удалось создать одномерную модель и компьютерную программу (на языке Фортран), а затем привлечь опцию ECLIPSE, позволяющую рассчитывать диффузию. Кроме того удалось оценить неопределенность прогнозных показателей ПХГ (А.А. Ковалёв, Е.В. Шеберстов).

В 2007–2008 гг. ЛФП принимала участие в выполнении договора по анализу методов разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Добыча углеродов из таких объектов требует привлечения внешних по отношению к продуктивному пласту воздействий. Были определены направления совершенствования математических моделей для расчета этих воздействий.

Утилизация кислых газов на Астраханском ГКМ намечалась с целью повышения производительности промысла. Для отработки технологии была подготовлена геолого-фильтрационная модель полигона и выполнено моделирование различных режимов закачки утилизируемых фракций. Для оценки термического воздействия закачиваемого агента на прочность пласта моделировалось неизотермическое течение газа по стволу нагнетательной скважины и в ее окрестности. Для оценки опасности прорыва кислых компонентов в соседние скважины учитывалась гидродинамическая дисперсия.

Проект разработки Чайядинского НГКМ – еще один престижный проект института, в выполнении которого участвовали Корпоративный центр исследования нефтегазовых пластовых систем и входящая в его состав ЛФП.

Задачи с применением математического моделирования касались в основном разработки нефтяной оторочки ботубинской залежи. Помимо упомянутых выше работ по выбору агентов воздействия изучалась возможность создания непроницаемого барьера между нефтяными и газонасыщенными интервалами разреза. Результаты математического моделирования внесли существенные коррективы в выводы, сделанные по результатам физического моделирования на керновых моделях.

Вычислительный эксперимент

Вычислительный эксперимент (ВЭ) определяют как эксперимент над математической моделью исследуемого объекта или процесса. Достоинства ВЭ очевидны: он часто (но не всегда) дешевле и доступнее физического и при этом позволяет моделировать условия, которые нельзя создать в лаборатории. Для того чтобы результаты ВЭ имели познавательную ценность, необходимо получить адекватное математическое описание процесса, разработать чис-

ленный алгоритм и компьютерную программу и обосновать исходные данные. Конечно, следует помнить, что ВЭ не может заменить физический эксперимент, необходимый для получения фундаментальных знаний.

Приведенному выше определению ВЭ соответствуют многие из выполненных в АФП работ, например моделирование участков реальных залежей для оценки влияния явлений и эффектов, локальные проявления которых исследованы на керновой модели.

Менее прямолинейным было применение ВЭ для оценки разрешающей способности стандартных методов интерпретации ГДИС в условиях, не вполне соответствующих заложенным в эти методы предпосылкам.

Интересным примером использования ВЭ может служить оценка возможностей использования 4-мерной сейсмики для мониторинга обводнения сеноманских месторождений Западной Сибири (Е.А. Фомин). С помощью гидродинамической модели определялось продвижение воды. По формуле Гассмана вычислялся объемный модуль упругости насыщенной среды и зависящий от него акустический импеданс. В результате моделирования рассчитывался куб импеданса на ряд моментов времени. По этим синтетическим кубам можно определить момент, начиная с которого продвижение воды можно надежно контролировать сейсмикой.

Совершенствование математического обеспечения

В 1990-е гг. шла активная дискуссия между сторонниками и противниками перехода на зарубежные программные продукты при составлении проектов разработки отечественных месторождений. Аргументы сторонников – очевидные преимущества пользовательского интерфейса, наличие средств построения сеточных моделей и визуализации результатов. Аргументы противников – закрытость программ, стоимость лицензий и технической поддержки, а также опасность оказаться в зависимости от потенциальных противников. Победили сторонники, и в настоящее время при создании геологических и гидродинамических моделей используются почти исключительно зарубежные программные продукты. Собственные разработки применяются в основном на этапе предварительных, оценочных и экспертных расчетов, в частности с целью проверки правильности использования закрытых зарубежных продуктов. Учитывая современную геополитическую обстановку, следует ожидать продолжения дискуссии. В перспективе, когда будут вводиться в разработку месторождения с трудноизвлекаемыми запасами, проблема открытости продукта для пользователя будет только обостряться. Кроме того, эта проблема может перерасти в более сложную, состоящую в невозможности рассчитать новую технологию добычи, еще не рассмотренную за рубежом и не нашедшую отражения в коммерческих продуктах.

В последние годы предпринимались попытки создать отечественные продукты, конкурентоспособные в части спектра обслуживаемых технологий и качества пользовательского сервиса. Сотрудники АФП в 2009 г. участвовали в тестировании пакета программ TIMEZYX, идеология которого в части численных методов поддерживалась ИПМ РАН им. М.В. Келдыша.

Более перспективным отечественным продуктом на сегодняшний день является, по мнению автора, программа tNavigator, в тестировании которой принимал участие сектор математического моделирования АФП (А.А. Ковалёв, И.Ю. Корчажкина, Е.А. Фомин). Кроме того благодаря наличию специальной опции эта программа была использована (с разрешения владельцев) при оценке влияния засолонения коллекторов Чаяндинского НГКМ на показатели разработки.

Вопросы совершенствования математического обеспечения для задач моделирования нефтегазовых пластовых систем находятся в центре внимания сектора моделирования. Интерес представляют два направления: расширение спектра моделируемых физических процессов и совершенствование расчетных методов. Располагаемые ЛФП средства программирования позволяют создавать собственные компьютерные модели исследуемых процессов. Правда, этот вид деятельности обычно не включается в технические задания с вытекающими отсюда последствиями.

Преподавательская работа

На базовой кафедре Центра читается обязательный курс «Математическое моделирование нефтегазовых пластовых систем», а также два курса по выбору «Вычислительная подземная гидродинамика» и «Геомеханика». Подготовлено несколько магистерских диссертаций.



Лекция д.т.н Евгения Викторовича Шеберстова по математическому моделированию (2014 г.)

Заключение (уроки и перспективы)

Одним из мотивов, подвигнувших автора на переход в ЛФП, было впечатление об ослаблении или даже утрате полноценной взаимосвязи между экспериментальными исследованиями и практикой гидродинамических расчетов при проектировании. Разрыв был не так велик, когда компьютерные программы создавались в институте. Появление «кнопочных» моделей снизило требования к инженеру-проектанту в части понимания физической сути моделируемых процессов.

Содержание настоящей статьи иллюстрирует попытки построения моста между физикой пластовых систем и проектантами. Автору трудно судить,

достроен ли этот мост. Голоса с того берега доносятся редко. Можно лишь констатировать, что взаимодействие специалистов по физическому и математическому моделированию в ЛФП позволило экспериментально изучить ряд важных для практики процессов в масштабе керна и оценить влияние выявленных эффектов на показатели разработки месторождений или их характерных участков. Вместе с тем вопрос о рациональном организационном оформлении такого взаимодействия в масштабе Корпоративного центра и института требует специального анализа.

Теперь несколько слов о перспективах сложившегося в ЛФП физико-математического симбиоза. В русле основной тематики физики пласта целесообразно организовать систематичную работу по созданию математического обеспечения для планирования и интерпретации стандартных и специальных лабораторных исследований. Мотивом для этого рода деятельности служит недостаток нормативных материалов, регламентирующих проведение стандартных и специальных экспериментов по определению свойств коллекторов и флюидов для проектов разработки. Это направление будет развиваться по мере появления новых объектов, новых технологий, новых видов лабораторного оборудования. Кроме того наличие математического обеспечения служит показателем уровня Корпоративного центра исследования нефтегазовых пластовых систем и повышает его рейтинг.

В тематике головного института отрасли, безусловно, должна присутствовать геомеханическая проблематика, в решении которой опыт ЛФП был бы весьма полезен, причем не только опыт решения прочностных задач, но и опыт построения полей гидродинамических и механических свойств неоднородной геологической среды.

На повестке дня сектора математического моделирования ЛФП – переход к активной деятельности по освоению новых уравнений состояния и моделей фазовых переходов, а также к моделированию неизотермических процессов.

Деятельность по совершенствованию математических моделей не должна ограничиваться рамками макроскопического описания процессов. В частности, необходимо освоение идеологии, закладываемой в проект «Цифровой керн». Здесь также может быть полезен опыт применения моделей геостатистики к обработке результатов томографии.



**ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА
(ОПЫТНЫЙ ЗАВОД) – ПОДДЕРЖКА НАУКИ**

С.В. Дробышев

Как и весь институт, Опытнo-экспериментальная база отмерила очередной 10-летний рубеж своей функциональной деятельности.

За этот период при непосредственном сотрудничестве с научными подразделениями института выполнен комплекс мероприятий по развитию функциональных возможностей Общества в области проведения экспериментальных исследований и испытаний.

На территории базы существенно обновилась инженерная инфраструктура, для научных лабораторий института созданы новые рабочие места, оснащенные современным исследовательским, испытательным и лабораторным оборудованием.

Выполненные в эти годы персоналом Опытнo-экспериментальной базы (ОЭБ, в настоящее время – Опытнo-экспериментальный центр), инженерными службами Общества и дочерним предприятием ООО «ПМК-3 ВНИИГАЗ» работы обеспечат на долгие годы востребованность реконструированных объектов на территории ОЭБ.

Истории становления и развития института и Опытного завода неразрывно связаны между собой. Сохранившиеся альбомы фотографий свидетельствуют о тесном научно-производственном и жизненном сотрудничестве целых династий ученых института и работников Опытного завода.

Имеющийся архив конструкторской документации на совместно разработанные с научными подразделениями оборудование, исследовательские стенды и установки констатирует необходимость для института территории ОЭБ.

В книге «ВНИИГАЗ: этапы большого пути», выпущенной в 2008 г. к 60-летию ООО «ВНИИГАЗ», в очерке «Завод окнами в поле» были отражены исторические моменты функционирования Опытного завода.

Предпосылкой для создания в 1950-е гг. Опытной базы явилась необходимость экспериментального подтверждения, а затем и внедрения в отрасли разрабатываемых институтом технологических процессов и оборудования.

Создание в 1952 г. под руководством академика Н.Н. Семёнова (Институт химической физики АН СССР) опытнo-промышленной установки по получению формальдегида из природного газа при участии А.М. Маркевича, А.Б. Налбандяна и Н.С. Ениколопова, а также специалистов ВНИИГАЗа А.Н. Иванова, А.А. Анисоняна и С.Ф. Гудкова подтвердило целесообразность создания опытнo-производственной базы для ускоренной реализации задумок и разработок ученых.

Длительный период территория Опытной базы функционировала с временными инженерными коммуникациями, производственными мастерскими, которые на начальных этапах развития были размещены в малоприспособленных для этого сооружениях ангарного типа.

В 1954 г. было построено первое здание (в настоящее время – здание 017), в котором разместились дирекция Опытной базы и административные службы. В данном здании располагались технологическая установка для получения ацетилена (разработка вниигазовцев под руководством к.т.н. А.А. Анисоняна, начальник установки – В.Ф. Кузьмин) и установка для изучения адсорбционных процессов (разработка вниигазовцев под руководством к.т.н. А.А. Халифа, начальник установки – Т.П. Короленко).

В 1955 г. на Опытной базе была создана Центральная заводская лаборатория, которая обеспечивала проведение разностороннего аналитического контроля и выполнение компонентных анализов сложных углеводородных смесей, масел, смол, газовых конденсатов, сталей и других материалов.



Опытный завод (Опытная база) в 1960-х гг.

В 1956 г. была построена первая очередь производственной мастерской (в настоящее время – здание 013), оснащенной станками. Появилась возможность изготовления исследовательских установок и оборудования для изучения и разработки технологических процессов.

В 1962 г. решением Главгаза СССР Опытная база была реорганизована в Опытный завод ВНИИГАЗа.



Опытный завод (Опытная база) в 1960-х гг.

Основной задачей созданного предприятия было проведение экспериментальных работ для подтверждения результатов теоретических исследований, проводимых институтом, в обеспечение решения технических и технологических проблем, возникавших при добыче, транспортировке и хранении газа, разработке месторождений и переработке газа, проектировании и сооружении объектов газовой отрасли.

В 1960–1970-е гг. постепенно формировалась производственная инфраструктура Опытного завода, создавались и укомплектовывались необходимыми специалистами отделы и подразделения, способные решать задачи научных подразделений института и проектных организаций отрасли.

На Опытном заводе в разные годы функционировали проектно-конструкторское бюро, центральная заводская химическая лаборатория, механический цех, ремонтно-эксплуатационный цех, отдел технического надзора и комплектации, участок КИП и автоматики, электромонтажный и технологические цеха.

Опытный завод постепенно оснащался необходимыми техническими средствами и оборудованием для изготовления единичных и мелкосерийных образцов изделий, приборов, запорной арматуры, средств автоматизации, исследовательских установок и испытательных стендов.

Для решения научных и технологических задач на территории Опытного завода в разные годы создавались и функционировали исследовательские объекты:

- установка для получения чистых углеводородных газов (в настоящее время – здание 011); производимая на установке продукция обеспечила практически полностью потребности многих научно-исследовательских институтов в чистых индивидуальных газах;

- установка по абсорбционной очистке газа и регенерации абсорбента, пилотная адсорбционная установка осушки и очистки природного газа, установка получения сероводорода (в настоящее время – здание 008);

- установка по сжижению природного газа (СПГ), технологические блоки которой впоследствии длительное время эксплуатировались в составе установки по осушке газа и регенерации гликоля (в настоящее время – здание 017 и прилегающая территория);

- установка пиролиза, на конструктиве которой впоследствии появилась исследовательская установка по отработке технологий эксплуатации газовых скважин на поздней стадии разработки месторождений (в настоящее время – здание 006 и прилегающая территория);

- автоклавный цех, оснащенный автоклавами собственного производства и другим оборудованием для проведения различных испытаний материалов на коррозионную стойкость (в настоящее время – здание 042).

Одним из важнейших направлений деятельности Опытного завода являлись разработка и освоение совместно с институтом новых технологических и производственных процессов, в том числе:

- по нанесению антикоррозийного покрытия на внутренней поверхности труб, применяемых для строительства газопроводов;

- изоляции труб диаметром от 720 до 1020 мм и малых диаметров;

- изготовлению лифтовых теплоизолированных труб различного конструктивного исполнения;

- изготовлению фильтров скважинных типа ФСК, в том числе и бескаркасного типа;

- сооружению гравийно-намывных фильтров;

- изготовлению термостабилизаторов грунтовых оснований фундаментов различных объектов (скважины, газопроводы, здания, дороги, мосты) в районах вечной мерзлоты;

- изготовлению регулятора давления газа для газораспределительных станций;

- созданию малогабаритных установок (МГУ) для получения широкофракционного топлива непосредственно на промыслах методом переработки добываемого газового конденсата. Установки с производительностью от 4 до 50 тыс. т топлива в год были созданы для газоконденсатных и нефтяных месторождений Уренгоя, Западной Сибири, Томской и Оренбургских областей, Якутии, Казахстана и Украины.

Произведенное на установках топливо использовалось для заправки автомобильной и строительной техники, работающей на месторождениях, что позволило исключить сезонный характер доставки топлива из других регионов.

По мере производственной реализации технологий изготовления опытных образцов и проведения их испытаний разработанные образцы оборудования осваивались профильными серийными заводами и отраслевыми производственными предприятиями, а также производились Опытным заводом самостоятельно:

- комплекты блочные «Сокол-2» и «Сокол-4», предназначенные для контроля работы скважин северных месторождений;

- автоматическая система для эксплуатации скважин «Ласточка-73», предназначенная для непрерывного удаления жидкости из скважины;

- автоматические комплексы для плунжерного лифта, оборудование плунжерного лифта;

- эжекторы газовые типа ЭГ-7, ЭГ-9, ЭГ-13;

- автоматизированные передвижные электростанции типа ЭП-16, ЭП-100;
- пылеуловители циклонные для ГТК, ГПА и ГТ;
- комплексы катодной защиты автоматизированные;
- газовые заправщики ЗГ-ЗМ.

В апреле 1986 г. приказом Мингазпрома Опытный завод ВНИИГАЗа вошел в состав НПО «Союзгазтехнология» на правах структурной единицы.

Большой вклад в развитие Опытного завода в различные годы внесли ученые ВНИИГАЗа и работники Опытного завода: А.Е. Корнилов, В.П. Казарян, С.Н. Бузинов, В.С. Смирнов, А.И. Давыдов, В.С. Цветков, Н.Я. Зайцев, Ю.Н. Васильев, З.А. Набутовский, В.Д. Сулимин, В.Г. Антонов, В.И. Шулятиков, З.Т. Галиуллин, Г.Э. Одишария, В.В. Пчёлкин, А.М. Сиротин, Ю.А. Лаухин, В.А. Щуровский, В.Н. Вязёнкин, А.Г. Сиротин, В.Г. Николаев, А.Н. Машков, А.А. Ковальчук, Б.П. Шевелев, Г.Я. Косяков, В.В. Макеев, Е.В. Подольская, М.Ф. Прасолов, Л.П. Кошечкин, А.А. Сиротин.

В декабре 1996 г. Опытный завод был реорганизован в Опытно-экспериментальную базу ВНИИГАЗа, впоследствии став структурным подразделением института.

К большому сожалению, экономически сложный и нестабильный период в 1990-е гг. не обошел стороной и Опытно-экспериментальную базу.

Происходили характерные для этого времени процессы: сокращение объемов и номенклатуры работ, задержки оплаты работ, неритмичный выпуск продукции, задержки реализации проектов и уменьшение количества персонала.

На территории базы масштабно организовывалась аренда производственных и вспомогательных помещений под непрофильные институту производства и складское хранение. Тем не менее в начале 2000 г. на базе производился выпуск профильной для отрасли продукции:

- оборудование для обустройства скважин противопесочными гравийными фильтрами;
- мультикассетные кольцевые сетчатые сепарационные насадки (МКН);
- парогенераторы и змеевики для паровых установок;
- комплексы лубрикаторные ЛКС типа «Журавль»;
- комплексные воздухоочистительные устройства (КВОУ);
- устройства дистанционной сигнализации УСГ-4-2; 4-3;
- измерительно-технологические комплексы для скважин «Пингвин».

По заявкам научных лабораторий в большом количестве проводилось изготовление образцов и их испытания.

В 2004 г. на территории началась реализация проекта 1-го пускового комплекса строительства ОЭБ Отраслевого научно-технического центра (ОНТЦ), в состав работ которого входили строительство стендовой установки получения синтетических жидких топлив (здание 101, СЖТ) и реконструкция инженерной и технологической инфраструктуры базы. Генеральным подрядчиком выполняемых работ являлось дочернее предприятие ООО «ПМК-3 ВНИИГАЗ» (К.С. Манукян, Ю.Г. Архипов, Г.Н. Кирносов, Ю.Ф. Перцев, К.Р. Яхъяев).

В 2007 г. на территории ОЭБ после проведения капитального ремонта здания 010 начала функционировать лаборатория защиты окружающей среды, для которой в здании была размещена экспериментальная установка по обработке технологии производства биопрепаратов.

Строительное и технологическое исполнение капитального ремонта здания стали ориентиром при создании условий для размещения научных лабораторий на территории базы в последующие периоды.



Здание 010 и лабораторное помещение

В 2006–2007 гг. инженерно-техническим персоналом ОЭБ совместно с научными подразделениями была произведена оценка технического состояния производственного, исследовательского, испытательного оборудования Общества. На основе результатов проведенной оценки были сформированы перспективные планы работ по модернизации установок и стенов, разработке конструкторской и технологической документации на новые и модернизируемые исследовательские и испытательные стенды, что позволило обеспечить производственную загрузку подразделений ОЭБ на длительный период. Наличие структурированной информации об оборудовании и принадлежности его к научным лабораториям позволило подготовить для руководства института предложения по размещению научных лабораторий на территории базы.

На расширенных заседаниях Ученого совета в 2007 г. были рассмотрены текущее состояние и перспективы развития базы, а летом 2008 г. одобрены и поддержаны предложения о создании условий для формирования на территории базы экспериментально-опытного комплекса института. Предложения руководства ОЭБ предусматривали перемещение из малоэффективноиспользуемых зданий производственных подразделений и оборудования в инженерный корпус 063, а также проведение реконструкции внутренних помещений высвобождаемых зданий для размещения в них персонала научных лабораторий из корпусов 1 и 2, расположенных на территории ОНТЦ.

С 2008 г. территория ОЭБ на несколько лет превратилась в большую строительную площадку, начался многолетний период развития территории и совместной работы по решению управленческих, организационных и функциональных задач руководства института, научных работников лабораторий и руководителей научных центров, инженерно-технических работников и руководства ОЭБ, подразделений направления деятельности главного инженера. Здания и помещения высвобождались от арендаторов и оборудования, хранящихся материалов. Практически одновременно на территории базы были начаты работы по полной перепланировке помещений в зданиях 011, 013, 020, 041 и 111, а также по частичной перепланировке помещений в зданиях 008, 016, 017, 019 и 063.

С раннего утра и до позднего вечера в ритме ударной стройки персоналом ПМК-3 и ОЭБ выполнялись работы по подготовке складского сооружения 111 к его новому функциональному назначению в качестве Отраслевого хранилища. В сооружении обустривались вентиляция, освещение, помещения для размещения специального оборудования по обработке ядерного материала. Работы предусматривали создание лабораторных и офисных помещений для функционирования научных лабораторий Центра исследований пластовых

систем и технологического моделирования. Обустройство кернохранилища осуществлялось в две очереди.

25 февраля и 27 марта 2009 г. на территории ОЭБ прошли открытие и торжественная презентация Центра пластовых систем и технологического моделирования и первой очереди Отраслевого кернохранилища ОАО «Газпром» емкостью 76 тыс. пог. м кернового материала для централизованного хранения. На открытии Отраслевого кернохранилища присутствовали руководители Департамента стратегического развития и Департамента добычи газа, газового конденсата, нефти ОАО «Газпром». На презентации присутствовали член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор А.И. Гриценко, руководивший институтом в 1977–2000 гг., представители ОАО «Газпром» и его дочерних обществ (ООО «Газпром добыча Оренбург», ООО «Бургаз», ООО «Севморнефтегаз» и др.), которые были ознакомлены с Отраслевым кернохранилищем, лабораториями и экспериментальным оборудованием Центра в здании 019.

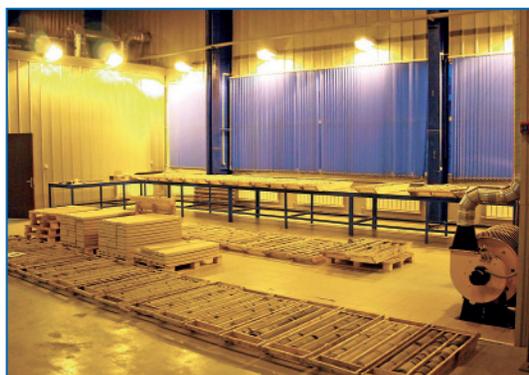
После завершения работ по обустройству второй очереди Отраслевого кернохранилища общая емкость хранения керна увеличилась до 184 тыс. пог. м. Объект начал функционировать как производственно-технологический комплекс, оснащенный лабораторным, технологическим и производственным оборудованием.

Участие персонала ОЭБ в комплексе работ на этапе завершения строительства и ввода в эксплуатацию стендовой установки получения синтетических жидких топлив (СЖТ и ДМЭ) в какой-то степени можно считать профессиональным вызовом его инженерно-техническому персоналу. В июле 2008 г. генеральным подрядчиком ПМК-3 завершался комплекс строительно-монтажных работ, предстояло проведение пусконаладочных работ и комплексного опробования оборудования установки на функционирование в проектных технологических режимах.

Стендовая установка представляла собой исследовательский комплекс, размещенный в отдельном здании (101 ОЭБ) и включающий пять технологических блоков (три – для отработки стадии синтеза Фишера – Тропша и два – для отработки синтеза ДМЭ), системы подачи газов и энергосред, контроля загазованности и вентиляции, а также печь дожигания отходящих газов. В качестве сырья для работы установки использовался модельный синтез-газ заданного



Реконструкция инженерной и технологической инфраструктуры ОЭБ



Отраслевое кернохранилище (здание 111)

(А.В. Мамаев, С.А. Сиротин, Д.А. Мирошниченко), а также в соответствии с Постановлением Правления ОАО «Газпром» «О разработке технологии и создании индустрии производства синтетических жидких топлив в ОАО «Газпром». Для своевременного выполнения поставленных задач требовалось как можно скорее приступить к проведению комплексных научно-исследовательских работ на установке. За неполные полтора года инженерно-техническим персоналом ОЭБ был пройден путь от ознакомления с проектом и оборудованием установки до непосредственного и ключевого участия в организации пусконаладочных работ, их проведении и вводе установки в эксплуатацию, а в дальнейшем и в работах по проведению совместно с учеными экспериментальных исследований. Специалистами ОЭБ была проведена ревизия оборудования и приборов, разработаны и внедрены технические решения, направленные на повышение эффективности и безопасности работы установки, в том числе:

- проведена перекомпоновка и выполнена дополнительная теплоизоляция технологических блоков для снижения тепловых потерь;

состава, имитирующий циркуляционный газ промышленного цикла синтеза СЖТ, подаваемый со склада баллонов, оснащенного разрядными рампами. Для управления технологическими режимами на установке была создана автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП). В состав установки также входил комплекс аналитического контроля, включающий лабораторные и поточные хроматографы, а также лаборатории химического и физико-химического анализа. В ходе проведения экспериментальных работ на установке предполагалось решить следующие основные задачи:

- провести отработку режимов стадии синтеза и параметров восстановления, разработки и пассивации катализаторов получения СЖТ;
- провести экспериментальную проверку разработанной математической модели процесса Фишера – Тропша;
- провести исследования и оптимизацию термодинамических параметров процесса с целью выдачи рекомендаций по технологическим режимам;
- исследовать особенности работы выбранного типа реактора;
- сравнить эффективность отечественных и зарубежных катализаторов.

Работы выполнялись в рамках договорных обязательств Центра переработки газа и жидких углеводородов

- установлены и введены в АСУ ТП дополнительные точки контроля температуры синтез-газа и слоя катализатора;
- разработана и изготовлена модернизированная реакторная насадка;
- доработана технологическая схема блоков для повышения эффективности отбора и снижения потерь жидких и твердых продуктов синтеза.

По разработанным специалистами ОЭБ техническим решениям была произведена корректировка проектной документации. Совместно с пусконаладочной организацией были проведены индивидуальные испытания систем стендовой установки, ее комплексное опробование на инертной среде и синтез-газе в круглосуточном, многодневном и непрерывном режиме функционирования. В период комплексного опробования стендовой установки были получены первые образцы синтетических углеводородов.

В декабре 2009 г. от администрации Ленинского района Московской области было получено разрешение на ввод в эксплуатацию 1-го пускового комплекса. Объект был принят на баланс ОАО «Газпром» и передан в аренду ВНИИГАЗу.

Под руководством инженерного направления института (В.Н. Ершов, В.Н. Спасов, Н.Г. Неробеев) на территории базы были построены склад баллонов, пожарный резервуар, насосная станция пожаротушения, печь дожигания, противопожарный водопровод протяженностью 1372 м, ливневые канализации протяженностью 1206 м, локальные участки хозяйственно-питьевого водопровода, канализации, газоснабжения и тепловых сетей. Выполненный комплекс работ обеспечил условия для функционирования территории ОЭБ в качестве экспериментально-опытного комплекса.

В период 2009–2011 г. на территории базы были практически завершены работы по капитальному ремонту внутренних помещений зданий и обеспечению в них инженерных и технологических коммуникаций для функционирования научных лабораторий.



Стендовая установка получения СЖТ (здание 101)



Рабочие места персонала научных лабораторий в реконструированных зданиях ОЭБ

Постепенно на территории ОЭБ начали функционировать научные лаборатории: гидрогеологии, биотехнологических исследований, промышленных газогидратных, адсорбционных и мембранных технологий, физико-химических свойств газа, испытаний и сертификации, метрологического надзора, химико-аналитическая, защитных покрытий, специальных труб и коррозионностойких материалов, электрохимической защиты, разработки технологий строительства скважин, технологий строительства и капитального ремонта скважин ПХГ, метрологического обеспечения, стандартизации, комплексных исследований углеводородных систем, физического моделирования многофазных процессов, физики пласта, геолого-промышленных исследований, геологии и централизованного хранения керна и пластовых флюидов, каталитических и адсорбционных процессов, газовой серы, химической переработки углеводородов, масел и смазочных материалов, методического обеспечения предпусковых и пусковых операций, технологий строительства и ремонта трубопроводов, сварки и контроля, освоения и заканчивания скважин ПХГ, перспективных ПХГ, эксплуатации и ремонта скважин, ингибиторной защиты, проектирования и анализа разработки сероводородсодержащих месторождений, технологического проектирования ПХГ.

Опытно-экспериментальная база института с 2011 г. стала территорией консолидированного использования ее инженерных и технологических возможностей.

Летом 2012 г. подразделения ОЭБ вошли в состав структурного подразделения Опытно-экспериментального центра (ОЭЦ). Для выполнения заявок на выполнение работ от научных подразделений института подразделениями ОЭЦ задействовано более 95 % имеющихся производственных ресурсов подразделения, 100 % имеющихся ресурсов для выполнения экспериментальных исследований, испытаний и опытно-конструкторских работ. Более 85 % производственных работ выполняются для изготовления стендов и установок, специального испытательного и технологического оборудования института.

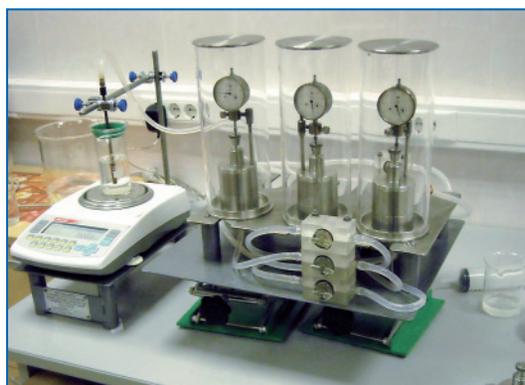
Подразделениями ОЭБ и ОЭЦ создано и модернизировано более 40 единиц экспериментальных стендов и установок, испытательного и лабораторного оборудования, в том числе:

- стенд абсорбционной осушки газа и регенерации гликолей;

- стенд для исследования процессов гидротранспорта шлама в наклонно направленных и горизонтальных скважинах;
- стенд для исследований теплотехнических характеристик теплоизолированных лифтовых труб;
- стенд для исследования процессов и результатов свинчивания-развинчивания резьбовых соединений труб нефтяного сортамента;
- стенд для испытаний образцов на коррозионное растрескивание под напряжением;
- лабораторная установка для изучения процессов взаимодействия глин с жидкими углеводородами;
- стенд коррозионного мониторинга для систем электротехнической защиты;
- стенд для испытаний оборудования неразрушающего контроля и диагностирования;
- стенд многофункциональный гидродинамический;
- установка для проведения испытаний образцов катализаторов процессов доочистки отходящих газов процесса Клауса («Сульфрен», прямое окисление сероводорода, каталитическое гидрирование диоксида серы);
- технологический блок получения синтетических углеводородов;
- стенд по отработке технологий эксплуатации газовых скважин на поздней стадии разработки месторождений.

Для завершения институтом комплекса экспериментальных работ на стендовой установке получения СЖТ

инженерно-техническим персоналом ОЭЦ и научной лабораторией были разработаны предложения по созданию модернизированного блока СЖТ с блоком получения синтез-газа. Предложения были поддержаны руководством института и функциональным заказчиком ПАО «Газпром». В кратчайшие сроки собственными силами оборудование было изготовлено, смонтировано, адаптировано к стендовой установке, налажено и введено в эксплуатацию. Узел СЖТ включал в себя блок получения синтез-газа пароуглекислотной конверсией метана и два блока получения синтетических углеводородов, способных работать при проведении экспериментальных исследований как последовательно, так и параллельно, а также систему циркуляции синтез-газа. Реализованные технические решения позволили институту рационально и эффективно выполнить необходимый объем экспериментальных



Оборудование, разработанное и изготовленное специалистами ОЭЦ и ОЭБ



Оборудование стендовой установки СЖТ после модернизации

исследований, результаты которых легли в основу разработки технико-экономических предложений по созданию опытно-промышленной установки мощностью 100 тыс. т/год, одобренных Правлением ПАО «Газпром» (постановление Правления от 12.09.2014 № 38).

Одним из примеров развития и расширения функциональных возможностей имеющегося в институте исследовательского оборудования можно считать работы, проводимые ОЭЦ для модернизации оборудования стенда по отработке технологий эксплуатации газовых скважин на поздней стадии разработки месторождений (здание 006 и прилегающая территория). На протяжении многих лет научными подразделениями без ущерба выполнялись гидродинамические исследования процессов течения газожидкостных потоков в трубопроводах, персоналом ОЭЦ проводились последовательные действия по созданию востребованного на долгие годы исследовательского и инновационного объекта. В ходе модернизации стенда, выполненной собственными силами, технически реализованы возможности:

- всесезонного использования стенда при изучении процессов газожидкостных потоков в вертикальных скважинах;
- процессов течения газожидкостных потоков;
- исследования процессов течения газожидкостных потоков в наклонно направленных скважинах;
- измерения скорости распространения упругих колебаний в движущемся (стесненном трубой) газовой потоке;
- отработки технологий эксплуатации скважин с применением ПАВ;
- фиксирования, архивирования измеряемых параметров в ходе исследований.

Созданный и востребованный для научных исследований объект является уникальным инструментом для отработки новых технологий по эффективной эксплуатации скважин.

На текущий период территория базы обеспечена необходимыми инженерными сетями и коммуникациями:

- электрическими мощностями;
- технологическими трубопроводами природного газа, сжатого воздуха и технологических газов;
- структурированными кабельными сетями;
- системами обеспечения доступа и охраны;
- системами пожарной сигнализации и пожаротушения.

На территории оборудованы рабочие места и созданы условия для производственной деятельности 37 научных лабораторий 12 научных центров института, подразделений ОЭЦ и ремонтно-эксплуатационной службы института. Для выполнения работ в научных лабораториях и подразделениях ОЭЦ имеются более 700 единиц лабораторного, испытательного, экспериментального и измерительного оборудования, в том числе более 60 экспериментальных и исследовательских стендов.

Большой вклад в выполнение комплекса работ и мероприятий по развитию функциональных возможностей объектов на территории базы внесли:

А.М. Кожуханов, В.А. Киселёв, А.М. Крутлов, А.М. Скороходов, Ю.Н. Кузнецов, Ю.В. Самарин, Н.А. Петров, А.А. Поляков, А.С. Ермилов, Н.А. Попов,



Стенд по отработке технологий эксплуатации газовых скважин на поздней стадии разработки месторождений

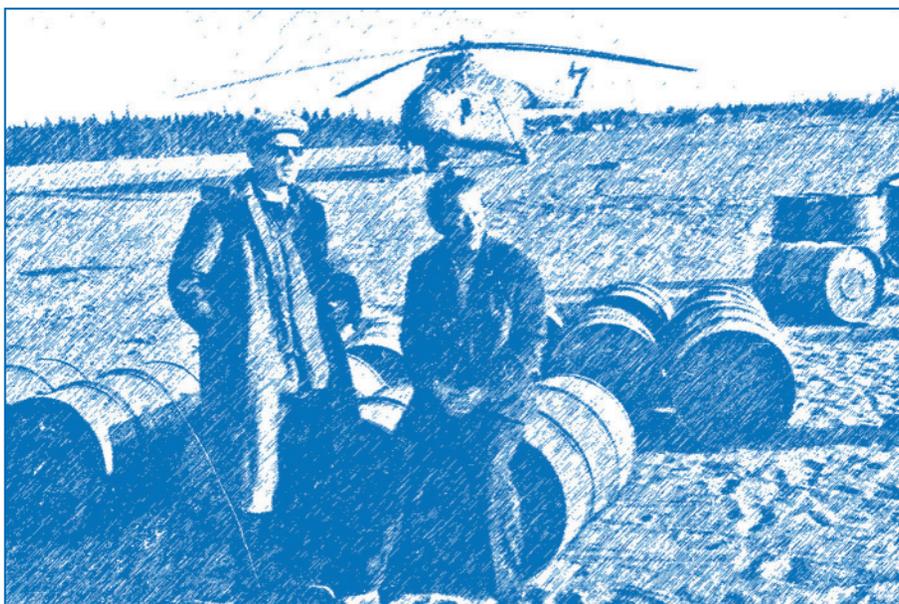


Коллектив ОЭЦ (2017 г.)

С.Г. Лантратов, А.А. Бочков, М.В. Арбузов, П.В. Подгорнов, А.Ю. Небогатов, А.В. Полетаев, Б.А. Кумейко, С.В. Дробышев, А.Н. Хотеевков, С.А. Бородин, А.И. Пискунов, М.А. Коновалов, Е.К. Бюнау, М.В. Зимина, А.К. Каменский, М.А. Ермолин, А.В. Щербаков, И.В. Бульчев, В.М. Пищухин, Ю.М. Найда и другие работники ОЭБ и ОЭЦ.

На сегодняшний день ОЭЦ является многопрофильным структурным подразделением института, неразрывно связанным с комплексным решением совместно с научными подразделениями института различных по сложности научных и технологических задач.

Многолетний опыт реализации инновационных проектов наряду с высокой квалификацией персонала дают возможность институту собственными силами разрабатывать и создавать нестандартное исследовательское, испытательное и лабораторное оборудование, опытные образцы изделий отраслевого назначения по полному технологическому циклу.



**ФИЛИАЛ ООО «ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ»
В Г. УХТА**

В.В. Сергеева

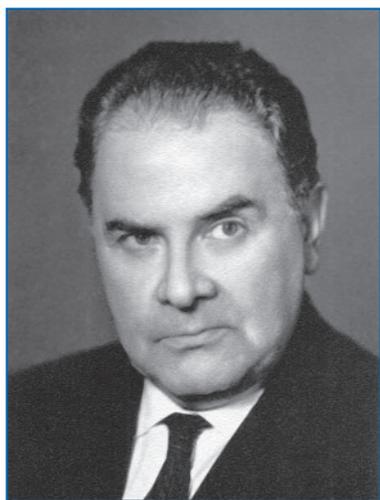
В самом центре Республики Коми находится Ухта – город уникальной судьбы, город нефтяников и газовиков, ученых и студентов. Широкую известность Ухта получила благодаря обнаруженным здесь выходам нефти, о чем свидетельствует Двинская летопись XV в. Сведения о том, что в нефтяных скважинах отмечен еще и приток газа, появились только в конце XIX – начале XX вв.

Началом промышленного освоения края стал 1929 г. В начале июля к месту дореволюционных разработок северной нефти была направлена геологоразведочная экспедиция ОГПУ, сформированная из политзаключенных и вольнонаемных рабочих, ученых и инженеров. Нелегкий путь закончился 21 августа высадкой членов экспедиции на левый берег реки Ухты.

В течение последующих 30 лет в регионе была сформирована мощная топливно-энергетическая база. Республика выдвинулась на одно из первых мест среди нефтегазодобывающих районов страны. Принимая во внимание огромный потенциал Тимано-Печорской провинции, возникла необходимость проведения системных научных исследований.

9 июля 1960 г. в Ухте была создана лаборатория разработки нефтяных и газовых месторождений, которая вошла в состав Печорского научно-исследовательского угольного института (ПечорНИУИ, г. Воркута). Она стала первым в республике специальным научно-исследовательским подразделением, которое занялось проектированием и анализом разработки месторождений, интенсификацией добычи и изучением перспектив развития нефтегазодобывающей отрасли региона. Организовал и в течение пяти лет возглавлял лабораторию талантливый инженер и ученый Михаил Александрович Бернштейн. Научное руководство по проектированию разработки было возложено на Гельмута Рейнгольдовича Рейтенбаха. Именно это подразделение численностью всего 20 человек и стало прародителем современного ухтинского филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

В 1961 г. на базе лаборатории разработки и лаборатории обогащения ярегских руд организовали Ухтинский нефтегазовый отдел (УНГО) ПечорНИУИ. Появилась возможность расширить направления исследований, для чего были созданы пять научных подразделений – лаборатории разработки нефтяных и газовых месторождений; физики и термодинамики; интенсификации и техники добычи; нефтешахтная; экономических исследований нефтегазовой промышленности и машиностроения.



Михаил Александрович
Бернштейн

Михаил Александрович Бернштейн, доктор технических наук, лауреат Сталинской (Государственной) премии II степени, отличник социального соревнования РСФСР, почетный нефтяник СССР, отличник нефтяной промышленности.

Блестящий организатор, основоположник базовых научных направлений филиала. Принимал участие в освоении Седьельского, Войвожского, Нибельского, Западно-Тэбукского и других месторождений региона, проектировании и строительстве Ухтинского (Сосногорского) газоперерабатывающего завода. Под его руководством проведена практическая организация газового промысла в условиях Крайнего Севера. В начале 1960-х гг. обеспечил грамотное научное сопрово-

ждение буровых работ на Вуктыле, а затем и активное участие специалистов возглавляемого подразделения в разработке проекта опытно-промышленной эксплуатации месторождения.

За время производственной деятельности М.А. Бернштейном выполнено более 80 фондовых научно-исследовательских работ в области разведки нефтяных и газовых месторождений, сбора и транспорта нефти и газа, а также создан ряд изобретений, два из которых награждены дипломами Всесоюзного комитета по делам изобретений при Совете министров СССР.

Из воспоминаний Юрия Ивановича Ляпкало, в 1961–1964 гг. – старшего лаборанта лаборатории разработки нефтяных и газовых месторождений, в 1964–1966 гг. – инженера лаборатории интенсификации и техники добычи, в 1966–1967 гг. – техника лаборатории экономических исследований, в 1967–1973 гг. – инженера, старшего инженера лаборатории интенсификации и техники добычи нефти и газа, в 1973–1981 гг. – заведующего отделом научно-технической информации:

«...Любая работа начинается с людей. Задача руководителя – создать в коллективе дружескую, творческую обстановку. И Бернштейн с ней блестяще справлялся. Он умел подбирать людей, убеждать их, находить единомышленников. При этом привлечь высококвалифицированных специалистов было не очень просто, так как оклады на производстве были существенно выше, чем в науке.

Его удивительная энергия и самоотдача в работе увлекали людей, а количество научных идей просто поражало. Специалисты отдела не всегда даже успевали их по-настоящему осмыслить, а Михаил Александрович уже предлагал новые. Благодаря усилиям Бернштейна отдел довольно быстро оснащался новейшими приборами и техникой для научных исследований. Уже первые отчеты, которые защищались на совместных заседаниях Ученого совета и представителей производственных организаций, были высоко оценены и создали авторитет нашего отдела среди специалистов нефтегазопромыслов...»

Первым отчетом отдела, выпущенным в 1961 г., стала работа по составлению схемы разработки первого поля Нижне-Омринского месторождения (руководители – М.А. Бернштейн, А.А. Попов). В этом же году были подготовлены данные для составления проекта разработки и обустройства крупнейшего в Тимано-Печорской провинции Западно-Тэбукского нефтяного месторождения, а также проделана большая работа по изучению причин низкой эффективности гидроразрыва пласта (ГРП) на месторождениях Ухткомбината.

В те годы считалось, что в условиях Коми АССР применение гидроразрыва для интенсификации добычи не принесет ожидаемых результатов. Однако полученные в ходе исследований данные красноречиво говорили об обратном. В 1962 г. под руководством начальника



Нижне-Омринское нефтяное месторождение. Закрепление ключами буровой трубы (1955 г.)



Западно-Тэбукское нефтяное месторождение.
Подготовка манометра ДГМ-4 для записи
давления в скважине (1969 г.).
Слева направо: Н.А. Мельничук, Г.М. Марченко,
Н.Ф. Кучумов, А. Ильин



Западно-Тэбукское нефтяное месторождение.
По пути на буровую (1960 г.).
Первый справа – С.М. Вышенский



Пашнинское нефтяное месторождение.
Буровая № 53. Осмотр отработанного
алмазного долота (1963 г.).
Слева направо: С.М. Вышенский, М.Н. Матвеев,
А.А. Плетнев

лаборатории интенсификации и техники добычи В.И. Белова начался эксперимент по увеличению нефтеотдачи методом ГРП, в результате чего дебит скважин продемонстрировал почти семикратный рост. Учитывая успех эксперимента, новую технологию вначале было решено внедрить на промыслах Войвожского нефтепромышленного управления, а потом распространить на другие месторождения Ухткомбината.

В 1963 г. специалисты отдела подняли вопрос об использовании попутного нефтяного газа в качестве топлива. Революционная для своего времени идея нашла отражение в технико-экономическом докладе «О целесообразности организации производства сжиженных газов и газобензина на базе попутных газов Западно-Тэбукского месторождения». «Стоимость всех сооружений окупится в течение ближайших двух лет. <...> Экономия от организации производства сжиженных газов в Коми АССР составит по предварительным расчетам в 1970 г. около 8 млн руб. Кроме того, сжиженный газ получают такие города, как Мурманск, Архангельск и др., которые даже в отдаленной перспективе остаются в стороне от основных потоков транспорта газа по газопроводам», – отмечалось в работе. В последующем было проведено исследование свойств попутного газа нефтяных месторождений Ухткомбината, произведена оценка их ресурсов, в сотрудничестве с производителями разработан проект по получению товарной продукции. Всерьез рассматривался вопрос о создании газобензино-

вого производства в Коми АССР. Однако по ряду причин от реализации этой идеи в регионе отказались.

В сентябре 1963 г. распоряжением ВСНХ Совета министров СССР и приказом Государственного производственного комитета по газовой промышленности УНГО был передан в состав Всесоюзного научно-исследовательского института природных газов (ВНИИГАЗ) и стал называться Ухтинским нефтегазовым отделом ВНИИГАЗа.

Из воспоминаний Георгия Райчева Авджиева, в 1963–1967 гг. – заместителя начальника, руководителя группы нефтешахтной лаборатории, в 1967–1970 гг. – начальника нефтешахтной лаборатории:

«...В 1960-х гг. отраслевых министерств не было, наукой ведали комитеты по координации. То ли по указанию Комитета, то ли по другим причинам, вдруг решили, что нефтешахтная лаборатория в ПечорНИУИ не по профилю. Я был в командировке, когда на Ярегу приехал заместитель директора ПечорНИУИ и сказал сотрудникам: «Ищите себе другую крышу. Если останетесь, имейте в виду, что будете у нас на самом последнем счету». А еще через пару дней к нам заглянул руководитель лаборатории разработки нефтяных и газовых месторождений М.А. Бернштейн и предложил вместе с коллективом перейти во ВНИИГАЗ. Я удивился: «Мы же не подходим по профилю!». Бернштейн парировал: «Директором ВНИИГАЗа является Фома Андреевич Требин, а он – бывший председатель Госкомитета по науке и технике СССР. Гарантирую, все будет в порядке. А почему я вас зову? Одна лаборатория – это лаборатория, а две – уже отдел». Быстро оформили соответствующие документы и образовали Ухтинский нефтегазовый отдел ВНИИГАЗа.

Когда наша лаборатория начала «обрастать» оборудованием, нам отдали здание нефтенасосной на Яреге, где в открытой траншее на глубине двух метров проходили трубы. По одной прокачивали нефть, по другой пар. Нефть просачивалась через задвижки и «жарилась» на паровой трубе. А мы дышали этими испарениями. Некоторые результаты наших экспериментов, выполненных в тех условиях, до сих пор используются на Яреге. На их основе совместно с руководителем нашей лаборатории А.В. Чернорицким и сотрудником института ГИРЕДМЕТ я получил первое авторское свидетельство, датированное ноябрем 1963 г. и запатентованное на имя ГИРЕДМЕТа и ВНИИГАЗа...»

К началу 1964 г. были получены новые данные, существенно расширяющие перспективы газоносности Тимано-Печорской провинции. Возникла объективная необходимость в проведении дополнительных геологических исследований – анализе полученной информации, оценке запасов газа, газового конденсата и т.п. Для решения этих вопросов в УНГО создается группа «Геологоразведочные работы».



Геологическая экспедиция в районе р. Унья.
(1968 г.)



Описание геологического обнажения, р. Ер-Яга, Карская впадина (1973 г.). Слева направо: Ф.И. Енцова, В.С. Мултанова

Из воспоминаний Виктории Семёновны Мултановой, в 1965–1979 гг. – старшего инженера лаборатории геологии, в 1979–1991 гг. – старшего инженера лаборатории разработки газовых и газоконденсатных месторождений:

«...Геологическую группу возглавлял ветеран геологии Олег Александрович Солнцев. Он был одним из самых опытных и авторитетных специалистов в Ухте. Его взгляды на геологию Тимано-Печорской провинции нередко не совпадали с мнением других геологов, что приводило к жар-

ким дискуссиям и создавало ему репутацию человека неудобного, «колючего». Но благодаря его взглядам в Тимано-Печорской провинции была открыта целая группа месторождений углеводородов, с поисково-разведочными работами вышли в новые районы, где его прогнозы подтвердились.

Старшим научным сотрудником группы геологии был Василий Романович Родыгин. К этому времени он уже несколько лет проработал в системе Ухткомбината, прошел все ступеньки: от коллектора до заместителя начальника нефтеразведочной экспедиции по геологии. Меня всегда поражало то обстоятельство, что он держал в памяти сведения о большом количестве разнообразных скважин – опорных, параметрических, а также поисковых и разведочных, пробуренных на разных площадях. Василий Романович – человек немногословный, добрый и покладистый до тех пор, пока дело не касалось тех геологических проблем, по которым он уже составил свое мнение. В последнем случае спорить с ним было трудно или даже бесполезно.

С 1966 г. нашу лабораторию геологии возглавлял Андрей Яковлевич Кремс. Человек немолодой, он большую часть времени работал в своем кабинете на улице Студенческой (ныне улица Кремса, а кабинет превращен в музей), куда со своими вопросами и для консультаций приходили геологи буквально из всех геологических организаций города, в том числе очень часто и сотрудники нашей лаборатории. Один раз в неделю, по вторникам, он обязательно приезжал к нам. О его появлении мы заранее знали, так как по коридору разносился запах мужского одеколона. Все, кому надо было с ним встретиться, уже знали: Кремс приехал! – и направлялись к нему со своими вопросами. Я не раз наблюдала, как в своем кабинете Андрей Яковлевич беседовал с посетителями. Он спокойно переключался с одной проблемы на другую, всегда доброжелательно и внимательно (обязательно настроив свой слуховой аппарат) выслушивал, обсуждал, советовал. Но при этом был совершенно непреклонен, когда дело касалось его убеждений и позиций как в работе, так и в других вопросах...»

Интерес ВНИИГАЗа и Мингазпрома к Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции еще более возрос после открытия в октябре 1964 г. крупнейшего на севере европейской части страны Вуктыльского месторождения. Оно отличалось крупными размерами, значительными запасами, сложным геологическим строением, большим этажом газоносности и высоким содержанием растворенного в газе конденсата. В те годы месторождений с такими параметрами не встречалось ни в отечественной, ни в мировой практике.

Андрей Яковлевич Кремс, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Герой Социалистического Труда, дважды лауреат Сталинской (Государственной) премии, заслуженный деятель науки и техники Коми АССР и РСФСР, почетный гражданин города Ухты.

Один из основателей и руководителей геологического направления современного филиала. Первый заведующий кафедрой общей геологии, первый профессор Ухтинского индустриального института (УИИ); основатель Малой академии наук для старшеклассников при УИИ, инициатор создания ухтинского отделения Всесоюзного минералогического общества.

Внес большой вклад в изучение геологического строения, организацию и проведение поисково-разведочных работ, выбор и обоснование методики промысловой эксплуатации месторождений Южного Тимана и Ухта-Печорского края. Принимал участие в планировании всех геолого-съёмочных, геофизических и буровых работ в регионе. Под его руководством была разработана методика совместной эксплуатации нескольких газовых пластов, что позволило значительно увеличить добычу газа. Предложенная А.Я. Кремсом профильная система разведки структур дала возможность открыть Войвожское нефтегазовое месторождение, а применение комплексных геофизических исследований – выявить и уточнить ряд структур в Ухтинском, Печорском и Вымском районах. Автор более 120 работ.

Масштаб освоения Вуктыла был невиданным по размаху и темпам. Сюда приезжали со всего Советского Союза молодые рабочие и инженеры. Вслед за геологами и буровиками обосновывались газодобытчики, строители. На вуктыльских болотах появился сначала палаточный городок, потом – посёлок из полевых городков. Условия были нелегкие. Тогда и родилось знаменитое: «Вуктыл – не тыл, а передовая».

Вуктыл задал много вопросов не только производственникам. Первые результаты бурения показали, что для успешной реализации проекта предстоит решить множество нестандартных задач. В 1966 г. специалисты УНГО совместно с учеными из ВНИИГАЗа выпустили комплексный проект опытно-промышленной эксплуатации Вуктыльского газоконденсатного месторождения (бронзовая медаль ВДНХ СССР), в котором обосновали метод разработки в режиме истощения пластовой энергии. Проект предусматривал ввод месторождения в эксплуатацию на стадии разведки, вскрытие и эксплуатацию полторакилометровой толщи вуктыльской залежи одной сеткой скважин, в результате чего фонд



Андрей Яковлевич Кремс



Вуктыльское НГКМ. База экспедиции Коми филиала ВНИИГАЗа (1969 г.)



Аэропорт на Вуктыле (1968 г.).
Слева направо: Н.А. Тюшев, В. Абакумов

эксплуатационных скважин сокращался с 600 до 150, бурение скважин увеличенного диаметра в зонах повышенной продуктивности, высокую подвеску лифтовых труб и многое другое. Осуществление этих мероприятий позволило повысить рабочие дебиты более чем в два раза по сравнению с прогнозируемыми показателями.

Из воспоминаний Василия Романовича Родыгина, в 1964–1978 гг. – старшего научного сотрудника, заведующего груп-

пой лаборатории геологии, в 1974–1978 гг. – заведующего лабораторией оперативного анализа и проектирования разведочных работ, заместителя директора по науке в области геологии:

«...В мае 1964 г. по рекомендации Олега Александровича Солнцева я начал работать в Коми филиале ВНИИГАЗа. Как раз в это время филиал занимался Вуктыльским месторождением, которое поставило перед нашими специалистами столько вопросов, что и производственники, и наука ломали над их ответами головы. Работали сообща с промысловыми геологами, многие из которых заявили о себе как о специалистах с большим научным кругозором. Особенность Вуктыла состояла в том, что в практике не было еще таких вопросов и проблем. Нужны были новые знания, новые исследования, которые требовали в основном времени. А его-то и не хватало.

Решались самые разные вопросы, связанные с режимом давления, изменением проектов освоения самого месторождения, максимальным выходом конденсата, созданием режима подготовки газа к транспорту, строительством и реконструкцией холодильной станции, дожимных компрессорных станций, головных сооружений Вуктыльского газопромыслового управления и многое другое. Подчеркну, что не только решались, но и были решены...»

Из воспоминаний Станислава Михайловича Вышенского, в 1966–1988 гг. – старшего научного сотрудника, руководителя группы, заведующего лабораторией техники и технологии бурения, в 1988–1993 гг. – старшего инженера отдела патентно-лицензионных исследований:

«...Вспоминая о том, что было самым трудным в работе, коротко ответить на этот вопрос можно лишь так: все было сложно и трудно. Это обусловливается спецификой нашей работы, состоящей из ряда взаимосвязанных этапов ее выполнения.

Самой интересной была работа по научно-исследовательской теме, связанной с обеспечением качественного вскрытия газоносных отложений большой мощности на Вуктыльском месторождении. Она привлекла мое внимание своей важностью и сложностью, а также срочной необходимостью ее решения. Мы столкнулись с комплексом факторов, осложнявших процесс бурения по продуктивной толще пород. Кроме того, под воздействием ряда причин значительно снижалась проницаемость коллектора в призабойной части ствола скважины. Это, в свою очередь, уменьшало ее продуктивность после освоения. К тому времени не было четких представлений и о рациональных конструкциях эксплуатационных скважин на месторождении. Анализ материалов отечественного и зарубежного опыта в этой области

показал, что полного аналога по таким уникальным условиям не имеется, и нужно было принимать свои кардинальные решения. Над решением этих вопросов и работал весь коллектив нашего бурового подразделения института. <...>

Для выполнения исследовательских работ были приобретены и изготовлены необходимые приборы, оборудование. Так, в 1967 г. на Ухтинском механическом заводе по нашим чертежам была изготовлена установка ФДТ-80. С ее помощью изучались фильтрационные свойства буровых растворов в условиях, приближенных к пластовым. На этой установке успешно проводились основные лабораторные исследования, связанные с разработкой рецептур буровых растворов. <...>

Заслуживают внимания также наши работы, выполненные на бурящихся скважинах Вуктыльского месторождения. Так, хорошие результаты были получены при бурении опорно-технологических скважин № 83 и № 88. Коммерческая скорость их строительства была в два раза выше, чем по рядовым скважинам, пробуренным в 1973 г. В лаборатории технологии и техники бурения с прямым участием старшего научного сотрудника В.А. Зюзева для этих скважин были разработаны технологические проекты. Они содержали комплекс конкретных рекомендаций для бурения по интервалам глубин. При этом очень серьезное внимание было уделено качеству бурового раствора, его составу и параметрам...»

В июле 1967 г. в Ухте состоялось расширенное заседание научно-технического совета Министерства газовой промышленности СССР и Министерства геологии РСФСР под председательством Алексея Кирилловича Кортунова – министра газовой промышленности СССР. Совецание проходило в Ухтинском нефтегазовом отделе ВНИИГАЗа. В связи с необходимостью форсирования научно-исследовательских работ по выявлению потенциальных запасов газа на территории Тимано-Печорской провинции и строительством новой системы магистральных газопроводов СРГО – Центр было принято решение об организации в Ухте на базе УНГО филиала научно-исследовательского и проектного института. Расширение круга задач отдела потребовало введения должности главного инженера. Им назначается заместитель начальника УНГО Валентин Николаевич Стародубцев.

В 1968 г. УНГО преобразовали в Коми филиал ВНИИГАЗа. Очередная реорганизация повлекла за собой расширение существующих и создание новых научных подразделений, деятельность которых отныне четко ориентировалась на газовую отрасль. Главным объектом научных исследований филиала становится Вуктыл.

В последующие годы специалистами Коми филиала ВНИИГАЗа совместно с московскими коллегами были подготовлены коррективы к проекту разработки Вуктыльского месторождения. Принципы и методы, на основе которых создавались эти работы, стали настоящим прорывом для того времени и обогатили отраслевую науку множеством уникальных решений. Реализация научных разработок только в первое десятилетие



Первая база лаборатории комплексных исследований Коми филиала ВНИИГАЗа на Вуктыльском ГКМ (июль, 1971 г.)



Промысловые исследования
на Вуктыльском ГКМ (1973 г.)



Промысловые исследования
на Вуктыльском ГКМ (1973 г.)



Буровая Вуктыльского ГКМ (1976 г.).
Первый справа – О.А. Морозов

нии технологии стабилизации конденсата на блоке сепараторов (а затем и на блоке ректификационных колонн); решить проблемы использования стабильного конденсата.

Уже в 1968 г. лаборатория выпустила первый отчет, в котором дала оценку физико-химическим свойствам газов сепарации и дегазации, пластового газа, а также нестабильного и стабильного конденсатов. В последующие

эксплуатации месторождения дала экономию более полумиллиона рублей. Например, применение вероятностных методов проектирования позволило начать разработку месторождения еще до окончания его разведки, а добыча газа к 1973 г. (на два года раньше срока) достигла проектной мощности 15 миллиардов кубометров. Таким образом, еще до ввода в промышленную эксплуатацию месторождений-гигантов Тюменской области потребители центральной России были обеспечены газом, поступающим с Вуктыла по магистральному газопроводу «Сияние Севера».

Параллельно с освоением Вуктыла шло строительство конденсатопровода для доставки ценного сырья с месторождения на Ухтинский газоперерабатывающий завод (в настоящее время – Сосногорский ГПЗ), по которому в 1969 г. впервые в стране под давлением более 2 МПа начал транспортироваться нестабильный конденсат. Решение вопросов, связанных с его переработкой, возложили на лабораторию по исследованию и переработке газа и конденсата (ранее – лаборатория физики и термодинамики пласта), которую в 1967 г. возглавила заслуженный работник нефтехимической промышленности СССР Анна Яковлевна Молий. Перед лабораторией поставили следующие задачи: изучить состав и свойства газов, конденсатов и пластовых вод Вуктыльского ГКМ; оказать техническую помощь газоперерабатывающему заводу в пусконаладочных работах и улучше-

годы сотрудники лаборатории исследовали топливные фракции, выделенные из стабильного конденсата, и разработали рекомендации по получению топлив – бензина, дизтоплива «зимнего», осветительного керосина. В 1976 г. группу специалистов во главе с А.Я. Молий, принимавших участие в запуске установки стабилизации конденсата, наградили серебряными и бронзовыми медалями, а также отметили дипломами ВДНХ СССР.

Анна Яковлевна Молий, заслуженный работник нефтехимической промышленности СССР, заслуженный деятель науки и техники Коми АССР, почетный гражданин г. Ухты.

Будучи в 1940-е гг. директором Ухтинского нефтеперерабатывающего завода (УНПЗ), наладила выпуск незамерзающих осевых смазок, лакового битума, мазута для двигателей боевых кораблей Северного флота, провела реконструкцию УНПЗ.

В 1967–1979 гг. возглавляла лабораторию переработки газа и газового конденсата Коми филиала ВНИИГАЗа. Принимала непосредственное участие во вводе в опытно-промышленную эксплуатацию Вуктыльского газоконденсатного месторождения, составлении рекомендаций по использованию вуктыльского конденсата на Ухтинском нефтеперерабатывающем и Ухтинском (Сосногорском) газоперерабатывающем заводах.

Автор 14 опубликованных и более 30 (в соавторстве) фондовых работ, посвященных проблемам переработки газа и конденсата Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

В 2000 г. А.Я. Молий посмертно присвоено почетное звание «Ухтинец века».

Открытие новых газовых и газоконденсатных месторождений в Тимано-Печорской провинции обусловило увеличение объема исследований. Специалистами лаборатории были изучены газообразные и жидкие углеводороды Ванейвисского, Кумжинского, Ярейюского, Печорокожвинского, Печорогородского, Рассохинского, Джебольского, Прилукского и ряда других месторождений провинции, а также состав и свойства газоконденсата Харасавэйского месторождения п-ова Ямал. Были решены вопросы по совместному транспорту парафинистых конденсатов Печорского района в смеси с нефтями северных месторождений, выделению индивидуальных углеводородов из конденсатов и исследованию коррозионных процессов, разработана антикоррозионная защита газопромыслового оборудования, усовершенствована технология переработки этансодержащих газов. По поручению производственного объединения «Комигазпром» была рассмотрена возможность производства низкосажающих топлив из конденсатов в условиях Харасавэйского месторождения и разработана схема по получению топлив в условиях Арктики (реактивного ТС-I и дизельного арктического). Профессионализм и высокое качество исследований обеспечили лаборатории широкую востребованность далеко за пределами республики. Научные институты из Грозного, Баку, других регионов РСФСР и союзных республик также использовали в своей работе результаты исследований ухтинских специалистов.



Анна Яковлевна Молий



Лаборатория физико-химических исследований.
Л.А. Лакеева (1975 г.)



Лаборатория физико-химических исследований
(1975 г.). Слева направо: Т.А. Чепурная,
Ж.М. Пирмамедова, Н.М. Харина

К концу 1960-х гг. в отдельное научное направление выдвинулось исследование пластов и скважин. Следует отметить, что самые первые работы в этой области начали проводить еще в 1960 г. на Нибельском месторождении, когда глубинные приборы спускали в скважину с помощью лебедки. В последующие годы благодаря новаторскому подходу специалисты УНГО фактически стали лидерами в деле исследования скважин. В частности, в 1965 г. для контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений ухтинцы впервые в Коми АССР использовали автоматическую промышленную электронную лабораторию АПЭЛ-64, с помощью которой было проведено широкомасштабное изучение процессов транспорта газа на месторождениях Ухткомбината и разработаны рекомендации для строительства газопроводов в условиях Крайнего Севера. Кроме того, специалисты УНГО впервые в практике исследования скважин в промышленном масштабе начали применять метод гидро-

прослушивания с использованием погружного пьезографа ППИ-4, а также разработали и внедрили способ по точной установке гидропескоструйного перфоратора (авторы – В.И. Белов, В.К. Тимофеев).

С целью повышения качества и оперативности газодинамических исследований на Вуктыльском ГКМ в 1973 г. создали специальную группу, которая базировалась непосредственно на месторождении. Ставку сделали на молодежь – выпускников Ухтинского индустриального института. В период с 1974 по 1980 гг. молодыми специалистами – Е.М. Гурленовым, Н.В. Долгушиным, Ю.Г. Бураковым и др. – был разработан способ исследований скважин через установки комплексной подготовки газа, с внедрением которого начался новый этап в изучении Вуктыла.

Из воспоминаний Евгения Михайловича Гурленова, в 1970–1977 гг. – старшего лаборанта, заведующего Вуктыльской лабораторией, в 1977–1992 гг. – заведующего группой, старшего научного сотрудника отдела комплексных исследований, заведующего лабораторией газодинамических исследований, в 1992–2007 гг. – заместителя директора по науке, в 2007–2013 гг. – директора филиала, в 2013–2015 гг. – советника директора филиала:

«...Исследования газоконденсатных скважин в 1970-х гг. проводились традиционным способом с выпуском газа в атмосферу. Такая технология была оправдана на стадии разведки, когда на месторождении еще не было соответствующей инфраструктуры, оборудования для сбора и транспорти-

ровки сырья. Но вот на обустроенных промыслах проведение исследований приводило к большим потерям: миллионы кубометров газа просто сжигались на факелах. Это и заставило нас задуматься над тем, как сделать так, чтобы ценное сырье в прямом смысле не улетало на ветер, а полностью утилизовалось. Единственным возможным вариантом избежать потерь, на наш взгляд, было проведение исследований через установку комплексной подготовки. Конечно, вначале эта идея специалистами была воспринята с недоверием, ведь еще задолго до нас предпринимались неудачные попытки. Тогда и пошло предубеждение ученых о бесперспективности метода.

Кроме того, существовала и еще одна проблема – шлейфы, соединяющие скважины со сборными пунктами, на Вуктыле достигали шести километров и могли повлиять на достоверность результатов исследований. Но мы были настроены решительно. Буквально по шагам решали проблему:

отдельно изучали работу шлейфа, отдельно работу скважины и систем автоматики с момента попадания сырья в УКПГ и разделения на фракции газа, конденсата и воды, выясняли, где идут погрешности. На это у нас ушло порядка пяти лет напряженной работы.

Как оказалось, весь вопрос заключался в правильности подбора режимов и длительности проведения исследований. Конечно, данный способ был более трудоемким, так как требовал регистрации множества параметров, большего отбора проб, но при этом он позволял сберечь сотни миллионов кубометров газа, тысячи тонн конденсата и не наносил ущерб экологии.

После того, как мы сами себе доказали, что находимся на правильном пути, предстояло убедить в этом наших коллег-ученых из Москвы. Сначала представили результаты на конференции молодых специалистов, а потом в 1980 г. с этой работой отправились на Всесоюзный конкурс «Экотехника-80», где вошли в число лауреатов. В 1981 г. наша разработка была удостоена премии Коми комсомола в области науки и техники...»

В начале 1970-х гг. шло активное разбуривание Вуктыльского месторождения. Объемы бурения ПО «Комигазпром» достигали 60–70 тыс. м/год. В 1975 г. с глубины 5038 м получили аварийный фонтан газа. Это обстоятельство дало толчок к расширению поисковых работ на глубокозалегающие горизонты. Было решено развернуть бурение глубоких и сверхглубоких скважин



Промысловые исследования на Вуктыльском ГKM (1973 г.)



Лаборатория комплексных исследований Коми филиала ВНИИГАЗа. Проведение промысловых исследований на Вуктыльском ГKM (1973 г.).

на самом месторождении и близлежащих площадях. Из числа молодых специалистов лаборатории технологии и техники бурения собрали творческий коллектив, который разработал технологию проводки поисковой скважины глубиной 7000 м. В 1979 г. решением бюро Коми областного комитета ВЛКСМ молодежному коллективу за эту работу присвоили звание лауреатов премии Коми комсомола в области науки и техники.

Из воспоминаний Станислава Михайловича Вышенского:

«...В 1979 г. был разработан технический проект и смета на строительство поисковой скважины № 58 глубиной 7000 метров – рекордной для Европейского Севера. Она была забурена 26 марта 1982 г. и закончена 14 мая 1987 г. на глубине 7026 метров.

За эту сложную и ответственную работу 26 октября 1979 г. бюро обкома ВЛКСМ присудило премию Коми комсомола коллективу молодых сотрудников нашего института: В.Г. Сенюкову, А.А. Анисимову, А.М. Стечишину,

Г.А. Резчикову и В.В. Моисееву. Им пришлось решить массу технико-технологических проблем сверхглубокого бурения на Вуктыльской разведочной площади. О напряженной работе молодых проектировщиков можно судить хотя бы по тому, что на завершающей ее стадии на долю В.Г. Сенюкова и А.А. Анисимова выпала полностью бессонная ночь...»



Лаборатория технологии бурения газовых скважин. Лауреаты премии Коми комсомола в области науки и техники (1979 г.).

Слева направо: В.В. Моисеев, В.Г. Сенюков, А.А. Анисимов, А.М. Стечишин

Помимо работ по Вуктыльскому месторождению в 1970-е гг. филиалом были выполнены проекты опытно-промышленной эксплуатации Лаявожского, Василковского, Западно-Соплесского и других месторождений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции; подготовлены генсхемы развития газовой промышленности на территории Коми АССР и Ненецкого округа; дан прогноз роста балансовых запасов газа и конденсата; оценены добываемые возможности разрабатываемых и перспективных площадей. На результатах этих работ базировалось последующее формирование газовой отрасли на Европейском Севере страны, а успешное выполнение важнейших проектных и научных работ создало филиалу серьезную репутацию в регионе и за его пределами.



Газоконденсатные исследования на скв. № 74 (1984 г.).

Слева направо: А.А. Коротков, А.А. Новиков, М.А. Гильфанов (верхний ряд); А.А. Ходяков, А.И. Тарас, Н.В. Долгушин (средний ряд); Д.А. Ерёмин (нижний ряд)

В 1970 г. в филиале установили первую электронно-вычислительную машину «Наири», быстродействие которой насчитывало 100 операций в секунду. Ее использование существенно упростило обработку результатов научных исследований, а увеличение объема работ в 1973 г. привело к созданию специального подразделения – лаборатории гидродинамики и ЭВМ, которую возглавил директор филиала Геннадий Васильевич Рассохин. Для решения практических задач объединили усилия специалистов в области разработки месторождений, инженеров-электроников, программистов. Сотрудниками лаборатории были составлены собственные программы по расчету показателей разработки месторождений, рассчитаны тепловые и гидравлические характеристики системы трубопроводов, произведены расчеты корреляционных зависимостей по данным изучения коллекторов и покрышек газовых и газоконденсатных месторождений на перспективных площадях Тимано-Печорской провинции и многое другое.



Лаборатория гидродинамики и ЭВМ.
Наладка оборудования ЭВМ «Наири-3».
Т.А. Митина (1975 г.)



Лаборатория математического моделирования
и ЭВМ. Машзал, ЭВМ ЕС 1035 (1984 г.).
Слева направо: сидят – В.Ф. Станиславский,
И.В. Суханова; стоят – Т.И. Гусева,
В.А. Мельник, Ю.Ю. Иванов

В последующие годы математическое моделирование стало активно использоваться в процессе проектирования и анализа разработки месторождений, а полученный опыт позволил создавать уникальные программные комплексы, которые в настоящее время успешно конкурируют с аналогичными программными продуктами всемирно известных производителей.

Из интервью Андрея Владимировича Назарова, в 1981–1994 гг. – старшего научного сотрудника, заведующего сектором математического моделирования; в 1994–2015 гг. – начальника отдела разработки и эксплуатации газоконденсатных и нефтяных месторождений:

«...Без математических моделей ни на каком уровне современное проектирование не ведется. Для этого используются программные продукты – в основном зарубежные, но мы традиционно развиваем свои наработки. Модель, как известно, – это устройство, которое в определенном смысле ведет себя адекватно реальному объекту. В данном случае это компьютерная программа, которая позволяет предсказать, как себя поведет месторождение, если его разрабатывать тем или иным способом. Иначе говоря, перед тем, как приступить к разработке, и в ходе нее мы всегда можем проиграть различные сценарии этого процесса: например, поменять число скважин, изменить их нагрузку и выбрать по какому-то критерию наилуч-

ший вариант практических действий. Как правило, этот критерий – экономический.

Иными словами, мы можем рассчитать, как себя поведет пласт, посмотреть все его параметры в динамике. Это позволяет сделать созданная нами трехмерная модель – программный пакет «Протей». В зависимости от «начинки» мы можем моделировать то или иное месторождение. Почему так назвали программный продукт? Протей, если вспомнить греческую мифологию, – вещий старец, предсказывающий будущее, или, говоря современным языком, дающий правильный прогноз. Для этого и нужно математическое моделирование...»



Андрей Владимиров Назаров

Андрей Владимиров Назаров, доктор технических наук, профессор, почетный работник газовой промышленности.

Талантливый ученый и изобретатель, высококвалифицированный специалист в области прикладной математики, программирования, разработки месторождений и подземной гидравлики. Под его руководством выполнены проекты разработки Вуктыльского, Западно-Соплесского, Печорокожвинского, Югидского, Печорогородского, Ванейвисского месторождений, созданы их постоянно действующие геологические модели.

Разработчик уникального программного комплекса (ПК) «Протей», используемого для моделирования процессов разработки нефтяных, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных залежей, а также не имеющих мировых аналогов ПК «Протей-2К» для моделирования в среде с двойной пористостью и ПК «Приток», который позволяет интерпретировать результаты гидродинамических исследований скважин, осуществляя трехфазное моделирование в цилиндрической системе координат.

По результатам исследований опубликовал более 100 работ, подготовил в соавторстве три монографии. Обладатель патента на изобретение «Способ увеличения коэффициента извлечения конденсата», свидетельств на регистрацию программ для ЭВМ «Математическая модель трехмерной двухфазной фильтрации в терригенном коллекторе», «Математическая модель трехмерной трехфазной многокомпонентной фильтрации в среде с двойной пористостью «Протей-2К»».

В середине 1970-х гг. для сопровождения работы научных подразделений филиала и разработки собственного оборудования, необходимого для проведения качественных исследований, создается конструкторская группа. Опытную продукцию (пробоотборники, лубрикаторы, вентили и т.п.) частично изготавливали силами механической мастерской филиала, частично – на Ухтинском экспериментальном заводе.

Из воспоминаний Галины Михайловны Квачантирадзе, работающей в филиале на инженерных должностях с 1976 г. (конструкторская группа, отдел опытно-конструкторских разработок и нестандартизированного оборудования, комплексный технологический отдел, отдел разработки и эксплуатации месторождений природных газов и бурение скважин); с 2015 г. – ведущего инженера отдела добычи газа:

«...Основными нашими рабочими инструментами в тот период были карандаш, резинка, линейка и треугольник. Чертежи маленького формата выполняли за столом. Допотопный кульман служил для работы с чертежами больших форматов. Сейчас с удивлением вспоминаешь наши возможности. <...> Все наши разработки утверждались главным инженером И.А. Липиным. Иван Александрович был всегда подтянут, с хорошо поставленным голосом, обладал чувством юмора, поэтому подписывать чертежи у него было в удовольствие. Работали мы в старом здании, о пристройке тогда и речи не было. Приходили на работу по звонку, по звонку уходили...».

Для решения более широкого круга задач в 1981 г. организовали лабораторию экспериментального оборудования, куда вошли конструкторское бюро, механическая мастерская, группа контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА). А в 1985 г. для разработки экспериментальных установок и опытных образцов новой техники для нужд газовой отрасли создали отдел опытно-конструкторских разработок и нестандартизированного оборудования (ОКРиНО). Штат сотрудников нового отдела составил порядка 40 человек. Заказчиками работ выступили управления Мингазпрома и Ухтинский экспериментальный завод.

Выдержки из публикации Светланы Дручинной «Новое направление», опубликованной в газете «Ухта» от 2 октября 1985 г. № 190:

«...– В отделе есть конструкторское бюро, технологическая группа, группа исследований физико-механических свойств материалов, механическая мастерская, группа КИПиА, – рассказывает главный конструктор отдела А.А. Басс. – За сравнительно небольшой срок отдел выполнил уже немало работ. <...> До конца текущего года предстоит выпустить документации более чем на 100 тысяч рублей. Начиная с будущего года, объем работ возрастет до 300 тысяч рублей, а к концу пятилетки планируется до полу-миллиона рублей...»

Специалисты отдела в сжатые сроки подготовили рабочую документацию на изделия и объекты предприятий газовой промышленности – модули быстромонтирующихся складывающихся зданий для производственных



Конструкторское бюро. Г.М. Квачантирадзе (1977 г.)



Отдел конструкторских работ и нестандартизированного оборудования (1990 г.). Слева направо: С.Г. Смаковский, И.В. Мазурик, Е.Г. Каменских, В.А. Штибер

и гражданских целей (в обычном и северном исполнении), технологическое оборудование в блочном исполнении для компрессорных станций, пресс-формы для различных резинотехнических изделий; совместно со специалистами Комигазпрома для месторождений Ямала сконструировали передвижную буровую установку в блочном исполнении. Общее количество выполненных работ составило более 500.

Из воспоминаний Галины Михайловны Квачантирадзе:

«...Под руководством конструкторов, имеющих большой опыт (В.Н. Бобров, Е.П. Волкова, Р.П. Кожевин, В.А. Зарянов), отдел занимался разработкой сепараторов, пресс-форм, нефтепромыслового нестандартного оборудования. Выполняли заказы сторонних организаций. Нормоконтроль конструкторской документации осуществлялся Л.Е. Бондаренко и А.С. Киселёвой. Мы, как студенты перед строгими преподавателями, трепетали, передавая чертежи на проверку. Исправлялись даже такие мелочи, как размер стрелочки, толщина линий. Но после их жесткой проверки документация, выполненная сотрудниками отдела ОКРиНО, четко соответствовала всем правилам ЕСКД. Хорошая школа была для начинающих конструкторов.

Отдел, ввиду большой численности, занимал все помещение десятого этажа нового здания. У каждого сотрудника, кроме рабочего стола, был свой кульман. Причем кульманы были с пластиковой доской и очень удобной рейсшиной. В те времена казалось, что лучше не бывает. Работы было много. Грустно вспоминать, но как неожиданно быстро вырос наш отдел, также быстро прошел стадию ликвидации. Много талантливых, подающих надежду молодых конструкторов покинули филиал...»

Параллельно развитию конструкторского отдела начала формироваться проектная часть. В 1982 г. в состав филиала вошли находящиеся в Ухте проектные подразделения Гипроспецгаза (г. Ленинград) и ВНИПИгаздобычи (г. Саратов), которые ранее занимались решением вопросов проектирования газопровода «Сияние Севера». Штатная численность увеличилась почти на 100 человек. Коми филиал ВНИИГАЗа стал научно-исследовательским и проектным институтом.

Из воспоминаний Евгения Апполинарьевича Спиридовича, работавшего в 1964–1970 гг. лаборантом, инженером, старшим инженером; в 1982–1988 гг. – главным инженером проектов, в 1988–1992 гг. – главным инженером филиала, в 1992–1997 гг. – директором филиала:

«...В 1982 г. отделы комплексного проектирования ВНИПИгаздобычи и Гипроспецгаза вошли в состав Коми филиала ВНИИГАЗа. Образовался научно-исследовательский и проектный комплекс. Началось формирование полноценной структуры проектного института, укреплялись связи с научными подразделениями – лабораториями разработки, эксплуатации и ремонта скважин, газоконденсатных исследований, физико-химических исследований, подготовки и переработки углеводородного сырья и охраны окружающей среды. На более высоком уровне определилась тематика.

Укреплялся и кадровый состав: была принята группа специалистов из ПечорНИПИнефти – Л.В. Коренева, Н.П. Меркурьева, П.В. Ким, А.Д. Шагаров, Л.М. Щербинина, А.С. Умняхин и другие, которые внесли большой вклад в развитие проектной части. В науку были приняты молодые специалисты из Сыктывкарского университета. Практически заново сформировался отдел инженерных изысканий (А.С. Умняхин, И.В. Пронин, Б.Г. Кузьмин, В.А. Перминов, Н.Б. Курочкина, В.М. Нестеров)...»

С приобретением нового статуса значительно расширился круг задач филиала. Помимо научных исследований в области геологии, поиска и разведки,

разработки и эксплуатации газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений, добычи и переработки углеводородного сырья в филиале начали выполнять изыскательские работы, проектирование обустройства месторождений, газотранспортных систем, промышленных объектов и объектов социальной инфраструктуры.

В 1980-е гг. инженерами-проектировщиками филиала были подготовлены проекты автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, проекты строительства и реконструкции газопроводов и конденсатопроводов для различных регионов страны, выпущены проекты обустройства ряда месторождений Тимано-Печорской провинции (Западно-Соплеского, Лаявожского, Василковского), проекты установок комплексной и предварительной подготовки газа, дожимных компрессорных и центральных холодильных станций, а также множества других вспомогательных объектов для Вуктыльского промысла.

Из воспоминаний Владимира Семёновича Бурякова, в 1982–2014 гг. – старшего инженера отдела комплексного проектирования, главного специалиста технологического отдела:

«...Вспоминая первые свои шаги в проектном деле на Вуктыле, сегодня вспоминаются не столько отдельные моменты удач или просчетов, сколько атмосфера общего подъема, воодушевления, когда, как говорится, глаза боятся, а руки делают. Ведь объем работ был небывало большой при сжатых сроках, условия небывало трудные, сам промысел и месторождение небывалые в истории нашей республики да и страны. Поэтому каждый чувствовал себя тоже небывало нужным, уникальным, и это прибавляло силы и уверенности в себе: раз взялись, значит сможем.

Добирались тогда до Вуктыла от Ухты самолетами, которые летали через час, а в нелетную погоду по зимнику на машинах, которые тоже шли одна за другой со стройматериалами, трубами. Добирались долго: утром садимся, вечером приезжаем, зимник – тоже не подарок, особенно для водителей.

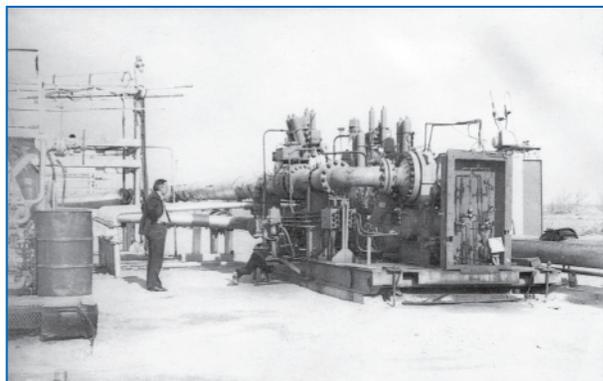
Все тогда помогали Вуктылу, такой и лозунг был на машинах и трубах – «Все для Вуктыла!». Помнится и такой лозунг или точнее надпись – «Вам, покорители Вуктыла, – сверхплановая продукция!». Вуктыльцы, а это, как известно, были люди разных судеб и национальностей, воспринимали



Западно-Соплеское ГКМ. Строительство перехода через р. Печору (1981 г.)



Первая в Ухте и в Республике Коми АГНКС мощностью 36 тыс. м³/сут. Введена в действие в августе 1983 г.



Шаталыкское ГКМ. Турбодетандерная установка.
В.Н. Парадня (16 февраля 1981 г.)



Вторая нитка газопровода
Васиаково – Нарьян-Мар (1990-е гг.)

это внимание как должное. Недаром они и свой лозунг придумали, который тоже поднимал настроение, – «Вуктыл – не тыл, а передовая!»

Работали в тесном взаимодействии с газодобытчиками, многие из тогдашних слесарей, операторов были с высшим образованием, в дальнейшем они стали руководителями разных рангов, но многие трудятся и сейчас на Вуктыле.

УКПГ-4 и УКПГ-5 в это время были в стадии строительства. Позже, в 1981 г., стала строиться УКПГ-8, которую возглавил Вячеслав Васильевич Салюков, в совершенстве знающий всю технологию добычи, подготовки и транспорта газа и конденсата. С его помощью и участием проводились потом работы по реконструкции УКПГ-4, 5, 8, внедрялись новые технологии доизвлечения конденсата, увеличения добычи газа, вводились в эксплуатацию УКПГ не только на Вуктыле, но и на

Западном Соплеске, других месторождениях, где работала и наша группа. Мы проектировали холодильную станцию, внедряли турбодетандеры, даже ездили в Туркмению по обмену опытом. У них стояла опытная установка, которая хорошо себя показала. Но в Туркмении было давление выше, а нам в Вуктыле его не хватало. Думали, что турбодетандеры будут вроде вечного двигателя, но при внедрении оказалось, что овчинка выделки не стоит...»

Работы по экологии стали появляться в тематике филиала с начала 1980-х гг. В соответствии с требованиями природоохранного законодательства специалистами филиала разрабатывались проекты предельно допустимых выбросов для предприятий газовой отрасли региона – Сосногорского ГПЗ, компрессорных станций Ухты, Вуктыла, Микуня, а также промышленных гигантов республики – Стройиндустрии, Ухтинского и Воркутинского механических заводов.

В 1985 г. для решения природоохранных вопросов предприятий газовой отрасли и региона в филиале создается специализированный отдел охраны окружающей среды, который начинает проводить инструментальный контроль за состоянием атмосферного воздуха, природных и сточных вод, почв, осуществлять радиометрическую съемку.

Выдержки из публикации Светланы Дручниной «"Эфир" за чистый эфир», опубликованной в газете «Ухта» в марте 1986 г.:

«...Это был необычный проект. Необычный тем, что впервые на Европейском Севере, на примере городов Ухты и Сосногорска, определены и проанализированы все источники загрязнения атмосферного воздуха: про-

мышленные выбросы, бытовые, автомобильного и железнодорожного транспорта. Необходимый комплекс работ провели сотрудники Коми филиала ВНИИГАЗа – кандидат технических наук, старший научный сотрудник Н.А. Рубанова и заведующий технологической группой Г.С. Цыпанов. <...>

– Чистая атмосфера в современных условиях не является даровым благом природы. Эта чистота требует немалых затрат. По данным исследований, ввод очистных сооружений на действующих предприятиях обходится очень дорого. И все же, начиная с 1986 г., будем выпускать раздел «Мероприятия по охране окружающей среды» для всех проектно-изыскательских работ, проектировщиком которых определен Коми филиал ВНИИГАЗа, – говорит Наталья Анатольевна Рубанова...»

Получил развитие экологический мониторинг месторождений и промышленных объектов газовой отрасли, располагающихся на территории Республики Коми и прилегающих регионов. Отдельным блоком выделился геокриологический мониторинг районов Крайнего Севера. Вместе с расширением объемов и тематики работ происходило и формирование структуры отдела, деятельность которого приобрела комплексный характер, обеспечивающий решение спектра экологических задач от проведения научных исследований до производства проектных работ. Анализ фактического материала, полученного за годы мониторинга, был успешно применен в разработке ряда регламентов (в том числе и отраслевых) по организации очистки нефтезагрязненных участков микробиологическими препаратами, экологической оценке состояния земель, методике определения региональных коэффициентов трансформации азота, проведению производственного экологического мониторинга линейной части магистральных газопроводов и др.

В 2005 г. филиал вошел в двадцатку институтов России, ведущих активную работу в области экологии, и был отмечен Почетным дипломом «Лидер природоохранной деятельности России», который присуждается Департаментом социального развития и защиты окружающей среды Правительства РФ и Департаментом государственной политики в сфере окружающей среды.



Экологическое обследование в районе Микуньского ЛПУМГ (2007 г.).
Слева направо: специалисты лаборатории мониторинговых программ А.А. Загородняя, П.В. Царёв, В.В. Кейн



Отбор проб воды в болоте в районе УКПГ Западный Соплеск (июль 2009 г.).
Слева направо: М.И. Василевич, В.В. Бажуков, И.В. Двоглазов

Во второй половине 1980-х гг. началось освоение Ямальных месторождений. Как научный объект Ямал был уникален: льдистость мелкозернистых пород в разрезе залегания многолетнемерзлых пород достигала 40 %. Любое растепление неизменно влекло за собой нарушение равновесия хрупкой экологической системы. Кроме того, на месторождениях встречались газовые гидраты и прослойки льда мощностью до нескольких метров. Безусловно, такие экстремальные условия требовали нестандартных инженерных решений, для чего были привлечены специалисты целого ряда академических институтов. Коми филиалу ВНИИГАЗа как представителю научного центра газовой отрасли в Северо-Западном регионе было поручено провести первые крупномасштабные исследования, а именно: изучить керновый материал, осуществить комплексные газотермодинамические исследования, разработать предложения для решения проблемы растепления грунтов, провести изыскательские и проектные работы, решить вопросы, связанные с наклонно направленным бурением и строительством скважин кустовым способом.

13 ноября 1985 г. приказом Мингазпрома на базе действующего Воркутинского комплексного отдела (ВКО) «ВНИПИморнефтегаз» создается Воркутинский комплексный проектно-изыскательский отдел Коми филиала ВНИИГАЗа. Он объединил специалистов, обладавших большим практическим опытом проектирования объектов в районах Крайнего Севера. Учитывая планы Мингазпрома – уже в 1992 г. ввести в эксплуатацию первую очередь газопровода Ямал – Центр (две нитки с Харасавэйского ГКМ с переходом через Байдарацкую губу), в сжатые сроки подразделению было необходимо подготовить технико-экономическое обоснование и комплект рабочей документации для обустройства Бованенковского и Харасавэйского месторождений.

Из воспоминаний Владимира Михайловича Федулова, в 1985–1991 гг. – руководителя строительной группы Воркутинского комплексного проектно-изыскательского отдела:

«...Генпроектировщиком (ЮжНИИгипрогаз) в декабре 1985 г. были выданы задания на разработку технико-экономических обоснований (ТЭО) обустройства Бованенковского и Харасавэйского месторождений и одновременно на разработку рабочей документации. В связи с этим в отделе были организованы работы по сбору исходных данных и инженерным изысканиям. Сроки проектирования были очень сжаты.



Строительство основания автодороги на базе Ямальской экспедиции глубокого бурения (апрель 1989 г.)

Благодаря умелой организации работ со стороны руководства Коми филиала ВНИИГАЗа и ВКО уже в 1987–1988 гг. заказчику (ГП «Севергазпром», а затем ГП «Ямалгазпром») была выдана проектно-сметная документация – ТЭО и часть рабочей документации на первоочередные объекты пионерного выхода на Харасавэйское ГКМ.

При выполнении поставленных Мингазпромом задач в такие кратчайшие сроки от руководства и исполнителей ВКО потребовался максимум ответственности, собранности

и оперативности для достижения необходимых результатов работ. Было организовано полевое проектирование непосредственно на объектах газоконденсатных месторождений, авторский надзор. Работали в постоянном контакте с заказчиками и генподрядчиками, что заметно сокращало получение и согласование исходных данных и решений, а в целом и сроки проектирования.

Большинство обозначенных выше объектов было построено и введено в эксплуатацию. Параллельно с проектированием объектов на газоконденсатных месторождениях отдел разрабатывал проектную документацию жилых мобильных домов и инженерного обеспечения в поселках полуострова Ямал (проектирование по линии компенсационного строительства за занятие территории Ямало-Ненецкого национального округа месторождениями)...»

Для решения научных задач по освоению месторождений полуострова в 1987 г. в составе отдела бурения был создан сектор оснований и фундаментов в условиях распространения многолетнемерзлых пород, который впоследствии разделился на два направления – сектор строительства скважин на мерзлоте и лабораторию оснований, фундаментов и крупномодульного строительства на мерзлоте.

Сектор строительства скважин на мерзлоте занялся исследованием взаимодействия конструктивных элементов скважин с сильнольдистыми грунтами на опытном участке Бованенковского месторождения. На специально построенной скважине, оборудованной датчиками измерения температуры и напряжения, моделировались процессы бурения и эксплуатации, исследовались закономерности растепления и обратного промерзания прискважинной зоны, отрабатывались варианты конструкций теплоизоляции поверхностной части скважины. Параллельно с опытными исследованиями велось создание математической модели взаимодействия поверхностной части скважины с сильнольдистыми грунтами.

В задачи лаборатории оснований, фундаментов и крупномодульного строительства на мерзлоте входили разработка мероприятий по обеспечению устойчивости грунтовых сооружений в летний период, научное сопровождение первого этапа опытно-промышленного освоения Бованенковского НГКМ, а также обоснование эстакадного варианта обустройства скважин. В 1989–1990 гг. на месторождении провели опробование экспериментальных конструкций. Полученные результаты легли в основу разработки рекомендаций для технологии устройства подсыпок полотна автодорог и обеспечения устойчивости фундаментов буровых сооружений в условиях Ямала.

В 1991 г. работы по обустройству месторождений полуострова были приостановлены, а направление по разработке методов освоения территории распространения сильнольдистых грунтов ликвидировано. Однако полученный опыт обеспечил успешное завершение строительства ряда сверхглубоких скважин на Европейском Севере России.



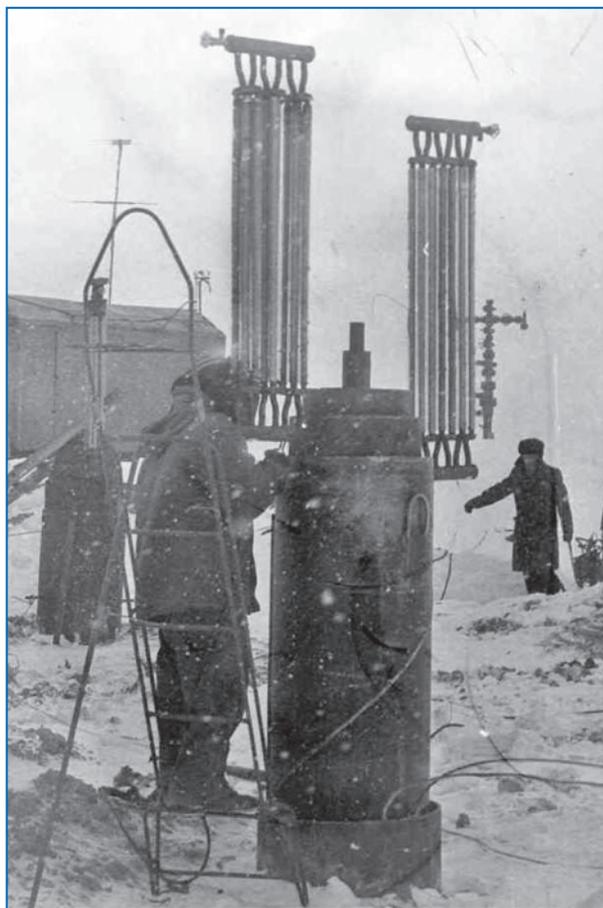
Бованенковское НГКМ. Монтаж буровой установки (начало 1990-х гг.)

По материалам воспоминаний Владимира Лаврентьевича Палесика, в 1987–1994 гг. – старшего научного сотрудника, и.о. заведующего лабораторией, и.о. заведующего комплексным отделом повышения надежности эксплуатации скважин, ведущего научного сотрудника отдела бурения, в 1994–1996 гг. – главного механика филиала:

«...Для изучения многолетнемерзлых пород на Ямале в середине 1980-х была организована группа изученных ВНИИГАЗа и Коми филиала, а также создан



Бованенковское НГКМ. Общий вид буровой установки с трубным основанием для бурения куста скважин (28 мая 1988 г.)



Саморегулирующееся охлаждающее направление скважины (1990 г.)

дан научно-экспериментальный полигон на кусте № 61 Бованенковского месторождения. Непосредственно на месте было пробурено семь скважин (глубиной от 40 до 350 метров) со сплошным отбором керна, который без размораживания переправлялся в Воркутинский институт мерзлотоведения. Литология показала, что верхние слои породы на 18 % состоят из минерального грунта, остальные 82 % составляет вода. Ниже процент минерализации увеличивается, но жидкая фаза простирается до 70-метровой глубины. Все это говорило о необходимости разработки комплекса мер по недопущению растепления грунтов вокруг ствола скважины, возникающего вследствие воздействия высоких температур добываемого газа. В противном случае растепление пород может привести к разрушению конструкции скважины под тяжестью фонтанной арматуры и собственного веса труб.

Для изучения процесса перемещения границы агрегатного состояния породы вокруг скважин систематически велись измерения температуры. Термокосы располагались через каждые 10 метров, по всей глубине снимались показания с точностью до десятой доли градуса. На основании полученных данных совместно со специалистами Ленинградского зонального института экспериментального моделирования была

разработана математическая модель расчета конструкции, а также режимов эксплуатации скважин, спрогнозировано тепловое взаимодействие экспериментальной скважины с мерзлым массивом. В результате были созданы парожидкостные саморегулирующиеся охлаждающие направления (СОН). Два парожидкостных СОН и один экземпляр направления скважины с пассивной теплоизоляцией перевезли вертолетом на экспериментальный полигон Бованенковского месторождения. После проведения успешных испытаний специалистами Коми филиала ВНИИГАЗа и головного института был подан ряд заявок на изобретения, на 12 из них получены авторские свидетельства.

Среди задач, которые стояли перед учеными газовой отрасли в 1980-е гг., задачей особой важности являлось извлечение из недр значительного количества выпавшего в пласте конденсата на Вуктыльском ГКМ. Эксплуатация месторождения в режиме истощения пластовой энергии на определенном этапе решила проблему газоснабжения, однако привела к значительным потерям ценного углеводородного сырья.

В 1981 г. ухтинские ученые совместно с московскими коллегами под руководством Р.М. Тер-Саркисова (в то время старшего научного сотрудника отдела разработки ВНИИГАЗа) провели масштабные исследования, результатом которых стала разработка метода извлечения ретроградного конденсата путем закачки в пласт обогащенного газа. С мая по сентябрь 1983 г. метод был опробован на скважине № 26. По итогам эксперимента фактический прирост добычи газа составил 48 тыс. м³/сут, конденсатосодержание продукции скважины увеличилось на 27 %. Таким образом, была практически доказана возможность извлечения конденсата в жидкой фазе.

Выдержки из статьи «Эксперимент прошел удачно», опубликованной в газете «Ухта» 7 марта 1984 г.:

«...Почти месяц велся эксперимент на скважине № 26 сотрудниками лаборатории комплексных исследований пластов и скважин. Возглавили эту работу заведующие группами Н.В. Долгушин и Е.М. Гурленов. Очень сложное и ответственное испытание нового метода в промышленных условиях показало перспективность выбранного направления. Работа высоко оценена Мингазпромом. Принято решение о следующем этапе – уже более крупном промышленном эксперименте на Вуктыльском месторождении. Он будет окончательной проверкой перед внедрением такого метода конденсатоотдачи на других месторождениях страны...»

Следующим этапом эксперимента стал проект «Конденсат-1», суть которого заключалась в закачке в пласт широкой фракции легких углеводородов. Несмотря на то что метод оказался эффективным, во ВНИИГАЗе продолжили исследования для поиска оптимального решения. В итоге был найден способ резкой активизации процесса испарения ретроградной жидкой фазы за счет закачки «сухого» тюменского газа. В 1993 г. в соответствии с разработанным проектом «Конденсат-2» на опытном полигоне начались промышленные испытания, которые подтвердили высокую эффективность метода. С учетом этого был подготовлен



Вуктыльское НГКМ, КС-3
(начало 2000-х гг.)



Вуктыльское НГКМ. Реализация проекта «Конденсат» (21 июня 2000 г.).

Слева направо: А.А. Исаков, ..., В.В. Салюков (ВГПУ), Р.М. Тер-Саркисов (ВНИИГАЗ), ..., ..., Е.В. Уляшев (ВГПУ), С.В. Савченков; справа в каске – В.М. Лыткин

(сегодня – ООО «Газпром трансгаз Ухта»), образовав с ним единый научно-производственный комплекс (приказ Государственного газового концерна «Газпром» от 27 декабря 1991 г. № 149/орг.). Изменение структурной принадлежности повлекло за собой и изменение названия. Сначала филиал переименовывается в «Коминипигаз» ГП «Севергазпром», а через год становится филиалом ГП «Севергазпром»-«Севернипигаз». Именно благодаря поддержке Севергазпрома филиал смог не только сохранить кадры и существующую структуру, но и значительно модернизировать лабораторную и материально-техническую базу.

Из воспоминаний Евгения Апполинарьевича Спиридовича:

«...Наступил конец 1980-х – начало 1990-х гг., перестройка, демократия, выборы руководителей, создание малых предприятий. ... Не обошло веяние создания малых предприятий и коллектив Коми филиала ВНИИГАЗа, от науки их организовалось четыре. Что касается проектной части, то я считал и считаю, что полноценное малое предприятие для проектирования численностью до 100 человек без изыскателей бесперспективно. Оно в комплексе должно быть не менее 250–300 человек. Филиалу головной институт дал свободу, и коллектив должен был определиться, как дальше нам жить: самостоятельно как институт, уже без «крыши» ВНИИГАЗа, или как что-то другое (малые предприятия). В это время инициативу проявил Севергазпром. На собрание коллектива был приглашен заместитель по капитальному строительству ГП «Севергазпром» П.А. Рожицын. После его выступления и бурных дебатов с высказыванием различных точек зрения приступили к голосованию. В результате большинством голосов было принято, считаю, исторически правильное решение – войти на правах самостоятельной единицы (филиала) в состав Севергазпрома. Генеральный директор ГП «Севергазпром» В.Г. Подюк предложил мне возглавить институт. Сразу была создана команда руководства института – команда единомышленников: В.Н. Иконников – главный инженер, Е.М. Гурленов – заместитель директора по науке, Ю.В. Илатовский – заместитель главного инженера, Г.С. Скакуненко – главный бухгалтер, Т.И. Артёменко – начальник планово-производственного отдела, Ю.Л. Жестарёв – начальник отдела кадров и социального развития.

проект «Конденсат-3», и в 1997 г. начата широкомасштабная закачка «сухого» газа в пласт. Таким образом, впервые в мировой практике на Вуктыле была реализована возможность промышленной добычи выпавшего в пласт конденсата.

Как и для большинства предприятий и организаций страны, 1990-е гг. для филиала были сложным периодом. Чтобы вписаться в рыночные отношения, пришлось выбирать стратегию развития. В 1991 г. на правах самостоятельной единицы филиал вошел в состав промышленного гиганта региона – предприятия «Севергазпром»

...С согласованием своих производственных планов в Севергазпром обратились и наши малые предприятия. Руководство Севергазпрома в лице В.Г. Подюка и И.И. Губанка заявило, что у них есть Севернипигаз. «Возвращайтесь в состав института, или мы создадим недостающие подразделения в нем заново. Институт наш, и мы будем работать только с ним. А с чем он не справляется – берет на субподряд, но вся ответственность за ним!». Таким образом, закончилась «игра» в малые предприятия: кто хотел работать, вошли в состав института. Проектная часть осталась в полном составе...»

Евгений Апполинарьевич Спиридович, доктор технических наук, действительный член Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, заслуженный работник народного хозяйства Республики Коми, почетный работник газовой промышленности, заслуженный изобретатель Российской Федерации, «Рыцарь науки и искусства» (РАЕН), лауреат Первой премии ОАО «Газпром» в области науки и техники.

Более 30 лет посвятил освоению месторождений Тимано-Печорской провинции. Осуществлял руководство разработкой проектов обустройства Западно-Соплесского и Василковского газоконденсатных месторождений, дообустройства Вуктыльского ГКМ и подготовкой проекта хранилища-регулятора на базе этого месторождения. Принимал участие в подготовке и проведении Вуктыльского эксперимента, технико-экономическом обосновании обустройства Нарьян-Марской группы газоконденсатных месторождений, проектировании участка системы газопроводов Ямал – Запад, газопровода и конденсатопровода Печора – Западный Соплеск. Занимался подготовкой разделов Федеральной целевой программы перспективного комплексного освоения нефтегазовых ресурсов Тимано-Печорской провинции.

Возглавив филиал, много сделал для укрепления его технической базы, содействовал развитию новых направлений деятельности – экологического и для решения приоритетных проблем магистрального транспорта газа, способствовал налаживанию тесной связи между подразделениями филиала и производственными предприятиями.

Автор более 140 научных трудов, автор и соавтор 24 изобретений.

В начале 1990-х гг. филиал выполнил ряд серьезных научно-исследовательских и проектных работ, способствующих эффективному развитию газовой отрасли региона. Было подготовлено обоснование наращивания сырьевой базы РАО Газпром» в Тимано-Печорской провинции на перспективу до 2030 г.; составлена технологическая схема эксплуатации Вуктыльского месторождения в режиме хранилища-регулятора; подготовлена комплексная программа освоения нефтегазоконденсатных и нефтяных месторождений Тимано-Печорской провинции до 2015 г.; выполнено технико-экономическое обоснование реконструкции Сосногорского газоперерабатывающего завода; разработаны нормативы предельно допустимых выбросов в атмосферу



Евгений Апполинарьевич
Спиридович



Лаявожское НГКМ. Бригада изыскателей
(1996 г.)



Печорокожвинское НГКМ. Буровая
(1999 г.)

стральных газопроводов. Стоит отметить, что отдельными вопросами в области транспорта газа филиал начал заниматься гораздо раньше – еще в середине 1970-х гг. А во второй половине 1980-х гг. Миннефтегазстрой СССР поручил лаборатории коррозионной защиты филиала изучить активность грунтов на Севере, особенно в районах Бованенково, Харасавзя и Ямбурга. По договору с объединением «Арктикнефтегазстрой» коллектив лаборатории разработал линию по нанесению антикоррозионных покрытий на внутреннюю и внешнюю поверхность металлических свай. Принимавшая работы ведомственная комиссия отметила, что линия дает возможность решать многие насущные проблемы при установке свайных оснований в условиях Ямбурга и Ямала, а также при строительстве любых объектов в условиях вечной мерзлоты.

Наработанный опыт, безусловно, пригодился. Однако для успешного проведения натурных обследований газопроводов потребовалось новое техническое оснащение и специальное обучение методам диагностирования. Благодаря поддержке руководства филиала эти вопросы были решены, и диагностическое направление стало приоритетным в работе отдела вплоть до 2001 г.

Непосредственное участие специалистов отдела в расследовании аварий на магистральных газопроводах убеждало и в необходимости развития испытательной базы. Именно это обусловило развитие программ по испытанию материалов труб, а также полномасштабных полигонных испытаний гидравлическим давлением до разрыва. Исследование резервов несущей способ-

вредных веществ для крупных промышленных предприятий региона и многое другое. Основные разработки проектного направления филиала были связаны с созданием технологических решений, обеспечивающих повышение надежности и прочности эксплуатации газотранспортной системы, реконструкцией и перевооружением объектов дальнего транспорта газа, входящих в сферу влияния ГП «Севергазпром». В эти годы проектировщиками филиала внедрены новые способы прокладки трубопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов, реализованы системные подходы к проектированию объектов транспорта газа.

В конце 1992 г. по инициативе руководства ГП «Севергазпром» было принято решение об организации в составе Севернипигазы нового научного направления по решению приоритетных проблем в транспорте природного газа – лаборатории прочности и надежности линейной части маги-

ности труб с различными дефектами доказало, что запас прочности у них есть, но для обеспечения дополнительной эксплуатационной надежности нужно своевременно «залечивать» дефекты. Приоритет отдавался безвырезным методам, без стравливания газа. Предложенные сотрудниками отдела методы ремонта были запатентованы и утверждены стандартами предприятия «Севергазпром».

Валерий Михайлович Шарыгин, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Российской Федерации, лауреат премии ОАО «Газпром» в области науки и техники, лауреат общественной Премии Международной топливно-энергетической ассоциации им. Н.К. Байбакова.

Занимаясь вопросами строительства и ремонта магистральных газопроводов в сложных условиях болот и вечномерзлых грунтов Крайнего Севера, разработал и применил ряд новых технологий прокладки. В частности, предложил эффективные теплоизоляционные конструкции для трубопроводов, предназначенных для магистрального транспорта природного газа в сжиженном состоянии; новые конструктивные решения по прокладке газопроводов на головном участке сплошной вечной мерзлоты КС «Ямбург» – КС «Ныда»; способ баллаستировки газопроводов с применением нетканых материалов. Внес существенный вклад в разработку эффективных технических решений в части повышения надежности и эксплуатации магистральных газопроводов, успешно примененных при реконструкции и капитальном ремонте трубопроводов на обводненных и заболоченных грунтах. Разработал ряд стандартов предприятия «Севергазпром» по использованию современных материалов и технологий ремонта газопроводов, испытаниям дефектных труб. Автор конструктивно-технологических решений по ремонту дефектных участков газопроводов с использованием стеклопластиковых муфт, которые в настоящее время успешно используются на газотранспортных предприятиях России.

Опубликовал более 110 научных трудов. Автор и соавтор 34 изобретений и полезных моделей.

Из воспоминаний Юрия Анатольевича Теплинского, в 1993–1997 гг. – инженера 1 категории, ведущего инженера, в 1997–2010 гг. – начальника отдела прочности и надежности магистральных газопроводов:

«...В первый год мы с Володи́ей Авдеевым ездили по командировкам особенно много – за неполный год набралось 110 дней. Еще не имея необходимого приборного парка, мы пытались задокументировать и оценить техническое состояние потенциально опасных участков магистральных газопроводов (МГ). Толщиномер, взятый напрокат за литровую бутылку водки «Распутин» на УНПЗ, фотоаппарат, лопата, штырь-щуп, рулетка и блокнот – вот нехитрый полевой набор того времени. Тем не менее десятки переходов МГ через речки и ручьи, автомобильные и железные дороги, болота и овраги были задокументированы, оценены, подготовлены решения по методам их ремонта.



Валерий Михайлович Шарыгин

Осенью, чтобы получить специальную подготовку по новым методам диагностики, мы на шесть недель уселись за учебные парты в МВТУ им. Н.Э. Баумана. Лекции, практические занятия и, наконец, экзамены у маститых ученых. В результате полевой сезон 1994 г. мы с В.А. Авдеевым встретили аттестованными специалистами. Но нужно было еще внедрить новую аппаратуру, показать ее эффективность, убедить Севергазпром в необходимости ее приобретения.

В Урдоме находилось заветное болото, где в свое время всплыли две нитки МГ, обнажив на нескольких десятках метров свою верхнюю образующую, в то время как им полагалось укрываться от людских глаз с помощью пригрузки и обваловки. Не придумав ничего лучшего, данные участки предлагалось переуложить, заменив на новые: авось повторно получится лучше. Узнав, что уже подготовлен и оплачен проект на реконструкцию, мы решили, что называется, подсуетиться, внедрив московский метод диагностики, способный доказать бездефектность труб и возможность их приведения в соответствие со СНиП, используя безвырезную технологию.

Кроме труб в болоте водились черные, метровой длины, гадюки. Здесь было самое северное место, где они каким-то образом прижились. Стояло лето, и змеи, думая, что всплывшие трубы предназначены именно для них, грелись на теплой изоляции, а при необходимости прятались под потерявшие свою балластирующую способность бетонные пригрузки. Невесть откуда взявшиеся люди вызвали у пресмыкающихся неподдельный интерес, к счастью, до взаимного контакта дело не дошло. А вот с трубами контакт состоялся, и их бездефектный уровень подтвердился. Но в четырехстах метрах от болота магистральные газопроводы пересекали железную дорогу, и дотошный В.Н. Лисин (**прим. ред.** – начальник лаборатории прочности и надежности линейной части магистральных газопроводов) решил здесь попытаться счастья в поисках опасных дефектов. Сказано – сделано. В зоне, примыкающей к железной дороге, подозрительный участок длиной 20–30 метров был локализован. Дело оставалось за малым – убедиться, а самое главное убедить службу эксплуатации, что там и правда наличествует серьезное повреждение стенки трубы. Участок полнопрофильно вскрыли, но коррозионных поражений не нашли. Оставался вариант контроля сварных швов, в которых частенько водились заложенные с момента строительства дефекты сварки. Специалисты Севергазпрома просветили стыки рентгеном и опять ничего опасного не обнаружили. Тогда в ход пошли незаурядные способности убеждения В.Н. Лисина. После долгой беседы с «рентгенологами» состоялась-таки повторная «просветка», и коварные тепловые трещины были все же обнаружены. Результат налицо, ремонт стыков проведен, новый метод диагностики скоро стал штатным, и трубы на болоте на радость гадюкам остались нетронутыми. Оплаченный проект лег на полку, а участники его отмены получили законные премиальные...»

В начале 2000-х гг. в составе направления натуральных исследований аттестовали лабораторию неразрушающего контроля. С этого времени в связи со снижением инженерных нагрузок отдел прочности и надежности магистральных газопроводов стал развиваться именно как научное подразделение Севернипгаза. Тогда же получила развитие тематика исследований, связанная с объектами компрессорных станций и электрохимической защитой трубопроводов. Учитывая большой вклад в решение фундаментальных и прикладных проблем ТЭК, а также активную научно-просветительскую деятельность в области устойчивого развития энергетики, специалисты отдела неоднократно удостоивались престижной общественной Премии имени Н.К. Байбакова (2010, 2012,

2013, 2014 гг.), а разработки отдела отмечались премиями ОАО «Газпром» в области науки и техники (2007, 2014, 2015 гг.).

В 1997 г. приказом РАО «Газпром» Севернипигаз, сохранив за собой ставшее уже фирменным название, вновь передается в состав ВНИИГАЗа на правах филиала. Общая напряженная экономическая ситуация в стране не могла не сказаться отрицательно на положении науки в целом. Тем не менее руководство Севернипигаз сумело уберечь филиал от развала, сохранив кадровый потенциал и ведущие подразделения.

В начале 2000-х гг. с учетом реалий экономического рынка в филиале была выбрана новая стратегия развития. Несмотря на довольно внушительный объем работ, выполняемый по заказу ООО «Севергазпром», филиал начал постепенно переориентироваться на решение общепромышленных задач и приступил к поиску новых заказчиков. Ставку сделали на восстановление минерально-сырьевой базы нефтегазового комплекса – начиная с разведки и заканчивая разработкой, проектированием обустройства и сопровождением эксплуатации месторождений. Упор делался на заключение прямых договоров с недропользователями и решение практических вопросов. Комплексный характер деятельности филиала, позволяющий осуществлять полный цикл научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ, также обеспечил дополнительные бонусы. Опыт работы на уникальных месторождениях Севера оказался востребован в масштабах страны. В итоге существенно расширилась география работ филиала, которая охватила Северный Кавказ, Краснодарский край, Восточную и Западную Сибирь, Дальневосточный регион.

Научные школы филиала по таким направлениям, как экология, газоконденсатные исследования скважин и магистральный транспорт газа выдвинулись на передовые позиции в отрасли. Стабильно сильное проектное направление также делало успехи: в 2000 г. отделом связи был разработан проект по организации связи с удаленными объектами Череповецкого и Шекснинского промузлов ООО «Севергазпром» на основе цифровой системы беспроводного радиодоступа. Данная система связи была впервые внедрена в ОАО «Газпром» и демонстрировалась на выставке «ВКСС-2000» («Ведомственные и корпоративные системы связи») в Москве.



Юбилейное АПУМГ, КС-16. Освидетельствование трубопроводов КС (май 2006 г.). Слева направо: Р.В. Агинец, С.А. Шкулов



Микуньское АПУМГ, газопровод Ухта – Торжок-2. Балластировка ремонтируемого участка магистрального газопровода с использованием нетканого синтетического материала (2009 г.)



Бованенковское НГКМ. Промысловые исследования на скважине (2004 г.).



Торжественная церемония ввода в промышленную эксплуатацию установки газопереработки на Сосногорском ГПЗ (1 декабря 2004 г.)

рых стали проектные решения, разрабатываемые специалистами проектно-изыскательского направления. Это проекты дообустройства и реконструкции УКПГ, проектно-изыскательские работы по внутри- и межпромысловым коммуникациям, проектирование объектов инфраструктуры и многое другое. Кроме того, совместно с ВНИИГАЗом были проведены предпроектные работы для международных проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2», выполнена корректировка ТЭО обустройства Приразломного месторождения.

В те годы внимание специалистов было привлечено к Штокмановскому месторождению в Баренцевом море, освоение которого, по сути, стало частью геополитки. К его изучению были привлечены крупнейшие международные компании из Норвегии, Франции, США. В число участников попал и Севернипигаз, который отвечал за интерпретацию сейсморазведочной информации 3D-съемки и обеспечивал супервайзерский контроль процесса испытания разведочной скважины № 7.

Из интервью Леонида Николаевича Сухогузова, в 2000–2006 гг. – инженера 1 категории, ведущего инженера, в 2006–2008 гг. – заведующего лабораторией отдела технологий строительства скважин:

«...Наша супервайзерская группа успешно справилась с поставленными задачами, несмотря на то, что впервые работала на морской платформе. Сказать, что было очень сложно, не могу, хотя определенные трудности

Укреплению репутации и востребованности филиала способствовал и тот факт, что в 2002 г. филиал одной из первых научно-исследовательских и проектных организаций отрасли прошел сертификацию в системе менеджмента качества на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001:2000. Это позволило филиалу стать участником ряда крупных отраслевых проектов, среди которых освоение месторождений арктического шельфа, строительство газотранспортной системы с Бованенково, а также заявить о себе в проектах с участием иностранных партнеров, выступив генпроектировщиком реконструкции производства газопереработки на Сосногорском ГПЗ (заказчик – ООО «Севергазпром», подрядчик – чешская компания «Шкода ЙС»).

В рамках отраслевой программы по переводу Вуктыльского месторождения в режим хранилища-регулятора филиалом выполнялся большой объем научно-исследовательских работ, логическим продолжением кото-

возникали. Мы ведь привыкли жить и работать на суше: куда захотели, туда и пошли. А там находишься в ограниченном пространстве. Плюс ко всему приходилось общаться на ломаном английском с людьми, которыми, по сути, этот язык тоже не родной. Но ничего, выкручивались! Вообще, коллектив собрался интернациональный – норвежцы, русские, датчане, финны, индусы. Кого там только не было! При испытаниях скважины присутствовали даже представители из Южной Африки.

За это время мы многому научились у норвежцев, хотя считаю, что российские специалисты значительно сильнее иностранных, в первую очередь, за счет богатого и разностороннего опыта работы. Норвежцы, безусловно, очень грамотные, но узкопрофильные специалисты: если человек, например, работает помощником бурильщика, он знает только то, что ему положено по этой специальности. Но что у них действительно на высоте – так это четкая организация работ, техника безопасности и вопросы нормального жизнеобеспечения каждого члена команды. Ведь площадь платформы небольшая, вокруг море, и если вдруг кто-то нарушит установленные правила, пострадают все...»

Из интервью Михаила Николаевича Мымрина, в 2006–2008 гг. – инженера 1 категории, ведущего инженера, в 2008–2014 гг. – заведующего лабораторией отдела технологий строительства скважин:

«...Технология бурения везде одинакова, и для специалистов не имеет значения, работать на суше или на море. Конечно, работа на шельфе имеет свои особенности, но все они связаны с доставкой, размещением и обслуживанием платформы и оборудования. Штокмановское месторождение на 600 км удалено от берега, к тому же сложная ледовая обстановка Баренцева моря накладывает определенные ограничения. Так как наша платформа была без ледовой защиты, запланированные работы нужно было провести в сжатые сроки.

В обязанности нашей группы входило осуществление контроля процесса бурения и испытания скважины. Программа бурения была написана норвежцами, основываясь на их стандартах, и необходимо было проконтролировать, чтобы все соответствовало российским



Супервайзерский контроль на Штокмановском месторождении. А.Н. Сухогузов (2006 г.)



Топографическая съемка коридора нефтесборного коллектора на Южно-Тереховейском нефтяном месторождении. О.М. Уклеikin (2009 г.)

требованиям. ...В процессе работы мы установили, что подрядчики не до конца учли регламент Газпрома по безаварийной проводке скважин. Помимо представителей Севернипгаза, на платформе присутствовали супервайзеры от генерального подрядчика и фирмы «Гидро» (Норвегия). Мы обсудили с ними ситуацию, и они согласились с нашими замечаниями. В итоге проблема была благополучно решена...»

В 2008 г., опять же в числе первых, филиал получил сертификат, подтверждающий соответствие системы менеджмента качества требованиям корпоративной системы ГАЗПРОМСЕРТ. В условиях разразившегося мирового финансового кризиса это помогло филиалу не просто удержаться на плаву, но и продолжить поэтапное развитие. В последующие годы филиал продолжал активно выходить с работами в новые регионы, налаживал сотрудничество с иностранными компаниями. Помимо плановых работ на ключевых месторождениях Тимано-Печорской провинции была проведена разработка ТЭП по освоению месторождений и перспективных площадей ОАО «Газпром» на Северо-Западе России и в Ямало-Ненецком автономном округе; подготовлено технико-экономическое обоснование для освоения месторождений



Инженерные изыскания на трассе проектируемого газопровода Бованенково – Ухта (2008 г.)



Экспедиция в район р. Адзвы (Гряда Чернышова) (2009 г.)



Инженерные изыскания на трассе конденсатопровода Вуктыл – Сосногорский ГПЗ. Установка GPS-приемника. Р.Б. Константинов (3 марта 2010 г.)



Диагностика стыков турбоагрегатов КС «Гагарацкая» (февраль 2013 г.)



Геотехнический мониторинг системы магистральных газопроводов Бованенково – Ухта (2016 г.)



Стройплощадка на территории завода по подготовке конденсата к транспорту в Новом Уренгое (2016 г.). А.К. Цильке (первая справа)

Устюртского нефтегазоносного региона Республики Узбекистан; получен опыт работы на морских месторождениях Индии и Вьетнама; проделан ряд исследовательских работ на Чайндинском месторождении, являющемся базовым для формирования Якутского центра газодобычи в рамках реализации Восточной газовой программы.

3 декабря 2008 г. на КС «Ухтинская» была произведена первая сварка стыка магистрального газопровода Бованенково – Ухта. Беспрецедентный по значимости проект позволил открыть доступ к богатейшим залежам полезных ископаемых п-ова Ямал. В рамках строительства новой газотранспортной системы проектировщиками филиала был проведен огромный объем изыскательских работ, подготовлены проектные решения, направленные на увеличение производительности газотранспортной магистрали и снижение финансовых затрат при строительстве, в частности выполнено технико-экологическое обоснование возможности размещения компрессорных цехов на площадках действующих КС.

В настоящее время филиал, который в связи с переходом на единый фирменный стиль ОАО «Газпром» в январе 2010 г. был переименован в филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, является одним из крупнейших научных и инженеринговых центров газовой отрасли на северо-западе России. За время своей истории филиал не только внес большой вклад в развитие нефтегазовой науки и нефтегазовой отрасли в целом, но и способствовал развитию городов республики – Ухты, Сосногорска и Вуктыла, на территориях которых располагаются ключевые объекты газового комплекса региона.

Список использованных источников

1. На перекрестках времен / Т.А. Векшина, Т.А. Матросова, М.В. Корненкова, В.В. Сергеева; под ред. Е.М. Гурленова. – Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2009. – 424 с.
2. Михаил Александрович Бернштейн / сост. А.М. Бернштейн, Т.А. Векшина, В.В. Сергеева; под ред. Е.М. Гурленова. – Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2012. – 120 с.
3. Вуктыл. Дороги, которые мы выбираем / сост. Л.В. Жогова, Т.А. Векшина, И.В. Шаманаева; под ред. А.А. Захарова. – Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2006. – 704 с.

4. Вуктыл: годы поисков и свершений: буклет / сост. Е.М. Гурленов, В.Н. Данилов, В.В. Сергеева. – Ухта: Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» – «Севернипигаз», 2009. – 18 с.
5. Филиал ООО «ВНИИГАЗ» – «Севернипигаз». От лаборатории до института / под ред. Т.А. Векшиной. – Ухта: Филиал ООО «ВНИИГАЗ» – «Севернипигаз», 2000. – 216 с.
6. Сергеева В. Экспериментальный полигон на Ямале // Вестник «Поиск». – № 3(05), август. – 2012.
7. Сергеева В. У истоков освоения Ямала / В. Сергеева // Вестник «Поиск». – 2012. – № 4(06), декабрь.
8. Сергеева В. Точка отсчета – 1964 год / В. Сергеева // Вестник «Поиск». – 2014. – № 4 (10), декабрь.
9. Ухта научная: буклет / В. Сергеева. – Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2009. – 34 с.
10. Колесников Б. Прогноз выдает «Протей» / Б. Колесников // Регион. – 2005. – № 6, июнь.
11. Колесников Б. Начало всему – проект / Б. Колесников // Регион. – 2005. – № 6, июнь.
12. За благородство помыслов и дел // Регион. – 2005. – № 12, декабрь.
13. Дручинина С. «Эфир» за чистый эфир / С. Дручинина // Газета «Ухта». – Март 1986.
14. Москвина Н. Помогли ученые / Н. Москвина // Газета «Красное знамя». – 14.10.1989.
15. Золотой фонд газовой промышленности. Второй выпуск: Биографический справочник. – СПб.: Корвет, 2013. – 456 с.
16. Дручинина С. Новое направление / С. Дручинина // Газета «Ухта». – 02.10.1985. – № 190.
17. Фотоальбом 45 лет. Время свершений. От лаборатории до института: в 2-х ч. / сост. Т.А. Векшина. – Ухта: Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» – «Севернипигаз», 2005.
18. Эксперимент прошел удачно // Газета «Ухта». – 07.03.1984.
19. Нефть и газ Коми края: сб. документов и материалов. – Сыктывкар: Коми книжное издательство, 1989. – 288 с.
20. Колесников Б. «Севернипигаз» не боится конкуренции / Б. Колесников // Регион. – 2006. – № 7, июль.



**ОБЩАЯ ИСТОРИЯ:
СЕВКАВНИПИГАЗ И ВНИИГАЗ
(НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ
И СОТРУДНИЧЕСТВО)**

Развитие газовой промышленности на Северном Кавказе во второй половине прошлого столетия обусловлено открытием целой серии крупных и мелких углеводородных месторождений:

1946–1950 гг., Ставропольский край – Сенгилеевское, Северо-Ставропольско-Пелагиадинское и другие газовые месторождения;

1956–1958 гг., Краснодарский край – Ленинградское, Березанское, Каневское, Старо-Минское и Майкопское газоконденсатные месторождения.

В то время в регионе образовался избыток топлива и химического сырья, при этом центральные районы страны испытывали в них острую потребность. Добыча значительных объемов газа и переброска его на большие расстояния потребовали решения многих практических и теоретических задач, связанных с разработкой месторождений и созданием газотранспортной системы большой мощности и протяженности.

В целях усиления геолого-геофизических и промысловых исследований на газовых месторождениях и разведочных площадях Ставрополья и оказания научно-технической помощи Ставропольскому Совнархозу и его производственным организациям в области разработки и анализа работы газовых месторождений в соответствии с приказом Главгаза СССР от 07 апреля 1962 г. № 71 и приказом Всесоюзного научно-исследовательского института природных газов (ВНИИГАЗ) от 09 апреля 1962 г. № к-394 в г. Ставрополе была создана Ставропольская комплексная научно-исследовательская лаборатория газовых месторождений (СКНИЛ ВНИИГАЗа) – одно из первых научных подразделений «Газпрома» на Кавказе.

С апреля 1962 г. лаборатория, которая состояла из двух секторов (геологического и промыслового), делала свои первые и самые трудные шаги: не было своих рабочих помещений, транспорта, но, главное, не хватало специалистов. Много труда в организацию лаборатории и выполнение первых научно-исследовательских тем вместе с ее руководителем Н.Р. Акоюном вложили заведующие секторов А.А. Клименко, С.С. Гацулаев, Ю.В. Терновой и др. Для работы в СКНИЛ приглашались специалисты, имеющие производственный опыт и склонность к научным изысканиям.

В 1963 г. началось строительство первого лабораторного корпуса, завершившееся в следующем году благодаря в том числе и энтузиазму работников СКНИЛ, которые в свободное от своей непосредственной работы время принимали участие в постройке здания, благоустройстве территории. В просторных кабинетах корпуса, в которых разместилось новое оборудование, к этому времени трудился коллектив единомышленников, насчитывающий около 200 сотрудников. Начал создаваться первый библиотечный фонд.

Еще не закончен период становления, а деятельность лаборатории уже играет значительную роль в развитии газовой промышленности Предкавказья. В 1965 г. в средствах массовой информации появляется несколько публикаций о работах СКНИЛ, в которых отмечается тесная связь разрабатываемых научных проблем с производством и та значительная роль, которую играет лаборатория в развитии газовой промышленности.

С каждым годом увеличивается объем и возрастает научно-технический уровень выполняемых работ, расширяется тематика научных исследований – получают развитие новые направления: исследования процессов осушки газа и подготовки его к транспорту; разработка методов вскрытия продуктивных пластов; укрепление призабойной зоны в слабосцементированных коллекторах; анализ разработки газовых и газоконденсатных месторождений; исследование физико-химических свойств газа и конденсата; исследование и оценка запасов месторождений термальных вод; подсчет прогнозных запасов

газа на территории Северного Кавказа; исследования в области повышения продуктивности скважин путем химического воздействия на пласт.

Составлены технологические схемы по Тахта-Кутультинскому и Прикумскому месторождениям. Предположения специалистов лаборатории о стратегической приуроченности газовых залежей в пределах Мирненско-Арзгирской зоны к нижне-меловым отложениям подтвердились результатами разведочных работ – открыто Мирненское месторождение с залежами газа в пластах нижнего мела. Выявлены наиболее перспективные районы бассейнов термальных вод и установлены перспективы этих бассейнов как источника глубинного тепла на территории Дагестанской АССР. Усовершенствован и внедрен в промысловую практику гидропескоструйный перфоратор с наклонным расположением насадок для вскрытия часто переслаивающихся продуктивных пластов, позволяющий улучшить гидродинамическую связь продуктивного пласта с эксплуатационным забоем скважины. В г. Изобильном введена в эксплуатацию разработанная специалистами лаборатории опытно-промышленная установка по осушке газа производительностью 100 тыс. м³/сут. Сотрудниками лаборатории создана и внедрена в производство передвижная станция контроля технологического режима цементирования, с помощью которой проводилось изучение технологических осложнений при цементировании глубоких скважин. Коллективом лаборатории сконструирован и изготовлен лубрикатор, с помощью которого производились промыслово-геофизические исследования в газовых скважинах под давлением. Это лишь небольшая часть разработок специалистов лаборатории.

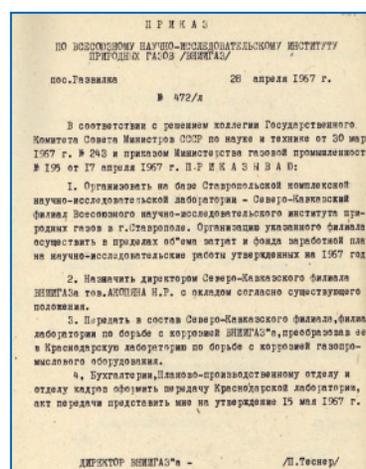
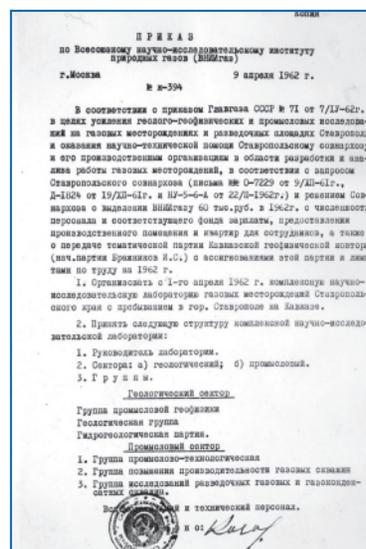
К 1967 г. научно-исследовательские работы в лаборатории выполнялись уже по 21 теме. Исследованиями была охвачена вся территория Ставропольского края, частично Калмыцкая и Дагестанская АССР. В составе лаборатории трудилось более 370 человек, в том числе 7 кандидатов наук.

В соответствии с решением коллегии Государственного комитета Совета министров СССР по науке и технике от 30 марта 1967 г. приказа от ВНИИГАЗу от 28 апреля 1967 г. № 472/д на базе СКНИЛ ВНИИГАЗа был организован Северо-Кавказский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института природных газов (СКФ ВНИИГАЗа).

Филиал насчитывал 17 лабораторий, в которых трудилось 500 сотрудников. Кадровый потенциал филиала включал 19 кандидатов наук, многие из которых защитили свои диссертации по темам исследований, выполняемых в организации.

Количество тем, выполняемых филиалом, составило 38, а объем исследований превысил 1 млн руб.

Четко определились два научных направления исследований – геология, поиски и разведка газовых и газоконденсатных месторождений и разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. В состав филиала вошел также Краснодарский научно-исследовательский отдел ВНИИГАЗа.



Наряду с традиционными задачами по геологии и разработке газовых месторождений в отделе получил развитие новый вид исследований – изучение факторов и процессов коррозии газопромыслового оборудования, разработка мер и способов его защиты.

Сотрудниками филиала сделано обоснование по разведочному бурению на термальные воды в Краснодарском крае. Впервые выполнены определения абсолютного возраста метаморфических и осадочных пород Центрального Предкавказья на масс-спектрометре МИ-1305.

По рекомендациям геологов закладываются поисковые скважины на семи разведочных площадях. На основе комплексного анализа опытно-промышленной эксплуатации с применением методики направленных поисков газовых месторождений специалистами филиала доказана газонасыщенность III пласта нижнего мела Южно-Советского месторождения, считавшегося ранее водоносным, экономическая эффективность промышленной разработки которого составила более 365 тыс. руб./год. Предположения о том, что залежь II пласта нижнего мела Мирненского месторождения имеет больший этаж газоносности, чем предполагалось ранее, подтверждены приростом газа до 20 млрд м³.

Вычислительным центром филиала, оснащенным новыми для того времени ЭВМ, оперативно решаются задачи по выбору оптимального размещения скважин при эксплуатации месторождений, рассчитываются подробные модели газовых месторождений, накапливается информация обо всех скважинах Северного Кавказа, магистральных газопроводах, компрессорных станциях, разведочных площадях. Впервые в газовой промышленности была создана методика выбора оптимального варианта разработки нефтегазоконденсатных месторождений.

Внедряется метод изучения малодобитных месторождений, который позволяет намного повысить качество исследований и сократить время их проведения, проводятся работы по исследованию скважин в Западной Сибири.

На газовых промыслах Северного Кавказа внедряется комплекс мероприятий по защите оборудования от коррозии, рекомендован ряд ингибиторов коррозии. Внедрение комплекса мероприятий позволяет увеличить межремонтный период работы скважин с 6–12 до 36–48 месяцев. Полученная экономия составляет 2 млн руб./год.

По разработанной СКФ ВНИИГАЗа технологии проводятся гидравлические разрывы пластов на Тахта-Кутульгинском, Сенгилеевском, Расшеватском и Безопасненском месторождениях. Разработаны рецептуры технологических жидкостей для глушения скважин, позволяющих проводить работы, исключая поглощения их пластом.

Внедрение рекомендаций по применению воздушного холодильника в схемах установки низкотемпературной сепарации газа для месторождений с высокой температурой газа на устье скважин дает годовой экономический эффект 180 тыс. руб.; 350 тыс. руб./год – таков экономический эффект опытно-промышленных работ по применению поверхностно-активных веществ для удаления жидкости из действующих газовых скважин.

Вклад специалистов комплексной лаборатории и филиала в копилку открытий и достижений ВНИИГАЗа сложно переоценить.

Качественно новый этап развития научной организации начался с 6 мая 1971 г.

В соответствии с Постановлением ГК Совета министров СССР по науке и технике «О мерах по упорядочению и рациональному размещению сети научно-исследовательских и проектных институтов Министерства и об

организации научно-технических производственных объединений» на базе Северо-Кавказского филиала ВНИИГАЗа создан Северо-Кавказский научно-исследовательский институт природных газов (СевКавНИИГаз) в г. Ставрополе с подчинением его ПО «Ставропольгазпром».

Научно-исследовательский институт приобрел самостоятельность, дальнейшие взаимоотношения с ВНИИГАЗом строились на принципах партнерства – решение многих проблем нефтегазовой промышленности путем совместных проектов в различных направлениях исследований.

В 1993 г. СевКавНИИГаз был преобразован в АО «СевКавНИИГаз», в 1996 г. институт получил статус проектной организации – ОАО «СевКавНИПИГаз»: наряду с проведением научных изысканий институт является разработчиком проектно-сметной документации на строительство, реконструкцию и капитальный ремонт скважин для многих регионов России и стран СНГ.

С 1971 по 2015 гг. институт в разные периоды своей истории переживал не только подъем, но и трудности, связанные с экономической ситуацией в стране, преодолевая которые благодаря верной политике руководства, высокому кадровому потенциалу, включающему докторов и кандидатов наук, крепкой материально-технической базе, оснащенной современным лабораторным и исследовательским оборудованием, техническими средствами, лицензионным программным комплексом, к 2015 г. ОАО «СевКавНИПИГаз» выступает как крупнейший научно-исследовательский и проектный институт в системе «Газпрома» на юге России, выполняющий научно-исследовательские, опытно-конструкторские и проектно-изыскательские работы для газодобывающих и газотранспортных дочерних обществ ПАО «Газпром».

При непосредственном участии института открыто более 50 месторождений и залежей углеводородов юга России, в том числе в акватории южных морей. Разработанные проекты реализованы более чем на 100 месторождениях и ПХГ практически во всех регионах России, стран СНГ и на территории других иностранных партнеров. Институт является одним из авторов создания и эксплуатации самого крупного в Европе Северо-Ставропольского подземного хранилища газа, которое занимает важное место в системе газоснабжения России. Общество имеет огромный опыт в создании объектов ПХГ и газотранспортной системы, расположенных на юге России, которые в настоящее время занимают особое место в экономике страны и непосредственно связаны с экспортными поставками газа.

Институт занимает ведущие позиции среди проектных организаций, разрабатывая и реализуя научно обоснованные проекты разработки месторождений углеводородов, обустройства объектов нефтегазодобычи, строительства, реконструкции и ремонта скважин месторождений и ПХГ.

СевКавНИПИГаз – один из немногих институтов, способных обеспечить комплексный подход при выполнении НИОКР и ПИР, охватывает весь жизненный цикл месторождений УВ. Институт, имея научно-технический сервисный центр, реализует проектные решения, внедряет новые разработки, осуществляет сопровождение применения инновационных решений в производстве.

Широка география внедрения разработок СевКавНИПИГаза. Научно-техническая продукция Общества, инновационный уровень которой подтвержден многочисленными авторскими свидетельствами и патентами на изобретение и полезную модель, реализована в производстве не только на объектах нефтегазовой промышленности России, но и за рубежом.

Высокая оценка деловой репутации и научный авторитет СевКавНИПИГаза подтверждены победами в многочисленных научно-технических кон-

курсах: разработки института отмечены дипломами и медалями, а их авторы неоднократно признавались лауреатами престижных премий в системе «Газпрома» (Премия ПАО «Газпром» в области науки и техники, Премия им. Н.К. Байбакова). В 2015 г. ОАО «СевКавНИПИГаз» признан победителем регионального и федерального этапов конкурса национальной премии в области предпринимательской деятельности «Золотой Меркурий» в номинации «Лучшее предприятие-экспортер в сфере услуг».

Наличие огромного опыта в выполнении научных изысканий, кадрового состава высокой квалификации – более 35 докторов и кандидатов наук, имеющих в том числе опыт преподавательской деятельности, а также лицензии на право ведения образовательной деятельности, выданной Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки, позволили в 2012 г. в ОАО «СевКавНИПИГаз» открыть аспирантуру по двум научным специальностям: 25.00.15 – «Технология бурения и освоения скважин» и 25.00.17 – «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

В рамках реализации Программы научно-технического развития ПАО «Газпром» до 2020 г. в области стратегического сотрудничества с вузами в соответствии с договорами о сотрудничестве с Северо-Кавказским федеральным университетом на базовой кафедре «Экономико-математическое моделирование и управление инновациями в нефтегазовой сфере», созданной на базе института, ведется профильная подготовка наиболее способных бакалавров и магистрантов по направлениям: математика и компьютерные науки; нефтегазовое дело; геология, разведка и разработка полезных ископаемых.

Необходимо отметить, что многие специалисты, прошедшие научно-производственную школу в СевКавНИПИГазе, в дальнейшем продолжили свою деятельность на руководящих должностях в организациях и предприятиях ТЭК России, в том числе и в головном научно-исследовательском институте «Газпрома» – ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

В 2015 г. с целью консолидации проектных активов и обеспечения единых стандартов проектной деятельности ПАО «Газпром» создана новая специализированная компания ООО «Газпром проектирование» с местонахождением администрации в г. Санкт-Петербурге, имеющая филиалы на территории России. Основу Ставропольского филиала составил проектный блок СевКавНИПИГаза, что повлекло необходимость пересмотреть структуру работ, выполняемых институтом.

В июне 2017 г. в связи с изменением организационно-правовой формы Общество переименовано в АО «СевКавНИПИГаз».

Опыт, накопленный более чем за всю историю своего существования, сохранность лучших традиций научного поиска, высокий профессионализм специалистов, несмотря на сложность периода, позволяют СевКавНИПИГазу в настоящее время продолжать свою деятельность по основным направлениям: проектирование, научные изыскания, сервисные и инжиниринговые услуги, авторский надзор.

Обществом ведется поиск новых возможностей для расширения границ бизнеса, укрепляются и расширяются деловые отношения с организациями и предприятиями ТЭК России в развитии инновационного потенциала экономики страны.

СевКавНИПИГаз и ВНИИГАЗ связаны девятилетней общей историей, более чем 55-летним научно-техническим сотрудничеством в совместных проектах и решении проблем нефтегазовой отрасли и просто теплыми дружескими отношениями.



**РАЗВИТИЕ ПЕРСОНАЛА –
ПРОЦЕСС НЕПРЕРЫВНЫЙ, ТРЕБУЮЩИЙ
КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА**

Учебный центр ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Н.А. Анисимова

Устойчивое и эффективное развитие крупных нефтегазовых компаний непосредственно связано с масштабами использования последних достижений науки, новых технологий и техники.

Любой компетентный руководитель понимает, что человеческие ресурсы, в отличие от остальных ресурсов компании, с годами только увеличивают свою ценность. И только подготовленный и мотивированный персонал обеспечит четко налаженную работу, экономическую эффективность компании и конкурентное преимущество на рынке. А значит, персоналу постоянно требуется обучение и повышение квалификации.

В целом в Группе «Газпром» численность научных работников составляет почти 2 тыс. человек, из которых почти 600 чел. – кандидаты наук и более 70 – доктора наук, из них более 50 % – сотрудники нашего института. И здесь необходимо отметить, что возрастная структура научных кадров ООО «Газпром ВНИИГАЗ» заметно отличается от средних показателей по стране: средний возраст высококвалифицированных научных сотрудников института не превышает 45 лет, при том что в стране сохраняется возрастной дисбаланс в структуре научных сотрудников с доминированием старшей возрастной группы (старше 50 лет). Средний возраст специалистов, имеющих ученую степень, в России составляет почти 60 лет.

Отечественный и мировой опыт показывают, что пик научной и творческой активности ученого, как правило, приходится на возраст между 30 и



Первый состав сотрудников
Центра подготовки специалистов высшей квалификации (1998 г.).
Слева направо: О.Н. Самсонов, Н.А. Громакова, О.Н. Соколова,
Т.И. Орловцева, В.Л. Налбандов

40 годами. Именно таких людей в нашем институте сейчас достаточно много – более 30 % от общего количества научных сотрудников. А самые молодые научные кадры составляют более 15 % от общей численности института, что является хорошей базой и перспективой для дальнейшего развития ВНИИГАЗа.

Учебный центр был создан в 1996 г., для того чтобы связать вместе научный и кадровый потенциал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», желание молодого поколения ученых и специалистов непрерывно повышать свою квалификацию, уникальный опыт и знания старшего поколения. Первым директором центра была назначена Ольга Николаевна Соколова.

Учебный центр ООО «Газпром ВНИИГАЗ», являясь образовательной организацией Системы непрерывного фирменного профессионального образования персонала ПАО «Газпром», ведет деятельность по следующим основным направлениям:

- организация обязательного обучения для работников ООО «Газпром ВНИИГАЗ», необходимого для выполнения требований государственных и локальных нормативных актов, регламентирующих вопросы предоставления допуска к работе на опасных производственных объектах ПАО «Газпром»;
- организация целевого (опережающего) обучения – повышения квалификации работников, необходимого для обеспечения соответствия уровня развития компетенций работников изменяющимся требованиям производства;
- организация и проведение периодического обучения персонала Группы «Газпром», осуществляемое в целях поддержания профессиональной квалификации работников, получения дополнительных профессиональных знаний, умений и навыков, повышения уровня развития компетенций работника;
- проведение научно-исследовательских работ, направленных на совершенствование механизмов подготовки персонала;
- взаимодействие с ведущими вузами РФ;
- выявление и развитие молодых перспективных студентов под проекты ПАО «Газпром».

В 2017 г. была утверждена Концепция создания корпоративной системы подготовки научных кадров ПАО «Газпром» и его дочерних организаций, где роль координатора работы системы была отведена нашему институту. Так, Учебный центр получил возможность освоить новое направление деятельности – выявление и развитие перспективной молодежи под проекты ПАО «Газпром», предоставить дополнительные возможности для развития научного потенциала молодых ученых и специалистов института, повысить уровень их вовлеченности в научно-исследовательскую деятельность, выявить наиболее перспективные работы и потенциал.

При этом следует отметить, что все мероприятия и проекты Учебного центра проводятся в тесном сотрудничестве с научными подразделениями. В центре проходят повышение квалификации работники администрации, дочерних обществ ПАО «Газпром» как в рамках Графика повышения квалификации и профессиональной переподготовки руководителей и специалистов ПАО «Газпром», так и вне Графика по заказам дочерних обществ. Как правило, программы создаются во исполнение решений отраслевых совещаний и конференций или по обращению дочерних обществ.

Одним из последних таких примеров стали пять программ по новым технологиям неразрушающего контроля, включая автоматизированный и механический ультразвуковой контроль, разработанные лабораторией сварки и контроля. По этим программам в прошедшем году проведено обучение совместно с отечественным производителем оборудования. Всего в 2016 г. было разработано восемь новых образовательных программ.

Учебные программы института, разработанные научными центрами, уникальны и не имеют аналогов в России – в частности, программы в области ПХГ и обеспечения противокоррозионной защиты, сварки и неразрушающего контроля.

Так, в 2015 г. по результатам Смотра-конкурса на лучшие учебно-методические разработки для СНФПО ПАО «Газпром» учебно-методический комплект «Сварка и контроль» признан лучшим учебно-методическим комплектом 2015 г. Комплект создавался Учебным центром ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с лабораторией сварки и контроля при участии сотрудников Отдела главного сварщика ПАО «Газпром», ведущих специалистов НАКС и АЦ «Газпром».

Среди отдельных направлений работы Учебного центра нужно выделить сотрудничество с крупнейшим отраслевым вузом – РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. Это и региональное подготовительное отделение, совместное проведение курсов повышения квалификации сотрудников Администрации и дочерних обществ ПАО «Газпром», и, конечно же, работа базовых кафедр:

- кафедры «Газовые технологии и подземное хранение газа» РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. В 2016 г. состоялся выпуск 7 магистрантов. На 1-й курс магистратуры поступили 15 человек. В настоящее время на базовой кафедре обучаются 29 магистрантов. С 2007 г. кафедрой подготовлен 41 специалист в области подземного хранения газа;

- кафедры «Исследование нефтегазовых пластовых систем» РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. В 2016 г. состоялся выпуск 9 магистрантов. В настоящее время на базовой кафедре обучаются 28 магистрантов.

В рамках работы базовой кафедры «Газовые технологии и подземное хранение газа» Центр участвует в разработке и согласовании учебных планов, семи образовательных программ и расписании занятий; организации учебного процесса, итогового контроля обучения (зачеты, экзамены), государственной аттестации и защиты магистерских диссертаций.

Совместно с РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина Учебный центр реализует:

- программу профессиональной переподготовки для специалистов и работников нефтегазовой отрасли «Создание и эксплуатация подземных хранилищ газа» (500 ч);

- программу получения дополнительной квалификации для специалистов и работников нефтегазовой отрасли «Специалист по подземному хранению газа» (1000 ч);

- семинары для сотрудников дочерних обществ и организаций партнеров – ПАО «Газпром»: «Создание и эксплуатация подземных хранилищ газа»; «Петрофизические исследования при подсчете запасов и разработке месторождений нефти и газа»; «Технология эксплуатации вертикальных и горизонтальных скважин газовых и газоконденсатных месторождений».

2016 г. стал знаковым для Учебного центра во многом благодаря участию в подготовке и проведении II Международного молодежного образовательного форума «Арктика-2016». Между «Газпромом» и «Росмолодежью» была достигнута договоренность об оказании содействия в организации и проведении форума «Арктика. Сделано в России». По распоряжению Заместителя Председателя Правления ПАО «Газпром» разработка задачи на метод ситуационного анализа для образовательной программы форума была поручена ООО «Газпром ВНИИГАЗ».



Задача по разработке концепции обустройства и освоения морского арктического газового месторождения создавалась Учебным центром ООО «Газпром ВНИИГАЗ» под руководством Д.А. Мирзоева, доктора технических наук, профессора, заведующего Отделением техники и технологии освоения морских месторождений КНТЦ освоения морских нефтегазовых ресурсов ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и была признана лауреатом первой премии по результатам Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа 2017 г.

По инициативе Департамента ПАО «Газпром», отвечающего за реализацию политики в области управления персоналом, в продолжение сотрудничества с Федеральным агентством по делам молодежи «Росмолодежь» организована и проведена молодежная секция «Два океана: настоящее и будущее морского нефтегазопромыслового дела России» в составе VI Международной научно-технической конференции «Освоение ресурсов нефти и газа российского шельфа: Арктика и Дальний Восток».

Учитывая полученный положительный опыт проведения молодежных научно-практических мероприятий, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» доверили организацию и проведение Молодежного круглого стола в рамках 13 Международной выставки и конференции по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ RAO/CIS Offshore 2017.

В планах центра развивать и осваивать новые проекты как отраслевого, так и федерального уровня, направленных на развитие научного потенциала ПАО «Газпром».

Подготовка научных кадров высшей квалификации в аспирантуре

Н.А. Громакова

Система подготовки научных кадров в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» начала формироваться с начала 1950-х гг. За это время аспирантуру института успешно закончили более тысячи наших соотечественников и иностранных граждан.

Подготовка научных кадров внутри института чрезвычайно важна и для самого Общества, так как главными приоритетами работы системы были и остаются воспроизводство высокопрофессиональных научных кадров, обеспечение преемственности поколений основных научных школ института, создание условий для сохранения и развития богатых научных традиций. Через аспирантуру прошло несколько поколений нынешних научных сотрудников института, многие в том или ином качестве принимают сегодня непосредственное участие в подготовке научных и научно-педагогических кадров.

Аспирантура осуществляет организацию и координацию работы по подготовке научных кадров высшей квалификации, а также отвечает за информационно-документационное обеспечение работы системы в целом. При этом важно отметить, что работа проводится в тесном взаимодействии со всеми научными подразделениями института, на базе которых проходит основная научно-исследовательская и образовательная подготовка научных кадров.

В таблице приведены данные по аспирантуре с начала ее образования.

Видно, как менялись численность аспирантов и количество защитивших свои диссертации. В 1950–1980-е гг. аспирантура была целевой, из управления руководящих кадров Министерства газовой промышленности направлялся план подготовки научных и научно-педагогических кадров. В аспирантуру направлялись специалисты из организаций, подведомственных Министерству газовой промышленности, и численность аспирантов достигала более 150 человек.

В 1990-е гг. наблюдается большое сокращение численности специалистов, работающих над диссертационной работой, причин тому было много. В то время молодежь не хотела заниматься наукой, а уходила в малый и средний бизнес. Так, в 1994 г. по семи научным специальностям в аспирантуре было всего 12 аспирантов. Менялась и система образования в стране, в 1995 г. образовательную деятельность необходимо было лицензировать. В лицензии указывалась предельная численность аспирантов, в лицензии нашего института такая численность не должна была превышать 50 человек. К концу 1990-х гг. численность аспирантов снова начала расти, иногда даже превышая предельную численность.

В 2000-е гг. показатели аспирантуры ровны и стабильны, в 2006 г. была открыта новая специальность 05.26.02 – «Безопасность в чрезвычайных ситуациях (в нефтяной и газовой промышленности)», а в 2008 г. в лицензии появилась специальность 25.00.36 – «Геоэкология (в нефтяной и газовой промышленности)».

После выхода нового закона об образовании (с 2014 г.) система послевузовского образования снова изменилась, и аспирантура стала третьей ступенью

Годы	Аспиранты		Численность аспирантов	Всего защитилось
	прием	выпуск		
1956	4	-	4	-
1957	5	-	9	-
1958	6	2	14	2
1959	14	4	24	2
1960	16	5	35	1
1961	14	3	46	1
1962	37	5	78	2
1963	40	10	108	4
1964	44	13	139	9
1965	39	27	151	8
1966	58	37	172	5
1967	57	54	175	33
1968	41	29	187	22
1969	39	48	178	7
1970	35	55	167	26
1971	23	52	147	20
1972	28	36	118	16
1973	24	36	113	18
1974	25	38	101	14
1975	26	25	88	6
1976	28	19	89	<i>защиты не проводились</i>
1977	17	23	98	17
1978	28	22	92	10
1979	28	25	95	14
1980	22	19	98	6
1981	25	21	102	11
1982	23	19	106	13
1983	28	24	105	12
1984	25	25	105	7
1985	21	18	108	8
1986	29	20	107	19
1987	30	26	97	21
1988	21	20	107	19
1989	18	25	96	17
1990	7	17	81	11
1991	3	22	63	10
1992	4	9	34	15
1993	1	17	29	7
1994	7	5	12	4
1995	17	2	24	11
1996	26	2	48	3
1997	27	3	67	2
1998	18	8	72	6
1999	10	13	69	6
2000	12	17	46	10
2001	2	9	25	6
2002	7	10	17	6
2003	15	6	25	7
2004	28	2	52	7
2005	12	1	58	9
2006	10	8	50	3
2007	11	13	44	13
2008	18	19	41	6
2009	27	9	55	14
2010	24	10	68	14
2011	12	10	64	14
2012	6	13	52	8
2013	13	17	40	16
2014	8	16	34	1
2015	15	7	41	5
2016	8	5	43	2

Примечание. В гр. «Всего защитилось» показана численность аспирантов ВНИИГАЗа, обучающихся по очной и заочной форме, без соискателей.

высшего образования. Высшая аттестационная комиссия тоже изменила требования к диссертационным работам и порядок защиты. Поэтому сегодня в связи с обновлением и вводом в действие новых документов Минобрнауки и ВАК РФ аспирантура переживает период интенсивных перемен.

Руководители отдела аспирантуры ВНИИГАЗа в разные годы:

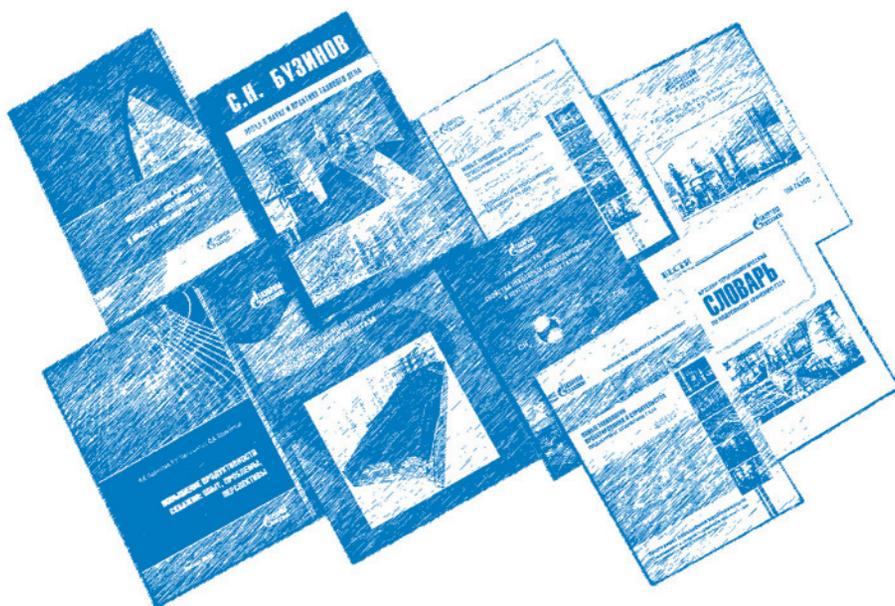
1956–1978 гг. – Шмелева Евгения Михайловна;

1978–1984 гг. – Митрошина Александра Анисимовна;

1985–2002 гг. – Соседова Галина Васильевна;

2002–2015 гг. – Рассохина Элина Владимировна;

2015 – н/в – Громакова Наталья Александровна.



**БАЗОВЫЕ КАФЕДРЫ
В НИИ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ И ГАЗОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ – ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ**

К.И. Джафаров, А.А. Дмитриева, Б.А. Григорьев,
А.В. Дахнов, Н.Н. Соловьёв

Базовая кафедра «Газовые технологии и подземное хранение газа»

Научно-педагогическое сотрудничество Всесоюзного НИИ природных газов – ВНИИГАЗ (ныне – ООО «Газпром ВНИИГАЗ») и Московского института нефтехимической и газовой промышленности (МИНХ и ГП им. И.М. Губкина, ныне – РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина) насчитывает несколько десятилетий. Многие сотрудники ВНИИГАЗа совмещали научные исследования с преподаванием на различных кафедрах университета. Например, профессор Фома Андреевич Требин (1904–1971) в середине 1960-х гг. был одновременно директором ВНИИГАЗа и заведовал в МИНХ и ГП кафедрой разработки газовых и газоконденсатных месторождений.

Позже формы сотрудничества были усовершенствованы. На основании Постановления ЦК КПСС и СМ СССР от 29.06.1979 № 271 «О дальнейшем развитии высшей школы и повышении качества подготовки специалистов» совместными приказами МИНХ и ГП им. И.М. Губкина и ВНИИГАЗа от 26.09.1984 № 114/165 и от 20.06.1985 № 68/123 во ВНИИГАЗе были созданы филиалы двух кафедр МИНХ и ГП им. И.М. Губкина: нефтехимического синтеза и нефтегазовой и подземной гидромеханики. Как тогда писали, для повышения качества подготовки инженерных кадров, расширения и укрепления связей с газовой промышленностью.

В начале 2000-х гг. РГУ нефти и газа и ВНИИГАЗ перешли к еще более глубокой интеграции. Решением Ученого совета университета от 19 июня 2001 г. о совместной образовательной деятельности во ВНИИГАЗе была организована базовая кафедра «Газовые технологии» (совместный приказ от 19.09.2001). Первым заведующим кафедрой был назначен генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ», профессор Валерий Владимирович Ремизов (1948–2001).

Работа со студентами по разным организационным причинам на кафедре велась с большими перерывами.

В дальнейшем Научно-технический совет ОАО «Газпром» при рассмотрении 28.06.2006 вопроса «Современное состояние и перспективы развития технологий подземного хранения газа» постановил: *«п. 8. Управлению ПХГ, ООО «ВНИИГАЗ» и РГУ н/г имени И.М. Губкина подготовить предложения по организации работы в ООО «ВНИИГАЗ» базовой кафедры газовых технологий и ПХГ»*. После чего приказом ректора РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина от 17.01.2007 № 09 кафедра «Газовые технологии» была переименована в «Газовые технологии и подземное хранение газа».

Базовая кафедра является структурным подразделением факультета «Разработка нефтяных и газовых месторождений» и координирует свою деятельность с кафедрой «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений» университета. Место расположения – ООО «Газпром ВНИИГАЗ».



Первый заведующий кафедрой «Газовые технологии», генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ», профессор Валерий Владимирович Ремизов (1948–2001)

Инициаторами принятых решений выступили: от ОАО «Газпром» – начальник Управления ПХГ Сергей Александрович Хан и его заместитель Артём Ервандович Арутюнов; от РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина – заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений» профессор Александр Иосифович Ермолаев и доцент Мария Павловна Хайдина; от ООО «ВНИИГАЗ» – профессор Станислав Николаевич Бузинов и Генеральный директор Роман Олегович Самсонов.

С.Н. Бузинов (1931–2012) – крупнейший в мире специалист в области подземного хранения газа в водоносных пластах и в истощенных газовых и нефтяных месторождениях. Под его руководством спроектированы практически все ПХГ в водоносных структурах во всем бывшем СССР и еще в семи зарубежных странах.

С.Н. Бузинов – почетный работник газовой промышленности, лауреат Государственной премии СССР в области науки и техники за 1981 г. и лауреат премии Правительства Российской Федерации за 1998 г., лауреат премии имени академика И.М. Губкина, действительный член двух академий. Под его руководством подготовили и защитили кандидатские диссертации 25 специалистов.

Были разработаны и утверждены соответствующие документы: учебный план, рабочие программы, курсы лекций, программы научно-исследовательских работ для магистрантов, программы производственной практики, тематика магистерских диссертаций и пр. Сформирована государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) по приему государственного экзамена по специальности и рассмотрению магистерских диссертаций (табл. 1, 2). И все это было подготовлено впервые, это был и есть первый опыт в мире по подготовке дипломированных специалистов в области ПХГ.

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» как головной научный центр ПАО «Газпром» по разработке и внедрению газовых технологий за 70 лет активной научной деятельности накопил огромный научный потенциал и опыт работы в 15 странах мира и является одним из мировых лидеров в области создания и эксплуатации подземных хранилищ газа. Эти научные достижения необходимо было передать молодому поколению газовиков.

В 2009 г. состоялся первый выпуск девяти магистрантов по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело», получивших дипломы с квалификацией магистра, специалиста в области ПХГ. Программа подготовки «Подземное хранение газа» (21.04.01.13). Продолжительность обучения – 2 года.



Станислав Николаевич
Бузинов



Заведующий кафедрой
«Газовые технологии
и подземное хранение
газа» с 2007 по 2010 гг.,
генеральный директор
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
д.т.н., профессор
Роман Олегович Самсонов

**Состав Государственной экзаменационной комиссии
по рассмотрению магистерских диссертаций (2016 г.)**

Арутюнов Артём Ервандович	председатель ГЭК, советник Генерального директора ООО «Газпром ПХГ»
Люгай Дмитрий Владимирович	заместитель председателя ГЭК, Генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.
Хан Сергей Александрович	заместитель начальника Департамента, начальник Управления 308/6 ПАО «Газпром», к.т.н.
Ермолаев Александр Иосифович	заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений» РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д.т.н., профессор
Хайдина Мария Павловна	доцент кафедры «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений» РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, к.т.н.
Чугунов Андрей Владиленович	директор Центра ПХГ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.г.-м.н.
Джафаров Керим Исламович	и.о. заведующего базовой кафедрой «Газовые технологии и подземное хранение газа», главный научный сотрудник Центра ПХГ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н., профессор
Михайловский Александр Артёмович	доцент кафедры «Газовые технологии и подземное хранение газа» РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, главный научный сотрудник Центра ПХГ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н., доцент
Попадько Наталья Владимировна	заместитель директора Центра экологической безопасности, энергоэффективности и охраны труда ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., доцент
Казарян Вараздат Амаякович	заместитель Генерального директора по науке ООО «Газпром геотехнологии», д.т.н., профессор
Дмитриева Анна Александровна	главный специалист Учебного центра ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Таблица 2

Выпуск магистрантов кафедры «Газовые технологии и ПХГ» в 2009–2017 гг., чел.

Годы	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2016	2017
Прошли обучение	9	2	5	7	5	6	6	14
Трудоустроены	5	2	3	4	4	2	1	5

Примечание: принято в аспирантуру ВНИИГАЗа и РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина 6 чел.

Содержанием учебной работы базовой кафедры является проведение учебных занятий (лекции и лабораторные занятия, обзорные экскурсии на хранилища) и консультаций по семи специальным дисциплинам:

1 семестр

- Поиск и разведка объектов для создания подземных хранилищ газа (108 ч);
- Роль подземных хранилищ газа в единой системе газоснабжения» (108 ч);

2 семестр

- Теория и практика проектирования подземных хранилищ природных газов (144 ч);
- Особенности строительства скважин на ПХГ (72 ч);
- Контроль за эксплуатацией подземных хранилищ газа (144 ч);

3 семестр

- Экологический мониторинг месторождений и ПХГ (72 ч);

- Компьютерное моделирование создания и эксплуатации ПХГ (72 ч).

Далее осуществляются:

- прием экзаменов и зачетов по дисциплинам;
- руководство курсовым и дипломным проектированием, подготовкой магистерских диссертаций;
- организация и руководство научно-исследовательской работой магистрантов на базе Общества.

Магистранты по данной программе получают редкую возможность не только познакомиться с теоретическими основами специальности, но и пройти практическую подготовку на предприятиях ПХГ и участвовать в научных разработках Общества.

Большинство специалистов Центра ПХГ выступают с лекционным материалом по различным дисциплинам программы «Подземное хранение газа».

Лабораторные занятия проводятся во всех лабораториях Центра ПХГ и в некоторых лабораториях Центра исследований нефтегазовых пластовых систем и технологического моделирования. К научно-исследовательской работе с магистрантами привлекаются специалисты Центра ПХГ, многие из которых руководят подготовкой магистерских диссертаций.

В соответствии с темами магистерских диссертаций для магистрантов организуется производственная практика на предприятиях отрасли (Невское и Увязовское ПХГ, ООО «Газпром геотехнологии», ООО «НИИгазэкономика», ООО «Узтрансгаз», КННК (Китай)).

В рамках работы базовой кафедры реализуются:

1) 1000-часовая программа повышения квалификации специалистов нефтегазовой отрасли «Специалист по ПХГ» (совместная с РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина). Состоялись три выпуска (в 2009, 2012 и 2017 гг.). Прошли обучение 33 человека;

2) 500-часовая программа повышения квалификации специалистов нефтегазовой отрасли «Создание и эксплуатация ПХГ» (совместная с РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина). Состоялись три выпуска (первый выпуск – в октябре 2012 г., 13 человек);

3) ежегодные учебные семинары и технические экскурсии для слушателей курсов повышения квалификации УИЦ РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина – специалистов ПАО «Газпром», обучающихся по программам «Создание и эксплуатация подземных хранилищ газа»; «Петрофизические исследования при подсчете запасов и разработке месторождений нефти



В 2010–2015 гг.
кафедрой заведовал
Генеральный директор
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
к.т.н. Павел Геннадьевич
Цыбульский



В 2016–2017 гг.
кафедру возглавлял
Генеральный директор
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
д.т.н. Дмитрий Владимирович
Люгай



Слева направо в первом ряду: д.т.н. В.И. Нифантов, А.С. Гарайшин, к.т.н. В.П. Казарян, к.т.н. Г.Н. Рубан, к.т.н. А.Я. Исаков; во втором ряду: д.т.н. К.И. Джафаров, В.А. Бондарев (2013 г.)

и газа»; «Технология эксплуатации вертикальных и горизонтальных скважин газовых и газоконденсатных месторождений».

В 2011 г. проводилось обучение в России и Чехии в рамках обмена молодыми специалистами по линии сотрудничества ОАО «Газпром» и Международного газового союза в комитете по ПХГ. Россию представляли 6 человек. Научный сотрудник Центра ПХГ, выпускник базовой кафедры «Газовые технологии и ПХГ» (2009 г.) Святослав Андреевич Воронов по результатам аттестации занял второе место и был приглашен на XXV Мировой газовый конгресс в Малайзию, где успешно выступил с докладом.

В мае-июле 2012 г. в Томском государственном университете проходил Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области наук о Земле, на который от кафедры была представлена выпускная работа магистранта И Бон Сика на тему «Экономическая рентабельность конкретного подземного хранилища газа» (руководитель – С.С. Дейнеко, научный сотрудник Центра ПХГ). Работа нашего выпускника заняла первое место.

В 2014 г. в рамках Международного газового союза наши студенты и молодые специалисты участвовали в конкурсе работ по подземному хранению газа (3 человека). Юлия Константиновна Дудникова заняла второе место и была приглашена на XXVI Мировой газовый конгресс в Париж. Еще два наших конкурсанта, Владимир Дорохин и Никита Тархов, награждены дипломами World gaz conference, Paris – 2015.

Ежегодно магистранты кафедры участвуют в Международной молодежной научной конференции «Нефть и Газ». В 2017 г. магистранты Альбина Валиева и Семён Данилов удостоились дипломов лауреатов.

С 2009 по 2016 гг. сотрудниками кафедры издано 12 учебно-методических пособий и книг. Значительную помощь и поддержку в методической работе базовая кафедра «Газовые технологии и подземное хранение газа» получает со стороны университета, в частности факультета «Разработка нефтяных и газовых месторождений», кафедры «Разработка и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений».



В 2017 г. из 14 выпускников кафедры «Газовые технологии и подземное хранение газа» пять магистрантов получили дипломы с отличием (*красные дипломы*). Впервые среди отличников выпущен студент из Китайской Народной Республики.



За обсуждением учебного пособия по курсу
«Компьютерное моделирование создания и эксплуатации ПХГ».
Слева направо: А.А. Дмитриева, К.И. Джафаров, А.Ю. Лопатин, А.Ю. Дегтерев
(сентябрь 2017 г.)

Базовая кафедра «Исследование нефтегазовых пластовых систем»

Кафедра «Исследование нефтегазовых пластовых систем» организована при факультете «Разработка нефтяных и газовых месторождений» совместным приказом ректора РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина и Генерального директора ООО «Газпром ВНИИГАЗ» от 9-10 октября 2010 г. № 258/257.

Кафедра осуществляет подготовку магистров по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело». Программа подготовки «Инновационные технологии разработки сложнопостроенных месторождений углеводородов» 21.04.01.56. Квалификация (степень выпускника) – магистр. Продолжительность обучения – 2 года.

На кафедре преподают 8 специальных дисциплин, входящих в обязательный цикл, а также 12 дисциплин – по выбору магистрантов (табл. 3).

Таблица 3

Специальные дисциплины программы «Инновационные технологии исследования нефтегазовых пластовых систем»	
1	Основы комплексных исследований нефтегазовых пластовых систем
2	Коллекторские и физические свойства пород, слагающих нефтегазовые пластовые системы
3	Физическое моделирование нефтегазовых пластовых систем
4	Математическое моделирование нефтегазовых пластовых систем
5	Газоконденсатные исследования нефтегазовых пластовых систем
6	Геофизические методы определения подсчетных параметров
7	Нетрадиционные источники углеводородов
8	Теория фазовых переходов и критические явления применительно к нефтегазовым пластовым системам
Дисциплины по выбору студента	
Блок 1	
1	Теоретические основы математических моделей фильтрации
2	Вычислительная подземная гидравлика
3	Геомеханические проблемы разработки нефтяных и газовых месторождений
Блок 2	
4	Упругие и механические свойства пород нефтегазовых пластовых систем
5	Литология нефтегазоносных толщ
6	Техника и технология петрофизических исследований керна материала
Блок 3	
7	Многофазная фильтрация флюидов при разработке продуктивных пластов нефтегазоконденсатных месторождений
8	Современные технологии разработки трудно извлекаемых запасов углеводородов в сложных геологических и термобарических условиях
9	Визуализация процессов фильтрации и вытеснения углеводородов современными экспериментальными методами
Блок 4	
10	Методы расчета фазового поведения и свойств флюидальных систем
11	Методы расчета теплофизических свойств сложных углеводородных систем
12	Геохимические методы оценки перспектив нефтегазоносности пластовых систем

Преподавание дисциплин ведут шесть профессоров, руководящих соответствующими направлениями в ООО «Газпром ВНИИГАЗ», а также пять доцентов кафедры и ведущие специалисты Корпоративного центра исследований пластовых систем (кern и флюиды) ПАО «Газпром».



На вручении дипломов магистрантам (июнь 2017 г.);
в первом ряду слева направо: доцент А.В. Дахнов, заведующий кафедрой,
профессор Б.А. Григорьев, д.т.н. В.М. Булейко, д.т.н. Е.В. Шеберстов,
к.ф-м.н. В.М. Троицкий

В 2017 г. 8 и 9 июня состоялся пятый выпуск магистров, прошла защита 11 магистерских диссертаций. В результате ГЭК оценила на «отлично» 7 работ и на «хорошо» – 4 диссертации.

За шесть лет работы базовой кафедры было подготовлено 43 магистра. В настоящее время (осень 2017 г.) на кафедре обучаются 27 магистрантов.

Базовая кафедра «Фундаментальные основы газового дела»

Кафедра является структурным подразделением факультета аэромеханики и летательной техники (ФАЛТ) Московского физико-технического института (МФТИ), образованным по поручению РАО «Газпром» на основании соглашения о сотрудничестве между РАО «Газпром» и МФТИ от 12.03.1997.

Базовая (выпускающая) кафедра «Фундаментальные основы газового дела» создана при ООО «ВНИИГАЗ» и ИПНГ РАН в соответствии с приказом от 05.10.1999 № 312-1 ректора МФТИ. Во исполнение требований соглашения 12 марта 1998 г. между МФТИ и ВНИИГАЗом был заключен договор о подготовке высококвалифицированных специалистов для нужд газовой промышленности со сроком действия 12 лет. Договор дважды продлевался, а в 2017 г. принято решение о прекращении деятельности кафедры. За время существования кафедра подготовила около 110 магистрантов, специализирующихся в области научно-технических проблем нефтегазового дела.

На разных этапах функционирования работу кафедры обеспечивали В.М. Булейко, Ю.Н. Васильев, Н.М. Дмитриев, Б.В. Егоров, И.В. Егоров, С.З. Имаев (зам. зав. кафедрой), В.А. Истомин, В.И. Лесин, В.М. Максимов (зав. кафедрой), Н.Н. Михайлов, В.С. Сафонов, Н.Н. Соловьёв (зам. зав. кафедрой), А.Л. Стасенко, В.А. Сулейманов, Г.П. Цыбульский, В.М. Чижов, Е.К. Юнин, М.П. Юрова.

На кафедре проводились лекции и практические занятия по следующим учебным курсам:

- моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов;
- технология добычи газа;
- подземная гидродинамика;
- физико-химическая гидромеханика;
- физика пласта;
- гидрогеология;
- физические модели процессов разработки газовых месторождений;
- динамика глубокого бурения;
- физико-химическая гидродинамика нефтяного и газового пласта.

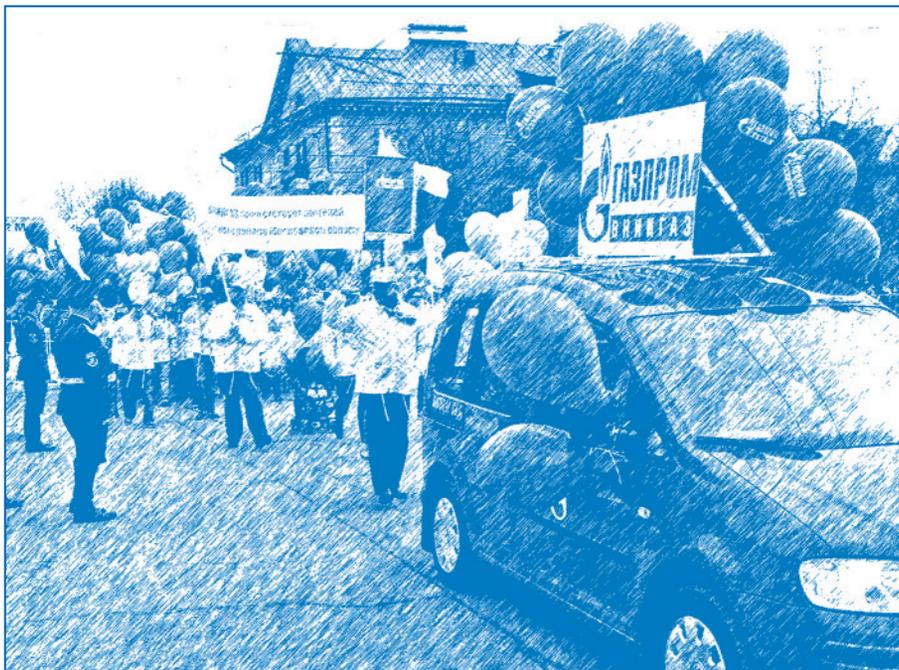


Магистры 2012 г. выпуска.

В первом ряду слева направо: В.В. Вышинский, М.В. Спиркина (секретарь), Н.Н. Соловьёв

За годы существования кафедры ежегодное количество выпускников насчитывало 4–12 человек, из которых в отрасли оставалось работать от 20 до 40 %.

Работы магистрантов оценивала ГЭК, в которую вошли декан ФАЛТ, д.т.н., профессор Виктор Вышинский, заместитель директора ИПНГ РАН, ведущий кафедрой, д.т.н., профессор Вячеслав Максимов, ведущие ученые ООО «Газпром ВНИИГАЗ» д.т.н. Валерий Булейко, д.т.н., профессор Юрий Васильев, д.х.н., профессор Владимир Истомин, д.г.-м.н. Николай Соловьёв.



ПРОФСОЮЗ ВНИИГАЗА – С ЗАБОТОЙ О ЛЮДЯХ

Н.А. Хитрова,
председатель «Газпром ВНИИГАЗ профсоюз»

Место и роль профсоюза в те 1940-е далекие времена была выверена и определена на десятилетия вперед, профсоюзы дополняли государственную систему власти, работали с ней в едином направлении.

Первичная профсоюзная организация ВНИИГАЗа (ныне – «Газпром ВНИИГАЗ профсоюз») была создана в нашем институте одновременно с его образованием, в 1948 г., для отстаивания интересов работников в области трудовых, профессиональных, социально-экономических отношений, а также объединения усилий коллективов для решения производственных задач. В председатели своего профкома коллектив института всегда выдвигал достойных людей, умевших отстаивать на всех этажах власти интересы сотрудников.

Председатели профкома ВНИИГАЗа в разные периоды времени

- 1948–1960 гг. – нет сведений
- 1961 г. – Юрий Александрович Водяной
- 1962–1963 гг. – Дмитрий Иванович Скопенков
- 1964–1965 гг. – Зинаида Игнатъевна Козловцева
- 1965 г. – Валентина Ивановна Передистова
- 1966–1967 гг. – Галина Фёдоровна Богданова
- 1968 г. – Иван Степанович Теряев
- 1969 г. – Александр Иванович Максаев
- 1970–1972 гг. – Юрий Петрович Плькин
- 1976–1979 гг. – Лев Алексеевич Миронов
- 1980–1985 гг. – Михаил Иванович Подоляко
- 1986–1989 гг. – Михаил Григорьевич Ткач
- 1989–1993 гг. – Виктор Васильевич Дворяшин
- 1993–2000 гг. – Николай Алексеевич Егоров
- 2000–2008 гг. – Михаил Андрианович Ермолин
- 2008 г. – по н/в – Нина Алексеевна Хитрова

В прежние годы профсоюз организовывал соцсоревнования, профсоюзные организации разворачивали движение за коммунистический труд. При достижении положительных результатов профсоюзный комитет присваивал звание «Коллектив коммунистического труда», которое надлежало подтверждать ежегодно. Звание «Ударник коммунистического труда» мог получить рабочий, инженерно-технический работник и служащий по решению профкома, равно как и звание «Ветеран труда» присваивалось работникам, проработавшим более 20 лет в институте.

Деятельность профсоюза всегда направляется на выработку и осуществление мероприятий по обеспечению социального благополучия работников ВНИИГАЗа. В рамках социального партнерства с Администрацией Общества профсоюз осуществляет контроль за выполнением Коллективного договора, планомерно решает вопросы социального развития коллектива, ведет активную работу по организации и финансированию культурно-массовых, спортивных и других корпоративных мероприятий для работников и членов их семей.

Задачи профсоюза очень широки и требуют постоянного контакта с коллективом института.

1. Социальная защита работников. Профсоюзная организация «Газпром ВНИИГАЗ профсоюз» является единственным представителем трудового коллектива при заключении и изменениях Коллективного договора, в котором прописаны льготы, гарантии и компенсации для работников и пенсионеров. Ежегодно проходят конференции по подведению итогов выполнения Коллективного договора.

2. Жилищно-бытовая комиссия. До середины 1990-х гг. профсоюзная организация занималась учетом нуждающихся в улучшении жилищных условий, распределением квартир, выделением койко-мест в общежитии ВНИИГАЗа, организацией работы санатория-профилактория, организацией детского отдыха как в санатории-профилактории, так и в детском оздоровительном лагере «Воробышек», принадлежавшем ВНИИГАЗу.

В трудные 1990-е гг., в период острого дефицита всех товаров, профсоюз организовывал так называемые распродажи (бартер), обеспечивая работников как продуктами питания, так и промышленными товарами.

3. Правовые вопросы. На заседаниях профкома рассматривались и рассматриваются вопросы правового характера: сокращение штата, согласование нормативных актов Общества, обращения работников Общества, жалобы и другое.

4. Физкультура и спорт. На протяжении всей деятельности профсоюзной организации огромное внимание уделяется физической культуре и спорту среди работников Общества и членов их семей. Проводятся соревнования: по футболу, волейболу, баскетболу, бильярду, шахматам. В разные годы проводились соревнования по картингу, рыбалке, пейнтболу, были организованы спартакиады среди работников ВНИИГАЗа.

Работники Общества участвовали в летней и зимней спартакиадах ПАО «Газпром». В последние годы возродилась традиция сдачи сотрудниками института норм ГТО.

Профсоюзной организацией совместно с Межрегиональной профсоюзной организацией учрежден турнир по мини-футболу в память о бывшем генеральном директоре ВНИИГАЗа Валерии Владимировиче Ремизове, турнир проходит ежегодно.



Участники и победители шахматного турнира (2014 г.)



Сотрудники института сдают нормы ГТО

Благодаря постоянной заботе администрации института и профсоюзной организации о здоровье сотрудников на территории ВНИИГАЗа построен прекрасно оснащенный физкультурно-оздоровительный комплекс (ФОК), принятый в эксплуатацию 26 декабря 2014 г.

5. Культурно-массовая работа. Профсоюзом организовываются туристические поездки однодневные и трехдневные, в том числе в города Поволжья, в дальнее зарубежье (Стамбул, Прага); приобретаются путевки выходного дня в пансионат «Союз». Сотрудники Общества неоднократно принимали участие в корпоративном фестивале «Факел», ежегодно организуют корпоративные праздничные концерты к 8 марта, Дню работников нефтяной и газовой промышленности, Новому году, принимают участие в торжественных шествиях в честь 1 Мая, Дня образования г. Видное.

6. Большое внимание профсоюзная организация уделяет **работе с молодежью**: организуются корпоративные мероприятия: День молодежи (теплоходная экскурсия по Москве-реке; турнир по бильярду; слеты молодежи в пансионате «Союз»), традиционной стала игра «Узнать за 60 секунд» с приглашением команд дочерних обществ ПАО «Газпром», участие молодежи в акции «Бессмертный полк».



ВНИИГАЗовцы принимают участие в акции «Бессмертный полк»

7. Забота о пенсионерах – важная задача профсоюза ВНИИГАЗа.

Ежегодно в институте проводится торжественное чествование ветеранов Великой Отечественной войны в честь Дня Победы 9 Мая. Сотрудники института также навещают ветеранов дома и поздравляют их с юбилейными датами.



Чествование ветеранов Великой Отечественной войны (2011 г.)

8. Наше будущее – это дети. Ежегодно в Обществе проводится День знаний. Детям работников института – будущим первоклассникам – в торжественной обстановке вручают школьные рюкзаки, затем ребят ждет праздничная игровая программа.



Председатель профсоюза
Н.А. Хитрова с будущей
первоклассницей (2015 г.)



Слева направо: С.Л. Буйко, Н.А. Хитрова,
А.В. Бондарь, А.В. Буданов (2015 г.)



Во ВНИИГАЗе – День первоклассника (2017 г.)



Члены профсоюзного комитета с ребятами из Общества инвалидов



Вручение почетной грамоты Первичной профсоюзной организации «Газпром ВНИИГАЗ профсоюз».
Слева направо: Н.А. Хитрова, В.С. Ткач, В.П. Казарян

В институте ведется благотворительная работа с детьми Общества инвалидов.

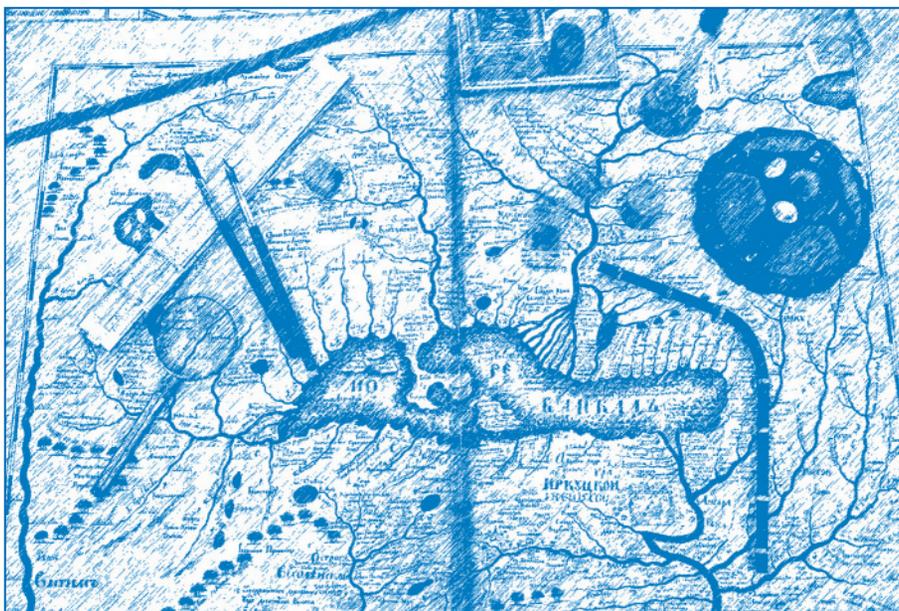
Ежегодно вниигазовцы также поздравляют ребят с началом учебного года, вручают наборы первоклассников, передают билеты на новогодние елки, обязательно приглашают на корпоративные праздники в честь Нового года, в День защиты детей.



Следует отметить, что профсоюзный комитет института оказывает материальную помощь членам профсоюза в связи с юбилеями, со сложным финансовым положением, при рождении ребенка, смерти родственников.

Первичная профсоюзная организация «Газпром ВНИИГАЗ профсоюз» ежегодно с 2008 года занимает призовые места в конкурсе Межрегиональной профсоюзной организации за звание «Лучшая профсоюзная организация МПО ПАО «Газпром».

За плодотворную работу профсоюзной организации 100 членов профсоюза ВНИИГАЗа награждены юбилейной медалью «100 лет профсоюза». Активные члены профсоюза награждены почетными грамотами МПО ПАО «Газпром» (Л.В. Ягупова, Н.А. Громакова, С.Л. Буйко, А.В. Буданов, В.С. Ткач, И.Г. Заев, Ю.М. Цветков) и почетными грамотами Первичной профсоюзной организации «Газпром ВНИИГАЗ профсоюз» (В.П. Казарян, Д.Х. Чумарин, О.Б. Фомина, О.В. Сидорова, А.И. Борисов, Д.И. Сивков, О.Э. Афонина и многие другие).



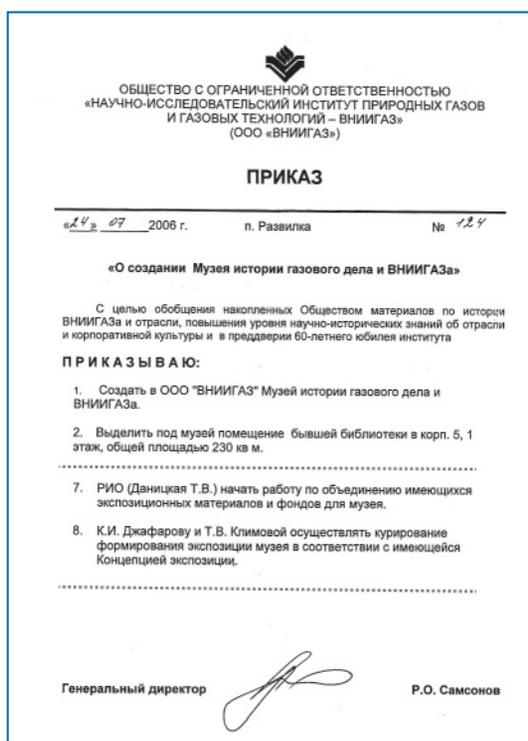
МУЗЕЙ ГАЗОВОЙ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Т.В. Климова, К.И. Джафаров, С.В. Спиридонов

Много лет вниигазовцы обсуждали вопрос об организации в стенах института музея истории газового дела и, собственно, ВНИИГАЗа. И это понятно, так как история нашего института была неразрывно связана с развитием советской газовой промышленности. Даже месторасположение ВНИИГАЗа и время его создания имеют историческое значение. Дело в том, что в Ленинском районе Московской области, где сейчас находятся поселок Развилка и Московский газоперерабатывающий завод, оканчивался дальнемагистральный газопровод Саратов – Москва (февраль 1945 – 11.06.1946 гг.). Газопровод со стороны деревни Ащерино проходил рядом с территорией нынешнего Опытного завода ВНИИГАЗа, где и был построен газораспределительный узел. В этом месте газопровод разветвлялся для подачи саратовского газа на две газгольдерные станции – на север в сторону Капотни и на запад в сторону Бирюлёва. И вот, слева от проходной, за забором этого завода (называвшегося в разные годы заводом сжижения, гелиевым заводом) было начато в 1954–1956 гг. строительство Опытного завода ВНИИГАЗа¹.

К началу XXI в. стало понятно, что необходимо обобщить имеющиеся материалы по истории ВНИИГАЗа и отрасли. И вот 27 июля 2006 г. генеральный директор ООО «ВНИИГАЗ» Р.О. Самсонов издал приказ № 124 «О создании Музея истории газового дела и ВНИИГАЗа».

В концепции нашего музея написано, что музей (от греч. – Дом Муз) – учреждение, занимающееся сбором, изучением, хранением и экспонированием предметов – памятников естественной истории, материальной культуры, а также просветительской и популяризаторской деятельностью. Сначала это понятие обозначало коллекцию предметов (экспонатов) по науке (приборы, измерительная аппаратура, чертежи испытательных стендов, графики и описание технологических процессов, некоторые архивные документы и пр.) и технике (отдельные машины, механизмы, образцы продукции и т.п.), а также подарки институту и личные вещи некоторых сотрудников. Затем понятие «музей» стало включать в себя также здание, где располагаются экспонаты. Позже присоединилась поисковая научно-исследовательская работа, включающая изучение мемуаров старейших сотрудников института, редких публикаций и фотовидеоматериалов, архивные исследования. А с 2009 г. началась просветительно-педагогическая



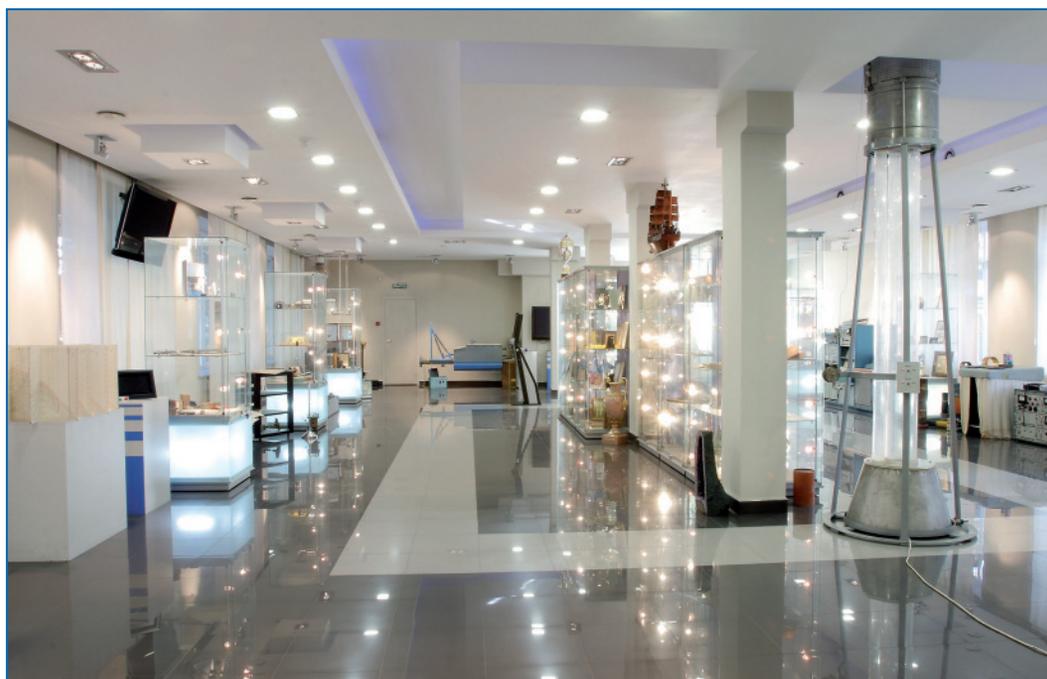
Фрагмент приказа от 20.07.2006 № 124 о создании Музея истории газового дела и ВНИИГАЗа

¹ В 1955–1956 гг. на Опытном заводе началось строительство зданий: эталонных углеводородов (008), установки по пиролизу (006), цеха экспериментальных установок (17) и пр. А через дорогу шириной 20 метров в 1960 г. был построен лабораторно-административный корпус № 1, в 1962 г. – корпуса № 2 и 3 (ныне – Блок «Е»); пятый (главный) корпус института ВНИИГАЗа был введен в эксплуатацию в 1965 г.

деятельность музея (специальные проекты для специалистов, студентов вузов, учащихся подшефной школы).

Музей истории газовой науки и технологий, созданный ООО «ВНИИГАЗ» к 60-летию института (2008 г.), концептуально был задуман с просветительскими целями и адресован весьма широкому кругу заинтересованных визитеров и гостей. В этот период ООО «ВНИИГАЗ» (с 2009 г. – ООО «Газпром ВНИИГАЗ») возглавлял д.т.н. Р.О. Самсонов. Именно ему принадлежала идея делать музей не узкопрофильным, а, по сути, отраслевым. Чтобы обновляющаяся экспозиция, научная «начинка», мультимедийное сопровождение позволяли музейщикам, встречая гостей, вести рассказ о развитии технологий и отрасли в целом, о великих биографиях и легендарных нефтегазовых проектах, сравнивать и анализировать во взаимодействии комплексы научных, технических и технологических решений, работу целых коллективов или поколений, достижения и их эффективность применительно к различным хронологическим этапам.

Отцы-основатели и идеологи музея намеревались широко и обстоятельно показать нефтегазовую науку на этапе от первой трети XX в. до первого десятилетия XXI в. В итоге было решено строить экспозицию, сочетая хронологический принцип – «десятилетки» развития института и послевоенной истории нашей страны – с тематическим, который позволяет сколь угодно масштабно рассказывать об основных профильных направлениях отраслевой науки – добыче, разработке месторождений, транспортировке и подземном хранении, переработке и использовании природного газа и его компонентов. Со временем матричная часть экспозиции дополнялась стендами о легендарных персонах, остроумных и просто очень эффективных интеллектуальных решениях, созданных учеными совместно с производственниками, а затем – о социальной, образовательной, публикационной активности ВНИИГАЗа в разные периоды его деятельности.



Общий вид музейной экспозиции

Открытие Музея истории газовой науки и технологий сочеталось с целой серией юбилейных и постюбилейных событий и мероприятий – конференций, заседаний Ученого совета института, визитов. Красную ленту на уникальных по дизайну стеклянных музейных дверях перерезали вместе с генеральным директором сразу несколько руководителей департаментов ОАО «Газпром» (ныне – ПАО «Газпром»). Его первыми гостями, оценившими новую музейную экспозицию по достоинству, стали В.С. Черномырдин, Заместитель Председателя Правления ОАО «Газпром» М.Л. Середа, начальник Департамента по информационной политике (ныне – Департамента 106) А.Д. Беспалов, ветераны отрасли А.Д. Седых, Б.А. Никитин, А.И. Гриценко, а сразу следом в гости в новый музей пришли школьники, студенты, молодые специалисты.

Буквальное воплощение музей обрел на бывшей библиотечной территории (к тому времени сама научно-техническая библиотека и архив переехали в новое главное здание). Под музей было выделено на первом этаже пятого корпуса помещение бывшей институтской библиотеки площадью 230 м². Пришлось снести некоторые перегородки, делившие это помещение на две части, и сделать ремонт.

Но для того чтобы облик экспозиции обрел узнаваемые сегодня черты, требовалось немало усилий по перепланировке северного вестибюля первого этажа корпуса № 5 (целая серия проектных решений, выполненных службой Главного инженера во главе с Ю.И. Гроссом, коллективом ПМК-3, при активном организационном содействии заместителя генерального директора С.В. Анисимова); утверждение дизайн-концепции, а затем закупка, оснащение всем необходимым для размещения экспонатов, в том числе мультимедийным оборудованием (Хозяйственная служба, Вычислительный центр, Служба единого заказа, Опытно-экспериментальный центр), а параллельно всем этим административно-хозяйственным решениям – скрупулезная деятельность по поиску, сбору, анализу и преобразованию собственно уникальных раритетов, занявших достойное место в экспозиции. Учитывая то обстоятельство, что в 2006–2009 гг. территория института существенно и кардинально менялась, а старые здания приобрета-

ли новый облик, освобождались от ветхого и неиспользуемого оборудования, которое сами владельцы (сотрудники лабораторий и отделов, осваивавшие новые кабинеты) иначе как металлоломом не именовали, у музейщиков существовала совершенно определенная цель – не потерять «говорящие» артефакты, способные поведать об истории отечественной науки множество исторических подробностей. Достичь этой цели во многом удалось, и в экспозиционном зале заняли свое место: кулман с портретом Ю. Гагарина, «прикрепленным» на оборотной стороне чертежной доски; арифмометр; старые альбомы фотографий; древний



Трубный стенд в музейной экспозиции

«Зингер», с помощью которого внигазовцы 1950-х гг., проводившие более половины года в геологических экспедициях и на промыслах, шили брезентовые укрывные пологи для оборудования; световой стол, в «доцифровую» эпоху позволявший от руки рисовать копии фрагментов карт и каротажных схем; старинные весы в стеклянных корпусах; целая серия лабораторных же микроскопов и многое другое.

Немало архивных гипотез подтверждены фактами и отражены в музейном повествовании благодаря активной поддержке архивариусов и библиографов из Отдела научно-технической информации во главе с С.В. Заславской (ныне – Служба информационного обеспечения). Масштабные поисковые работы, позволившие музею расширяться год от года и прирастать экспонатами, вела и ведет его бессменный куратор, главный специалист Службы по связям с общественностью и СМИ Н.К. Елфимова. Наталии Константиновне в далеком теперь уже 2007 г. предстояло начинать не просто с расспросов или интервью экспертов из числа ветеранов, чтобы найти уникальные архивы или фондовые единицы. Она видела свою задачу гораздо шире: объединить вокруг музея его будущих сторонников и «болельщиков», поддержавших нас на этапе созидания своими советами, доброжелательностью, готовностью делиться знаниями и бесценными воспоминаниями.

Именно такими экспертами и кураторами стали для Музея истории газовой науки и технологий легендарный профессор, д.т.н. З.Т. Галиуллин, а также к.т.н. С.В. Карпов и Д.И. Ширяпов, благодаря которым во многом сформировалась газотранспортная часть экспозиции. Максимально позитивно складывалось сотрудничество музейщиков с руководителями научного направления «Надежность и ресурс объектов ЕСГ» – д.т.н. В.В. Харионовским, к.т.н. В.И. Беспаловым, Д.Н. Запечаловым, к.т.н. С.В. Нефёдовым.

Без доброжелательного напутствия музею и артефактов, которые передали нам геологи во главе с д.г.-м.н. В.С. Якушевым и к.г.-м.н. Е.В. Перловой, невозможен был бы рассказ о становлении и развитии направления геокриологии и гидратов, а без содействия директора Опытного-экспериментальной базы С.В. Дробышева и начальника лаборатории, к.г.-м.н. В.Г. Квона – демонстрация первой в истории простейшей газогидратной установки.

ВНИИГАЗ (в формате музея) стал первым в отрасли научным институтом, понятным языком рассказавшим заинтересованным слушателям об особенностях такого сложного научного направления, как физика пласта. С помощью директора Центра физики пласта, д.т.н. С.Г. Рассохина, заместителя директора Центра, д.т.н. Е.Б. Григорьева, начальника лаборатории, к.т.н. А.Ф. Соколова музей получил возможность рассказать гостям о керне и флюидах, показать их во всем разнообразии, предъявить любопытным школьникам и студентам фрагмент лаборатории, «препарировавшей» керновый материал полвека назад. Эта часть экспозиции неизменно очень востребована, поскольку область знаний – одна из самых динамично развивающихся в отрасли.

Впрочем, как и направление геоинформационных исследований и технологий. Музей истории газовой науки и технологий с подачи начальника лаборатории, д.ф.-м.н. Ю.Б. Баранова, а позже – директора Центра Е.В. Денисевич рискнул показать в экспозиции созданный рукотворно картографический материал 1970-х гг. и сравнить его с современными цифровыми изображениями, поставляемыми на Землю со спутников, показав тем самым, как меняются технологии, обслуживающие науку, за считанные десятилетия, и какие вопросы этот технологический рывок помог решить геологам, экологам, проектировщикам.

О том, как работали внигазовцы в экспедициях, как месяцами «сидели» на буровых в степях и пустынях, как жили и вели исследования на промыслах, нам помогли узнать воспоминания профессора, д.т.н. А.Г. Потапова, к.г.-м.н. Ю.М. Фримана, д.г.-м.н. Г.И. Амурского и Н.Н. Соловьёва, Г.М. Гереш.

Не менее интересная история у формирования экспозиции, посвященной ПХГ: у ее истоков стоял легендарный профессор С.Н. Бузинов, с готовностью откликавшийся на вопросы музейщиков, никогда не жалевший времени на восстановление исторической и научной справедливости, наш частый гость и эксперт. Ту же отеческую и экспертную поддержку все десять лет оказывает музею его коллега, д.т.н., профессор К.И. Джафаров. Благодаря их труду все гости музея, как бы далеки они ни были от научно-технического направления «Подземное хранение газа», отлично понимают и идею, и перспективные задачи науки в этой области, уникальность каждого из десятков проектов ПХГ и отдают должное безусловной авторитетности советской и российской научной школы в этом направлении.

Профессор, д.т.н. М.Н. Мансуров, а также профессор, д.т.н. Д.А. Мирзоев вместе с их более молодыми коллегами приложили усилия к формированию морского направления музея. Объединив усилия моряков и транспортников, музей приготовил для своих гостей отдельный рассказ и фрагмент экспозиции, посвященный дальним морским магистральным газопроводам – особенностям и проблемам, стоящим перед наукой отрасли на разных этапах воплощения таких проектов.

На стадии формирования первых фондов было очень отраднo видеть поддержку наших ухтинских коллег. В отличие от штаб-квартиры в Москве Ухтинский филиал существенно раньше начал объединять уникальные артефакты для будущей музейной экспозиции, а потому на просьбу помочь с формированием основной экспозиции музея директор филиала Е.М. Гурленов отозвался незамедлительно. Так в фонд поступили образцы геологических инструментов, буровых растворов, уникальные фотографии и даже отчеты о НИОКР полувекковой давности, составленные первыми ухтинскими внигазовцами.



Фрагмент музейной экспозиции

Экологическое направление отраслевой науки во всю мощь развернулось в свое время тоже именно во ВНИИГАЗе. На просьбу музейщиков рассказать о том, что же такое современные экологические технологии в нефтегазовой сфере, отозвались наши замечательные коллеги к.т.н. Г.С. Акопова и лаборатория под ее руководством, Е.А. Листов и другие вниигазовские биотехнологи. Так в Музее появились экспонаты, иллюстрирующие эффективность современных технологий восстановления почв после их углеводородного загрязнения, процессы сбережения уникальных ландшафтов полуострова Ямал, апробирования препарата «Биорос», адаптированного экологами института для работы в полярной климатической зоне, итоги полярных экспедиций.

По-прежнему интересны комментарии и расспросы посетителей, останавливающихся у витрин, посвященных газохимии, – этой науке будущего. Синтетические жидкие углеводороды, синтезированные на уникальной установке Опытно-экспериментального центра, образцы сероасфальта, серобетона, сероцемента наглядно иллюстрируют технологии, которые разработаны во ВНИИГАЗе, а востребованы и в России, и за ее рубежами.

Профиль отечественного ученого всегда сочетает теоретические и эмпирические черты. Десятки вниигазовцев – авторы успешных и очень эффективных интеллектуальных решений, ставших патентами. Один из таких инженеров-творцов – к.т.н. В.И. Шулятиков, несмотря на почти полувековой стаж работы в институте, не растерял энтузиазма и активно помогал при формировании экспозиции музея. Так в фонде появились действующие установки «Плунжерный лифт», «Пингвин», «Медуза». Студенты, магистранты, аспиранты, посещающие музей, неизменно с интересом расспрашивают и узнают об истории этих объектов инженерной мысли.

Творческая составляющая научного труда делает его более привлекательным в глазах неопитов, и когда речь заходит о перспективных, но по ряду причин недостижимых пока технологиях, как знать, может быть именно среди сегодняшних юных посетителей музея окажутся те, кто станет отцами-основателями новых научных направлений? Ведь тридцать, пятьдесят, семьдесят лет назад именно так и было. Молодые химики Константин Зарембо и Павел Теснер зимой 1946–1947 гг. впервые предложили простой и эффективный способ устранения газогидратных пробок в трубе магистрального газопровода Саратов – Москва с использованием метанола, таким образом решив не только технологическую проблему, но и погасив назревавший политический скандал. А репрессированный геолог из Баку Михаил Александрович Бернштейн за работу, выполненную в военные годы, получил в 1947 г. Сталинскую премию за «ускоренную разработку и освоение месторождений Верхней Ижмы», что, впрочем, не изменило его ссыльнопоселенческого статуса. Зато Республика Коми по праву гордится научной школой, основанной М.А. Бернштейном и его коллегами-нефтяниками.

Для экспозиции и самой идеи Музея истории газовой науки и технологий совершенно не случайны рассказы о корифеях науки – П.А. Теснере, И.Е. Ходановиче, С.Н. Бузинове, М.А. Бернштейне, В.П. Савченко, олицетворяющих лучшие качества ученых-исследователей: мудрость, мужество, ответственность, готовность учиться и усваивать новый опыт, сохраняя при этом замечательные качества личности и индивидуальности. Собирая данные о крупнейших наградах, которых были удостоены вниигазовцы разных поколений (в настоящее время в «копилке», которую показывает музей своим посетителям, – более 70 государственных Ленинских, Сталинских, правительственных премий в области науки и техники), мы готовили для гостей и посетителей музея рассказы не просто «о железе» или «о трубе», но о триумфе инженерной

мысли, преодолении недоверия и косности, сотрудничестве и научной смелости. Рады, если нам удалось донести именно такой настрой до всех, кто услышал эти рассказы в нашем музее.

Музей истории газовой науки и технологий прожил свое первое десятилетие. За эти годы множество очень разных гостей побывало в его стенах – министры и зарубежные гости, студенты и ученики православной гимназии, молодые сотрудники института и PR-менеджеры предприятий и организаций Группы «Газпром». Совершенно очевидно, что гостей по-прежнему интересует изучение феномена советской/российской науки – именно поэтому они не только с разглядывают образцы керна или вытяжной шкафа химической лаборатории полувековой давности, экспериментируют на установке «Медуза» или рассуждают, какое будущее у технологии производства серного модификатора. Вниигазовцы разных поколений, сделавшие для своей науки и отрасли все возможное, а зачастую и невозможное – вот какой феномен не оставляет музейных гостей равнодушными. Есть немало посетителей, которые, побывав впервые, с удовольствием возвращались вновь: так музей с 2010 г. стал постоянной площадкой для проведения Дня российской науки. Здесь с научно-технической структурой отрасли и ее науки знакомятся старшеклассники и студенты начальных курсов на ознакомительной практике. Сюда с любопытством приходят иностранные специалисты нефтегазовой сферы, впервые прибывшие в нашу страну. С не меньшим интересом разглядывают экспонаты и задают вопросы наши коллеги из многих и разных предприятий и организаций ПАО «Газпром», прибывающие в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» для участия в конференциях или учебы на курсе дополнительного образования. Возможно, такое впечатление на столь разных гостей Музей истории газовой науки и производит в силу того, что изначальная цель – просветительская – достигнута? С помощью современного поколения вниигазовцев это направление можно и нужно упрочить, ведь у отраслевой науки немало задач и вызовов, которые, будучи успешно преодоленными, добавят в музейные фонды много новых славных имен и успешных проектов.

Список рекомендуемой литературы

1. Рубинская Г. На Развилке газовой «реки» / Г. Рубинская, А. Плотников // Газета «Моя Развилка». – 03 июля, 2017. – № 03 (21). – С. 5, 8.
2. Рубинская Г. Развилка строителей / Г. Рубинская, А. Плотников // Газета «Моя Развилка». – 24 августа, 2017. – № 04 (22). – С. 5, 8.



**ВОСПОМИНАНИЯ ВЕТЕРАНОВ
ООО «ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ»**

Охлаждение транспортируемого газа на магистральных газопроводах с использованием аппаратов воздушного охлаждения

С.В. Карпов

В 1946 г. было завершено сооружение магистрального газопровода (МГ) Саратов – Москва диаметром 325 мм на рабочее давление 5,4 МПа с газомоторными компрессорами на компрессорных станциях (КС). Сразу стало понятно, что основными направлениями развития магистрального транспорта газа должны стать: увеличение диаметров труб, мощности газоперекачивающих агрегатов, применение центробежных нагнетателей с электро- и газотурбинным приводом, повышение коэффициента полезного действия газовых турбин, повышения рабочего давления.

С ростом потоков газа возникла необходимость в охлаждении транспортируемого газа на КС.

На МГ диаметром до 820 мм включительно охлаждения газа на компрессорных станциях не требовалось, так как транспортируемый газ перед поступлением на очередную КС успевал охладиться до температур окружающего грунта.

Впервые необходимость в охлаждении транспортируемого газа на КС возникла на газопроводе Саратов – Горький диаметром 920 мм, запроектированном Востокгипрогазом (в настоящее время – ПАО «ВНИПИгаздобыча»), которым были заложены технические решения, направленные на увеличение производительности газопровода за счет трехступенчатого сжатия в центробежных нагнетателях (степень сжатия 1,8 вместо 1,25 на газопроводах без охлаждения газа), сокращения расстояний между КС до 80 км (увеличение числа КС на газопроводе), охлаждения транспортируемого газа в оросительных теплообменниках, установленных в градирнях. Сооружение газопровода происходило в 1960–1963 гг.

Газопровод Бухара – Урал диаметром 1020 мм на рабочее давление 5,4 МПа был запроектирован ВНИПИтрансгазом и построен без охлаждения газа на КС. Из-за отсутствия охлаждения газа при эксплуатации этого газопровода наблюдались случаи потери устойчивости трубопровода с выходом его на дневную поверхность с образованием «арок», «змеек», гофр из-за высоких температур транспортируемого газа.

Специалисты З.Т. Галиуллин, И.Е. Ходанович, С.В. Карпов (ВНИИГАЗ), Р.Н. Бикчентай (МИНХ и ГП им. И.М. Губкина), М.А. Жидкова (институт газа АН УССР) предложили на газопроводах диаметром 1020 мм и более охлаждать газ в аппаратах воздушного охлаждения (АВО) [1].

В сравнении с охлаждением газа в оросительных теплообменниках в градирнях охлаждение газа в АВО имеет особенности, способствующие его предпочтительному применению. Атмосферный воздух в качестве охлаждающего агента в отличие от воды доступен везде, после использования воздух в АВО возвращается без потерь в атмосферу подогретым, не загрязняя окружающую среду (при использовании воды требуется водоподготовка, происходит ее потеря при испарении в градирне). Увеличение теплоотдачи от газа к воздуху достигается наружным оребрением теплообменных труб в АВО и использованием вентиляторов для увеличения потоков воздуха через оребренные трубы, эффективность охлаждения газа в АВО повышается в зимнее время

Карпов Сергей Всеволодович – ведущий научный сотрудник лаборатории методического обеспечения предпусковых и пусковых операций Центра технологий строительства, ремонта и защиты от коррозии.

После окончания Губкинского института в 1960 г. начал трудовую деятельность на газопроводе Саратов – Горький (Горьковского управления магистральных газопроводов) в Пензенском районном управлении, работая начальником аварийно-ремонтной службы, начальником КИПиА, затем старшим сменным инженером компрессорного цеха КС-3 Ростовского районного управления магистральных газопроводов (г. Ростов-на-Дону).

После окончания очной аспирантуры ВНИИГАЗа и защиты кандидатской диссертации в 1970 г. работал в должностях старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника, ученого секретаря института, начальника отдела надежности газопроводов, лаборатории испытаний и обеспечения надежности эксплуатации магистральных газопроводов.

За годы работы внес значительный вклад в развитие газотранспортной системы страны, участвуя в обосновании оптимальных параметров и конструкций магистральных газопроводов, разработке методов и средств диагностики стресс-коррозионных дефектов, нормативных документов по обследованию газопроводов, технических решений по прокладке, укладке, балластировке и закреплению, испытаниям, очистке и осушке газопровода Бованенко – Ухта.

Автор более 140 публикаций и 23 изобретений, почетный работник газовой промышленности, ветеран газовой отрасли, награжден медалями «За трудовое отличие», «За доблестный труд».

за счет поступления в АВО атмосферного воздуха с низкими отрицательными температурами (в градирнях применение воды ограничено положительными температурами из-за ее замерзания при отрицательных температурах).

В последующем на КС магистральных газопроводов охлаждение газа в градирнях КС не получило дальнейшего развития.

Были выполнены гидравлические расчеты системы газопроводов Средняя Азия – Центр (САЦ) I, II ниток диаметром 1020 и 1220 мм соответственно, на рабочее давление 5,4 МПа для расчетной схемы этого газопровода, составленной на основе проекта ВНИПИтрансага производительностью 25 млрд м³/год без охлаждения газа и с различными вариантами охлаждения газа на компрессорных станциях в АВО [1]. Было показано, что при транспорте неохлаждаемого газа на КС с максимально возможными пропускными способностями в зимний и летний (жаркий) периоды времени на выходе КС «Каракалпакия», «Бейшу», «Опорная», «Кульсары» температура газа будет достигать 75–80 °С. С целью недопущения таких температур из-за возможности потери продольной устойчивости трубопровода и повреждения изоляционных покрытий пропускные способности в эти периоды должны быть снижены.



Сергей Всеволодович Карпов,
к.т.н.

Расчеты при охлаждении газа в АВО были выполнены для наиболее крупных аппаратов воздушного охлаждения, выпускаемых в это время Таллинским машиностроительным заводом и применяемых в нефтехимической промышленности. Для применения на компрессорных станциях были предложены АВО типа АВЗ-5300 (зигзагообразного типа, восьмирядные, одноходовые, расчетной поверхностью теплообмена 5300 м²). Рекомендуемый вариант установки на КС I и II ниток газопровода составил 142 АВО. При этом увеличение пропускной способности зимой составило 2,1 млн м³/сут и летом – 0,5 млн м³/сут. При этом температура транспортируемого газа на выходе первых КС летом снижается до 50 °С, а далее на последующих КС – до 40 °С, чем уменьшается вероятность аварий за счет температурных напряжений. В остальное время года при охлаждении газа в АВО достигается более существенное снижение температуры газа (до 35–10 °С на различных КС). Повышение производительности системы достигает 5 %.

IV нитка газопровода САЦ диаметром 1420 мм на рабочее давление 75 кгс/см² производительностью 35 млрд м³/год от Шатлыка до Хивы и 29,4 млрд м³/год от Хивы до Александров Гая уже была запроектирована ВНИПИТрансгазом с применением АВО зигзагообразного типа с поверхностью теплообмена 5300 м². Проектом на ряде компрессорных станций на участке газопровода Александров Гай – Острогжск не предусматривалось охлаждение газа.

На основе проведенных специалистами ВНИИГАЗа И.Е. Ходановичем, Б.Л. Кривошеиным, И.А. Исмаиловым, В.С. Водолагой теоретических и экспериментальных исследований на стендах и в натуральных условиях на газопроводе САЦ были определены уточненные коэффициенты теплопередачи для различных участков этого газопровода, которые были использованы в гидравлических и тепловых расчетах этого газопровода [2]. Было показано, что без дополнительно оснащения компрессорных станций АВО невозможно обеспечить работу газопровода на запроектированную пропускную способность. Было предложено увеличить число АВО на 36 ед., установив их также на КС в Александров Гае, Антиповке, Усть-Бузулуке [3]. Рекомендации ВНИИГАЗа были приняты. В работах по уточнению проекта принимали участие специалисты ВНИИГАЗа (З.Т. Галиуллин, И.Е. Ходанович, С.В. Карпов, Б.Л. Кривошеин), ВНИПИТрансгаза (В.И. Городецкий, И.В. Шадаев, Н.Е. Розен, С.Г. Рабичева, Е.И. Гальбург), МИНХ и ГП им. И.М. Губкина (Р.Н. Бикчентай), Института газа АН УССР (М.А. Жидкова, Н.И. Снисаревский).

Система газопроводов Северные районы Тюменской области – Урал (СРТО – Урал) характеризовалась более низкими по сравнению с центральными и южными районами страны температурами окружающего воздуха и грунта. Специалисты ВНИИГАЗа (З.Т. Галиуллин, И.Е. Ходанович, С.В. Карпов, Б.Л. Кривошеин, И.Я. Акиньян), ЮжНИИгипрогаза (Б.В. Лещинский, В.М. Громило, И.И. Панков, Анисимов), Института газа АН УССР (М.А. Жидкова, Н.И. Снисаревский), МИНХ и ГП им. И.М. Губкина (Р.Н. Бикчентай) выполнили многовариантные расчеты и проанализировали различные технологические схемы системы газопроводов СРТО – Урал [4]: III нитки газопровода Надым – Пунга диаметром 1420 мм, II и III ниток газопровода Пунга – Нижняя Тура диаметром 1220 мм. Были предложены эффективные схемы газопроводов с оснащением КС АВО газа и показано, что в отличие от газопроводов САЦ на системе наиболее напряженными являются зимние режимы охлаждения газа, поэтому выбор числа АВО был проведен по среднемесячной (январской) температуре окружающего воздуха.



В диспетчерской Тюментрансгаза.
Слева направо: А.Н. Калужских, З.Т. Галиуллин, С.В. Карпов (около 1990 г.)

Специалисты ВНИИГАЗа (З.Т. Галиуллин, С.В. Карпов, Н.А. Карпова), МИНХ и ГП им. И.М. Губкина (Р.Н. Бикчентай) на основе проведенных исследований показали целесообразность более глубокого охлаждения газа в АВО по сравнению с принимаемыми проектными институтами уровнями.

В соответствии с методическими указаниями [5] были выполнены вариантные расчеты газопроводов Надым – Пунга – Нижняя Тура (V нитка), Пунга – Вуктыл – Ухта (II очередь) и Ухта – Торжок (III очередь) и разработаны предложения по охлаждению газа на строящихся в X пятилетке газопроводах из районов Севера [6]. За счет более глубокого охлаждения газа (установки дополнительного числа АВО) на этих газопроводах прирост подачи газа составил 2,7 млрд м³/год.

В последующем был определен оптимальный уровень охлаждения на компрессорных станциях магистральных газопроводов (превышающий в зависимости от типов АВО, а также соотношения затрат на охлаждение газа, компрессорные станции и линейную часть газопровода на 10–15 °С среднегодовую температуру окружающего воздуха) и даны предложения по максимально и минимально допустимым температурам газа в газопроводах [7, 8].

Технологически максимально допустимая температура газа на входе в газопровод ограничивается рабочими температурами применяемых изоляционных покрытий, а также допустимыми перепадами между температурой трубопровода в период эксплуатации и температурой заземления трубопровода грунтом при строительстве. Рабочая температура применяемых изоляционных покрытий не превышает 50–60 °С. Допустимый температурный перепад исходя из условий прочности и устойчивости газопроводов диаметром 1420 мм на рабочее давление 75 кгс/см² не должен превышать 60–65 °С. С учетом условий строительства газопроводов в северных районах (возможность проведения работ преимущественно в зимний период) максимальная

температура на входе в трубопровод не должна превышать 40–45 °С, в центральных районах – 45 °С и южных – 55 °С.

Минимально допустимый уровень охлаждения ограничивается минимальной температурой эксплуатации труб, зависящей от качества металла по ударной вязкости и его стоимости. Этот уровень для газопроводов диаметром 1420 мм на рабочее давление 75 кгс/см² был определен оптимизационными расчетами для северных районов страны – минус 15 °С, для центральных – минус 5 °С и южных – 0 °С.

В 1970-е гг. Таллинским машиностроительным заводом выпускался ряд типоразмеров АВО, используемых в основном в нефтехимической промышленности, но объем их выпуска был недостаточен для того, чтобы обеспечить потребности газовой промышленности в связи с необходимостью охлаждения газа на компрессорных станциях газопроводов диаметром 102, 1220 и 1420 мм. В этой связи было принято решение о закупке АВО газа за рубежом. Активное участие в согласовании параметров импортных АВО газа при заключении контрактов на поставку с зарубежными фирмами приняли специалисты ВНИИГАЗа (З.Т. Галиуллин, С.В. Карпов) и МИНХ и ГП им. И.М. Губкина (Р.Н. Бикчентай). В результате на компрессорные станции газопроводов начали поступать АВО иностранных фирм: «Пейя» (Голландия), «Крезолуар» (Франция), «Хадсон Италияно» (Италия), «Ничимен» (Япония).

В соответствии с Постановлением Совета министров СССР от 20 февраля 1975 г. № 152 «О мерах по оснащению газовых промыслов и компрессорных станций высокоэффективным технологическим оборудованием» была начата разработка отечественного аппарата воздушного охлаждения газа с теплосъемом 5–7 млн ккал/ч на рабочее давление 75 и 100 кгс/см². В 1975 г. ВНИИГАЗом были разработаны исходные требования на этот аппарат [9].

Опытный образец аппарата был изготовлен, и его испытания были проведены на КС «Опорная» газопровода Средняя Азия – Центр (IV нитка).



Группа специалистов на испытании опытного аппарата воздушного охлаждения.
Слева направо: М.М. Шпатаковский, ..., Р.Н. Бикчентай (МИНХ и ГП им. И.М. Губкина), С.В. Карпов, В.И. Калявин (ВНИИГАЗ)

Первая промышленная партия аппаратов 2АВГ-75С была установлена на КС «Пустынная» (ПО «Среднеазиатгаз») и введена в эксплуатацию в сентябре 1983 г. На КС «Тольятти» (ПО «Куйбышевгаз») были проведены балансовые промышленные испытания аппарата, которые подтвердили соответствие фактических показателей тепловой эффективности АВО (температуры газа на выходе АВО, теплосъема в аппарате, коэффициента теплопередачи от газа к воздуху, потерь давления газа) расчетным.

Массовое внедрение аппарата 2АВГ-75 началось после объявления США эмбарго на поставку в СССР высокотехнологичного оборудования, в том числе АВО газа.

Производство АВО типа 2АВГ-75 и 2АВГ-75С (в северном исполнении) было освоено на Борисоглебском заводе химического машиностроения. Рост парка АВО типа 2АВГ-75 в отдельные годы достигал 500 шт./год. В процессе эксплуатации эти АВО в сравнении с импортными аппаратами показали более высокую надежность [10].

В разработке и испытаниях этого аппарата принимали участие специалисты ВНИИГАЗа (С.В. Карпов, З.Т. Галиуллин, Н.А. Карпова), ВНИИНефтемаша (Г.А. Марголин, В.Е. Вайсман), МИНХ и ГП им. И.М. Губкина (Р.Н. Бикчентай, М.М. Шпатаковский).

В начале 1980-х гг. на компрессорных станциях МГ эксплуатировались различные типы АВО газа. Для оценки их эффективности и выполнения расчетов режимов охлаждения газа специалистами ВНИИГАЗа С.В. Карповым и Н.А. Карповой была разработана универсальная методика [11], учитывающая конструктивные особенности различных АВО: число трубных секций, параметры теплообменных оребренных труб и их расположение в трубных секциях, число и расположение вентиляторов (верхнее – над трубными секциями и нижнее – под трубными секциями), мощность электродвигателей вентиляторов.

После 10–15 лет эксплуатации АВО газа различных типов 2АВГ-7, АВЗ разных типов, «Крезо-Луар», «Хадсон Италия», «Ничимен», «Нуово-Пиньоне», «Геа» было проанализировано техническое состояние парка АВО и эффективность его использования [12].

Было установлено, что эксплуатационный персонал КС нередко экономит электроэнергию, выключая вентиляторы АВО газа и оставляя работать их в конвективном режиме, что приводит к снижению производительности газопроводов и перерасходу мощности КС.

Было показано, что перерасход мощности на КС во много раз превышает экономию мощности АВО. Недоохлаждение газа в АВО происходит также по причине значительного количества неисправностей аппаратов на КС. На отдельных КС число неисправных аппаратов доходило до 50 %. Были проанализированы неисправности АВО и предложены меры по их устранению, а также совершенствованию основного отечественного аппарата 2АВГ-75, направленные на облегчение вентиляторов, доработку подшипниковых узлов, повышение надежности системы электропитания и управления, улучшения соединений оребренных труб с камерами входа-выхода газа в аппарат. Предлагалось провести реконструкцию парка АВО с расширением его на 20–30 % за счет установки отечественных аппаратов типа 2АВГ-75.

По прошествии более 30 лет с начала внедрения АВО типа 2АВГ-75 и 2АВГ-75С показали свою эффективность и надежность в эксплуатации и сегодня являются наиболее распространенными на КС магистральных газопроводов.

Список использованной литературы

1. Рекомендации по эффективности охлаждения транспортируемого газа с применением аппаратов воздушного охлаждения (АВО) на компрессорных станциях I и II очередей газопровода Средняя Азия – Центр (САЦ). – М.: ВНИИГАЗ, 1972. – 27 с.
2. Исследования и рекомендации по тепловым режимам мощных газопроводов (по численным значениям коэффициентов теплопередачи в различных климатических зонах и условиях прокладки). – М.: Мингазпром, ВНИИГАЗ, 1975. – 19 с.
1. Рекомендации по глубине охлаждения транспортируемого газа на газопроводе Средняя Азия – Центр. – М.: Мингазпром, ВНИИГАЗ, 1974. – 21 с.
2. Рекомендации по технологическим режимам, схеме и параметрам системы газопроводов Северные районы Тюменской области – Урал с учетом охлаждения газа на КС аппаратами воздушного охлаждения (АВО). – М.: ВНИИГАЗ, 1974. – 31 с.
3. Методические указания к расчету систем магистральных газопроводов с целью определения их эффективности за счет более глубокого охлаждения газа аппаратами воздушного охлаждения. – М.: ВНИИГАЗ, 1975. – 8 с.
4. Предложения по охлаждению газа на строящихся в X пятилетке газопроводах из районов Севера. – М.: Мингазпром, ВНИИГАЗ, ЮжНИИгипрогаз, Гипроспецгаз, МИНХ и ГП им. И.М. Губкина, 1975. – 87 с.
5. Карпов С.В. Основные пути развития магистрального транспорта газа: науч.-техн. обзор / С.В. Карпов, З.Т. Галиуллин, Н.А. Карпова. – М.: Мингазпром, 1978. – 62 с. – (Серия «Важнейшие научно-технические проблемы газовой промышленности»).
6. Карпов С.В. Выбор температур транспортировки газа / С.В. Карпов // Газовая промышленность. – 1981. – № 8. – С. 37–40.
7. Исходные требования на разработку аппарата воздушного охлаждения с теплосъемом 5–7 млн ккал/ч на рабочее давление 75 и 100 кгс/см для охлаждения транспортируемого газа на компрессорных станциях магистральных газопроводов. – М.: Мингазпром, ВНИИГАЗ, 1975.
8. Марголин Г.А. Новый аппарат воздушного охлаждения газа / Г.А. Марголин, С.В. Карпов, Р.Н. Бикчентай, М.М. Шпотаковский, В.Е. Вайсман, Н.А. Карпова // Газовая промышленность. – 1984. – № 3. – С. 26–27.
9. Карпов С.В. Методика расчета аппаратов воздушного охлаждения газа / С.В. Карпов, Н.А. Карпова. – М.: Мингазпром, ВНИИГАЗ, 1982. – 31 с.
10. Карпов С.В. АВО газа: эффективность использования / С.В. Карпов, Г.Е. Тункель, И.И. Максимов // Газовая промышленность. – 1989. – № 4. – С. 46–48.

Эдуард Борисович Бухгалтер – из воспоминаний

Эдуард Борисович Бухгалтер окончил Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева (МХТИ) факультет химической технологии топлива и газа в 1963 г. По распределению три года (1963–1966 гг.) работал во Всесоюзном Научно-исследовательском нефтегазовом институте (ВНИИнефть).

В 1966 г. перешел во ВНИИГАЗ на должность старшего инженера и в 1973 г. защитил кандидатскую диссертацию. В 1974 г. ушел из ВНИИГАЗа. В 1994 г. вернулся в институт на должность начальника лаборатории, в 2005 г. переведен на должность начальника отдела, оставаясь начальником лаборатории. В 1997 г. защитил докторскую диссертацию, в 2002 г. присвоено ученое звание профессора, в 2004 г. избран действительным членом РАЕН.

В 2009 г. переведен на должность главного научного сотрудника, в 2014 г. ушел из ВНИИГАЗа по состоянию здоровья.



Эдуард Борисович Бухгалтер,
д.т.н., профессор
(2003 г.)

Пришел во ВНИИГАЗ 12 октября 1966 г. на должность инженера в лабораторию Г.С. Лутошкина и сразу стал заниматься гидратами газов, поскольку с 1963 г., окончив МХТИ имени Д.И. Менделеева и занимаясь исследованием растворимости газов во льду. К этому времени я неплохо знал про гидраты индивидуальных газов, но с природными газами не сталкивался.

Усовершенствовав вместе с руководителем группы Б.В. Дегтяревым установку, мы приступили к экспериментам. Через некоторое время к нам принесли контейнер с природным газом, и строгим голосом было сказано определить условия гидратообразования.

Получились непривычные параметры, но состава газа нам не сообщили и, чтоб было наверняка, мы повторили опыты несколько раз. Через пару дней нам сообщили (из газоаналитической лаборатории А.К. Карпова) состав газа, в котором было несколько процентов азота. Стало ясно, почему равновесная кривая гидратообразования была выше, чем для чистого метана, и заметно выше, чем для природных газов с гомологами метана. Оказывается, проба газа была из ГДР, где открыли месторождение с несколькими процентами азота. Это было вообще первое месторождение природного газа в ГДР, и вскоре несколько немецких специалистов приехали во ВНИИГАЗ для обмена опытом и, говоря сегодняшним языком, для повышения квалификации. Группа сотрудников ВНИИГАЗа читала им лекции, я должен был прочесть пару лекций о гидратах газов вообще и о гидратах природных газов в частности. На лекцию вместе с немецкими коллегами пришел представитель Партбюро и, сев на стул рядом с дверью, достал газету и делал вид, что читает ее. Наверно в лекции о гидратах я мог раскрыть какие-то важные данные о ВНИИГАЗе или вообще секреты СССР... Такие были времена.

Задолго до известного телешоу «Минута славы» я испытал такую минуту (или две) в Оренбурге в 1971 г. Был пуск первого объекта «Газпрома» в области – сборного пункта СП-3. На исследовании этого пункта работала

бригада ВНИИГАЗа: человек 10–12 только принятых на работу выпускников-губкинцев и молодых специалистов со стажем работы один год; руководили бригадой Ю.В. Сурков (руководитель) и, кажется, неофициальный заместитель Э.Б. Бухгалтер, имевший опыт освоения Вуктыльского газоконденсатного месторождения. На три дня прилетел директор ВНИИГАЗа С.Ф. Гудков. Перед воротами на объект построили временную трибуну, были выступления заместителя министра М.В. Сидоренко, руководителей Оренбурггазпрома, партийных руководителей области. Митинг закончился, ворота открыли: вдоль центральной аллеи, где мог проехать тягач с оборудованием, стояли в новенькой служебной форме и в касках, конечно, операторы, сменные инженеры и т.д., то есть весь производственный персонал объекта. И вот на территорию вступили руководство Мингазпрома, сопровождавшие замминистра, руководители объединения (чуть аплодисментов тем и другим от персонала), руководители газопромывочного управления (аплодисментов чуть побольше), за ними – директор ВНИИГАЗа (тишина), потом – наша бригада. И тут многие работники объекта: «Здравствуйте, Эдуард Борисович!», кто постарше: «Здравствуйте, Борисыч!» и т.п. Мне позже пересказал знакомый старший оператор, что наш директор несколько изменился в лице.

Вечером в директорском полулюксе в гостинице «Оренбург» – небольшое производственное совещание, планы на ближайшие дни и «все свободны». А дальше: «А Вас, Эдуард Борисович, я попрошу остаться...», и это задолго до известной фразы Мюллера из фильма «17 мгновений весны». Я был уже третий калач (после Вуктыла) и был готов к такому повороту. «А почему Вас знают и с таким уважением приветствуют работники СП-3?». «Ну как же, Сергей Филиппович. Ведь Вы сами направили меня читать лекции в институт повышения квалификации. А через пару месяцев приехала спецгруппа только из работников Оренбурггазпрома. Вероятно, мои лекции были полезны, вот поэтому». Ну и конце добавил: «Значит, Вы правильно выбрали меня в качестве лектора». Директор смягчился, ведь и грубая лезть бывает приятна. «Помню, помню», – заулыбался он и добавил: «Ну, раз у Вас так успешно получается преподавательская работа, то научите девочек-лаборанток отбирать правильно пробы, титровать и другим анализам. Ведь Вы Менделеевский заканчивали – должны это знать». У меня хватило ума не сказать: «Слушаюсь», я скромно кивнул – мол, будет сделано. Но эти пару минут приятного волнения на центральной аллее СП-3 никогда не забуду.

Постепенно по поступлению во ВНИИГАЗ я стал знакомиться с коллегами. Я слышал, что есть успешный научный работник Гурами Эрастович Одишария, но знаком с ним не был. Близкое (даже очень) знакомство произошло в 1973 г. Случилось это на спортивной площадке, которая располагалась, где сейчас находится та часть нового корпуса (ОНТЦ), которая параллельна МКАД. Это была баскетбольная площадка, огороженная высокой (наверное, три метра) сеткой, но зимой там проводились игры на первенство института по футболу на снегу. В финале встретились команды промышленников и транспортников.

У транспортников в нападении играл быстрый и резкий нападающий Одишария, у промышленников цементировал защиту массивный, но в меру подвижный Бухгалтер. Задача нападающего в футболе, как известно, – забить гол противнику. Задача защитника – не дать это сделать. Рывок Одишарии к нашим воротам был встречен на скорости же решительным защитником, и контакт был таким бескомпромиссным, что если рядом оказался бы вдруг стог сухого сена, то он бы точно вспыхнул от такого количества искр. Но поскольку оба *классных* футболиста одинаково понимали футбол как кон-



На историческом снимке того неповторимого поединка – футболист в самых рваных штанах это и есть ваш покорный слуга

тактную мужскую игру, то взаимных претензий, когда оба поднялись со снега и пришли в себя, не было. Зато появились многолетние теплые контакты в длительных командировках в Оренбург, в институте, позднее – в работе докторского диссертационного совета.

На застолье в старом здании столовой по поводу моего 60-летия я старался каждому выступавшему с тостом прочесть эпиграммку, и вот что получилось для Гурами Эрастовича:

*И в том, и в этом полушарии
Известно имя Одишарии.
Ведь он такой у нас один –
Ученый, Человек, Грузин!*

В институте никто, кажется, не повторил выдающееся – на мой взгляд – достижение Гурами Эрастовича, когда в один день прошли две докторские защиты его учеников В. Сафонова и А. Едигарова.

А теперь несколько слов о моем участии в международных проектах в последние годы работы. Самый удачный – «Баренц-2020». Проект начинался в 2007 г. как российско-норвежский, но в процессе работы к норвежским экспертам подключились американские и французские. Также расширился круг российских экспертов: в работе приняли участие специалисты из ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова», МГУ им. М.В. Ломоносова, ДОО ЦКБН ОАО «Газпром», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Гипроспецгаз» и т.д. Вырос и мой статус: из эксперта ВНИИГАЗа Эдуард Бухгалтер стал руководителем российских экспертов рабочей группы № 7 «Рекомендации по стандартам на операционные выбросы в атмосферу и в море для условий Баренцева моря». За время работы сложились особенно хорошие отношения с норвежцами из фирмы DNV. Их руководитель Стейнар Нессе с гордостью показывал фото

своих четырех детей. Когда на очередное рабочее заседание в Москве он приехал с супругой, я подсказал, какие места хорошо бы посмотреть в свободное время, ведь его было так мало. У другого норвежца во время работы в Москве родился третий ребенок и мы, конечно, отметили это *по-русски*...

Во время рабочей встречи во ВНИИГАЗе в 2011 г. мы постарались фирменными сувенирами сделать встречу запоминающейся. Мне кажется, нам это удалось.

Шестьдесят лет в науке о газе

Г.Э. Одишария

В нефтегазовой промышленности я, можно сказать, оказался случайно. В 1953 г. в своем родном г. Поти в Грузии я окончил школу с золотой медалью и отправился со своим школьным другом Анатолием Машковым поступать в один из московских институтов.

Был воскресный день, и мы, гуляя по Москве, совершенно случайно забрели в Парк культуры и отдыха имени Горького. И там, надо же такому случиться, мы встретились с нашим единственным земляком, окончившим среднюю школу г. Поти и который уже два года учился в Москве. Он тоже был со своим другом – одноклассником. Обрадовались, разговорились. И через 15 минут они нас убедили, что лучше вуза в Москве, чем их нефтяной институт, не сыскать. Этот друг оказался Германом Зотовым, будущим крупнейшим в СССР специалистом по разработке газовых месторождений. Его аргументы нас и сразили. К тому же в это время у нас на родине в Колхидской низменности вовсю бурились поисковые скважины, там предполагались большие залежи нефти. Как потом оказалось, нефть там была, но в очень незначительных, не в промышленных масштабах. Но тогда это не было известно, а я уже строил в своей голове планы: окончу институт, вернусь специалистом домой и буду искать там нефть на благо родины моей. Короче, уже через несколько дней мы оказались студентами этого нефтяного института, будущего Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина.

А в 1956 г. в стране был создан Главгаз. Это было очень важное для нашей газовой промышленности событие – впервые появилась очень крупная структура, еще, правда, не министерство, но специализированная организация, занимающаяся только газом. В связи с этим и в нашем институте в том же 1956 г. отобрали две группы третьекурсников, которым предложили углубленно изучать газовую отрасль. И мы оказались в одной из этих групп. На четвертом курсе нас переориентировали на глубокое изучение вопросов разработки газовых месторождений и транспорт газа.

Дипломную работу я писал уже именно по этой проблематике – «Строительство газопровода Карадаг – Тбилиси». В это время было открыто и разрабатывалось месторождение Карадаг в Азербайджане, считавшееся, по тому времени, очень крупным – 40 млрд м³ газа.

Мне вновь повезло – еще один замечательный человек встретился на моем пути. Руководителем моего диплома стал Иван Ефимович Ходанович, работавший тогда во ВНИИГАЗе. И после окончания института я оказался у него в лаборатории. Это была осень 1958 г. И с этого времени по сегодняшний день я имею честь работать во ВНИИГАЗе.

За эти годы мне приходилось заниматься самыми различными проблемами газовой отрасли, трубопроводами, вопросами транспортировки газа. Кстати,



Гурами Эрастович Одишария,
д.т.н., профессор.
Выступление на Ученом совете
ВНИИГАЗа (весна 2017 г.)

Ямальский проект впервые прозвучал в связи с планами строительства нового газопровода в Европу, которые появились после прихода на должность министра газовой промышленности С.А. Оруджева. Министр-прагматик Оруджев считал, что этот экспортный газопровод надо построить с Ямала. Он имел в виду, что в этом случае появится возможность получения кредитов и финансирования закупок, материалов и оборудования для освоения Ямала.

К тому времени картина с ямальским газом была ясна: запасы там огромны, но труднодоступны. Самое крупное месторождение по запасам газа – Бованенково – располагалось в континентальной части полуострова. Именно в эти годы первого выхода на Ямал ВНИИГАЗ предложил рассмотреть вопрос строительства завода по сжижению газа на Харасавэе как альтернативу этому трубопроводу. На наш взгляд, это был хороший проект. Мы предлагали строить его именно на Харасавэе, расположенном на берегу Обской губы, позволяющей эффективно использовать передовые технологии сжижения природного газа с расположением всего оборудования на барже относительно небольших размеров (150×50 м). Это был уникальный по тому времени проект, не имеющий аналогов в мире. Руководство института (А.И. Гриценко) доложило о результатах исследования варианта поставок природного газа с полуострова Ямал в сжиженном состоянии С.А. Оруджеву. Он отклонил этот проект, указав на полное отсутствие данных о результатах испытания экспериментальных аналогов составных частей проекта: установки сжижения газа, изотермического хранения СПГ в емкостях относительного большого объема, установки регазификации СПГ. Рассмотрев представленные ВНИИГАЗом материалы, руководство министерства предложило построить комплексную Опытно-промышленную установку, по результатам функционирования которой можно сделать вывод о достаточности имеющихся данных: методологии расчета процессов производства СПГ; изотермическом хранении и регазификации СПГ.

В силу изложенных причин и недостаточной изученности комплекса проблем, связанных с разработкой и обустройством Бованенковской группы месторождений полуострова Ямал, включая строительство магистрального газопровода, было принято решение о строительстве нового газопровода для поставок дополнительного объема в Европу от хорошо освоенного Надым-Пур-Тазовского региона, а именно от Уренгойского месторождения.

Я был в составе рабочей группы, которая выезжала в Германию, в Кельн, занимался вопросами закупки оборудования для станции охлаждения газа. Это был знаменитый проект «газ – в обмен на трубы». И это было мое относительно косвенное участие в ямальских проектах в годы первого выхода на Ямал, хотя я тогда еще на Ямале не был физически. Вплотную Ямалом я стал заниматься уже в 1980-е гг.

Итак, Ямал. В понимании обычного человека это только куски земли, сплошной территории нет. Это заболоченная местность, мерзлота. И вот на повестку дня вновь был поставлен вопрос промышленного освоения месторождений, открытых на полуострове. За спиной уже был Надым, Уренгой, и специалисты понимали, что значит выходить на работу туда. Потом появился собственный ямальский опыт, когда там пытались вести работы в летний период, и гусеничная вездеходная техника все перепахала, земля поплыла, и такая эрозия началась, по существу, неудержимая, что этот след зарастал десятилетиями. И когда доложили Р.И. Вяхиреву, это было уже попозже, он запретил все работы летом, кроме как на отсыпанной территории. Но к этому времени уже много было сделано.

Ямальская программа второго выхода родилась при В.С. Черномырдине, который был назначен министром газовой промышленности в связи с переводом прежнего министра В.А. Динкова на должность министра нефтяной промышленности.

Виктор Степанович оказал огромное влияние на деятельность ВНИИГАЗа, придав ему статус головной научно-исследовательской организации по освоению углеводородных ресурсов полуострова Ямал и прилегающих акваторий. Он же впервые в отечественной практике выполнения комплексных научно-исследовательских работ ввел должность главного научного руководителя исследовательской программы – личность, которая отвечала за технико-технологические решения по освоению того или иного крупного месторождения или группы месторождений, например, полуострова Ямал. Так я был назначен первым главным научным руководителем исследовательской программы по Ямалу.

Мне как руководителю были вменены в обязанности разработка программы исследовательских работ и ее реализация. При этом особое значение придавалось выбору технико-технологических решений, в наибольшей степени учитывающих специфические природно-климатические условия осваиваемого региона и жизни коренных народов Ямала. В частности, первый наш проект комплексного освоения углеводородных ресурсов полуострова Ямал, выпущенный в 1989 г., уже содержал четыре тома, касающихся воздействия нашего проекта на природно-климатические условия и экологию в целом осваиваемого региона.

В 1989 г. Программа попала на экспертизу, все ее разделы были достаточно хорошо восприняты, возникли сложности, связанные в основном с экологией. Это уже был период пробуждения, так сказать, национального самосознания, это уже было связано не только с Ямалом. По всей стране стали появляться «движения против...» и т.д. Появилось новое поколение политиков, готовое сделать себе имя на чем угодно. И Ямала это коснулось в большей степени, хотя я должен сказать, что по отношению к Ямалу это все было разумно и осознанно. Разумно и осознанно в том плане, что мы действительно в годы советской власти проблемам, связанным с экологией, не придавали должного значения. Были примитивные решения по охране природы, были какие-то ограничения по выбросам, рассеиванию. Ряд вопросов решался наивно, например простой прокладкой трубопровода на опорах.

Достаточно вспомнить пример, когда при освоении Оренбургского месторождения появилась идея построить так называемый «энергетический» газопровод для подачи не очищенного от вредных примесей газа по специальной трубе на Заинскую тепловую электростанцию и там сжигать! И все это огромное количество серы должно было рассеяться в воздухе. Можете себе представить, во что бы превратилась через год-два здесь местность? Слава Богу, не получилось.

Поэтому к Ямалу мы отнеслись, видит Бог, по крайней мере, честно. Делали, что могли. Я когда начинал, то не предполагал, какой диапазон исследований надо было сделать. Если поднять наши программы и отчеты, там есть даже работы по акушерству. Ну, казалось бы, причем здесь эти проблемы? Но, оказывается, они имеют свою специфику, привязанную к этим условиям и связанную с защитой местного населения. Иммунная система людей, живущих в этих регионах и кочующих, очень слаба, и массовый контакт этих людей с пришельцами из центральных районов, естественно, приносил огромное количество болезней, как это было на островах Новой Гвинеи, в Америке и других местах.

Встали перед нами и вопросы, связанные с алкоголизмом. Интереснейший факт!

Империя Александра Македонского никогда не выходила за рамки зоны виноделия, северная граница проходила там, где еще виноград рос. Он считал, что земли, где не растет виноград, могут представлять опасность для его армии. Это имеет прямое отношение к иммунной системе у народов, которые проживают в зоне виноделия. У них иммунная система к алкоголю приспособлена существенно лучше. И это не только культура потребления, просто организм по-иному устроен. А им, местным жителям Ямала и Крайнего Севера, хватит один-другой раз выпить, и все, это уже алкоголик. И все эти вещи надо было учитывать.

В отдельные периоды работы над Программой, особенно в 1991–1992 гг., у нас на подряде находилось до 125 организаций. Привлекалась и корпоративная наука, и ученые из различных вузов. Например, гидрологов мы привлекли из Московского университета: там оказалась очень сильная группа специалистов, которые в том числе и в экспедиции на Ямал ездили по своим делам еще в годы советской власти. Как правило, мы ориентировались на головные институты отрасли, и они уже привлекали специалистов из своей системы. Я никогда не пытался делать из себя всезнайку. И вся задача заключалась в том, чтобы наладить контакт со своими визави, допустим, в головном институте Госстроя, головном институте экологии растений и животных и так далее.

Такая масштабность привлечения научных сил объяснялась двумя вещами. Первое, мы были еще в экологическом отношении безграмотны, социально не подготовлены, приоритеты нам еще не были очевидны, хотя уже настало новое время, появилось у людей новое восприятие к любому проекту, особенно масштабному: «Я здесь живу, а ты, если хочешь здесь что-то строить, объясни мне, получи мое благословение». И второе: очень сложные, отличающиеся от всего ранее нами пройденного, природно-климатические условия, прежде всего по устойчивости земной поверхности, температуре, засоленности грунтов и так далее.

Вот эти два обстоятельства выдвинули на первый план проблему экологии. Благо, к тому времени до понимания масштабности проблем выросло и осознание высшего руководства. Тот же Р.И. Вяхирев, когда увидел снимки следов деятельности первопроходцев, все работы на полуострове немедленно остановил и велел изучить вопрос более углубленно. Он регулярно бывал на Ямале, это был производственник, прошедший школу Оренбурга вместе с В.С. Черномырдиным. Кстати, в годы всеобщего развала, когда Ямал отодвинули с освоением, Вяхирев не закрыл финансирование Ямальского проекта. Честь и хвала, низкий поклон ему за это!

На эту программу у меня было право привлекать в той или иной степени всех, кто был нужен, фактически примерно от трети до половины института так или иначе были задействованы на разных этапах работы над Программой. Это были огромные силы. Но каждодневно ямальскими делами занималось 2–3 лаборатории и прежде всего «лаборатория Ямальских месторождений». Еще одна лаборатория называлась «Новые методы транспорта газа» – у меня был коллектив, который занимался всякой экзотикой.

Эта лаборатория стала «отделом специальных технологий». У нас был и отдел экологии, я привлекал всех наиболее сильных специалистов. Еще раз повторяю, что я не дул щеки в тех вопросах, в которых не разбирался, профессионально не был подготовлен и смело искал людей более компетентных.

В те годы все определялось тем, насколько реальным становилось освоение. Оно попадало в планы министерства, потом концерна, потом акционерного общества «Газпром» в зависимости от объема финансирования. Это шло волной: 1977 г., потом был 1986 г., потом были 1989–1992 гг., 1993 г., потом – затишье, потом – 2001–2003 гг.

Поэтому у нас была возможность этот проект как бы «вылизать» в части подготовки предложения. Правда, проект сталкивался и с большими сложностями. Часто разработчики не соглашались с техническими решениями, которые одобрял «Газпром». Так было, например, с вопросом технологии подготовки газа на Бованенковском месторождении. Мы предложили на Ямале впервые использовать трубы с внутренним покрытием. Нам удалось в свое время во ВНИИГАЗе с участием Опытного завода построить совершенно уникальный полигон на газопроводе Саратов – Москва, где мы имели два абсолютно идентичных газопровода, один – с покрытием, другой – без покрытия. И мы убедились, что внутренне покрытие обладает огромным эффектом, который зависит от диаметра трубопровода. Для труб большого диаметра можно было увеличить пропускную способность еще примерно на 8–10 %, а это очень большая величина, когда технология уже достигла предела своего совершенства, все «вылизано». Но это решение исключает возможность поступления жидкости в трубу, иначе все шло бы насмарку. Для исключения этого нужно было еще добавить 1–2 % финансовых средств, и выгода была бы неизмеримо большей. Но наше предложение посчитали «дорогим» и отказались от него...

Какие еще интересные моменты, связанные с месторождениями полуострова, происходили вот за это время? Интересным был период налаживания взаимодействий с местной властью. Мне в этом плане повезло, у меня как-то с местной властью, прежде всего с губернатором, вице-губернатором, с первого дня складывались хорошие, нормальные отношения. Я видел в этих людях заинтересованность, и они понимали, что мы пытаемся делать хорошие проекты. И просто были встречи с местным населением. Я признаюсь, всегда всецело был на их стороне. Ведь на Ямале всего 6000 человек так называемого коренного населения, всего 6000 человек! Много ли им нужно? С одной стороны, много. Но ведь это совершенно уникальный уклад жизни. На Ямале – 10 месяцев зима. Зимние температуры – минус 35–40 °С, ветер, метели, все удобства на открытом воздухе, дрова с собой приходится возить и т.д. Это совершенно удивительный народ, живущий в таких кочевых условиях. Нужно очень тщательно подумать о его судьбе, чтобы этот этнос сохранился.

В начале 1990-х гг. вдруг возникла идея привлечь американцев с их технологиями к разработке нижних горизонтов газоконденсата на Бованенково и разработке нефтяного месторождения Новый Порт. Так на Ямале появилась американская нефтяная компания «Амоко» (American oil company). Наш институт делал так называемое технико-экономическое обоснование по разработке этих месторождений, для оценки экономической эффективности. Это был наш первый опыт взаимоотношений в рамках одного проекта с партнерами-иностранцами. Здесь сложилась очень интересная ситуация. К этому периоду уже многое по Ямалу было наработано. И вот нашлись люди, которые от меня потребовали раскрыть всю документацию и отдать американцам, прежде всего результаты всех исследований и т.д. А я уже имел определенный опыт контакта с иностранными компаниями по Сахалину, в 1981 г. по работе в подготовке контракта «газ – трубы». Хотя у нас понятия «интеллектуальная собственность» еще не было. И я сказал: «Я передать просто так не могу, давайте

договоримся: определенный объем работ выполняет наш институт в рамках этого проекта, и пусть американцы платят и за это, и за старые материалы, и за новые материалы». Те давили, выкручивали руки, насмерть стояли. Потом они нас возили на всякие семинары, встречались мы в Голландии, встречались в Штатах. Ну, неопытные наши ребята, что называется, «поплыли», я по-прежнему стоял на своем. Потом, наконец, собрались в Надыме и договорились, что вместе разрабатываем это технико-экономическое обоснование. Я запросил для института сумму, примерно 70–80 % от того, что стоит такая работа у них. Поначалу они отказались. Ну, и разошлись. Я ушел, решил, что завтра «выбываю из игры», хотя было жалко, мне очень хотелось поработать.

Наутро иду завтракать, ко мне подходит вице-президент этой компании, говорит: «Господин Одишария, давайте после завтрака встретимся, мне думается, что у меня есть предложение, которое должно обе стороны устроить». «Буду рад». Встретились, нашли компромисс. Начали работать, мы им показали наши материалы, они нам – свои. Поскольку мы хотели использовать их технику, когда они показали раздел бурения, я подключил наших буровиков. И наши буровики их «расчехвостили», это была не попытка свести счеты, просто американцы не знали наших нюансов, особенностей и т.д., разрез плохо себе представляли, температурный режим и прочее. Через два месяца мы – к американцам с докладом и были удивлены, что многие вещи, хорошо нами поняты, были им в диковинку. К третьему месяцу они очень уважительно к нам стали относиться, увидели силу наших разработчиков, буровиков, транспортников, технологов. И работали мы великолепно. Сделали работу – проект освоения нижних горизонтов Бованенковского месторождения и месторождений нефтяного Новый Порт. Хороший такой совместный труд, свидетельствующий о высокой эффективности правильно выстроенной работы.

Эта история завершилась так, потому что в те годы в российском законодательстве еще четко так не указывалось, что лицензию на разработку иностранным компаниям давать не будут, а к концу нашей работы, где-то месяца через три после начала, вышел правительственный указ, исключающий возможность предоставления лицензии иностранным компаниям на разработку российских месторождений. Таким образом тема в этой части была закрыта. Но американцы в накладе не остались. Капитализация их компании за этот период, имею в виду так и не состоявшиеся перспективы, возросла резко, многократно. Нам это и в голову не приходило.

Я иногда задумываюсь, а как Ямал будет выглядеть, когда газ будет выкачан? Эдак, лет через 30? Сумеем ли мы его вернуть коренным жителям в первоначальном виде? Конечно, везде, куда ступит нога человека, он привнесит туда изменения. Речь идет о том, будут ли эти изменения необратимыми. То есть мы решали такую задачу: наше вторжение в эту среду, называйте, как угодно, наш выход в эту среду, безусловно, является с точки зрения экологии отрицательным фактом. Он наносит ущерб первоначальной природе. Но важно – можно ли это локализовать и можно ли это сделать обратимым.

Определенная часть земель, безусловно, уйдет из сельскохозяйственного использования. Но, во-первых, это небольшой процент (1–2 %). Второе, мы можем вести освоение так, чтобы не «напакастить» в других местах и не подвергать сомнению возможность ведения традиционных форм жизнедеятельности коренного населения. Им сохраняются и возможность, и сфера деятельности, где они могут делать, что считают нужным. Вопросы очень простые: работа только в зимний период, есть определенные методы размещения объектов, все низинные территории – самые устойчивые, все возвышенные – самые подверженные влиянию человека. Низинные, потому что это

отложения, это значит – им некуда сползать, там больше земли, там больше грунта. Поэтому мы все коммуникации по пойменной части прокладывали. Далее работа только в зимний период, а в летний надо готовить место для работы зимой. Что значит готовить место? Отсыпные площадки, грунты, в принципе, найдены способы. Я считаю очень удачными использование землечерпалочной техники и намыв грунтов со дна озер на Ямале. И это лучше, чем карьерный способ, потому что карьерный делается сложнее, но и то, и другое можно делать. Можно и прибрежную зону губы использовать, где есть грунты. Насыпал площадку – пожалуйста, можешь там вести круглый год работы, но в пределах этой площадки. Технике сползать с отсыпанных дорог нельзя. А остальные все методы – присущие северному строительству. Ну, и взаимодействие с местным народом, конечно. Надо ему всемерно помогать.

История Дальневосточного комплексного научно-исследовательского отдела ВНИИГАЗа

Г.Г. Гершанович



Гарольд Горациевич Гершанович, горный инженер, к.т.н., бывший начальник ДВКНИО ВНИИГАЗа, выпускник МНИ им. И.М. Губкина (1957 г.)

Начало этой истории относится к тому времени, когда у руководства Мингазпрома созрело решение по-настоящему взяться за освоение углеводородных ресурсов и второго, после Западной Сибири, перспективного региона страны – Восточной Сибири. А для меня она началась так.

Где-то в самом начале июня 1988 г., когда я был у первого заместителя министра газовой промышленности СССР Рема Ивановича Вяхирева, он в конце нашего разговора неожиданно спросил: «А что, Гарольд, не надоело тебе работать в экспертизе проектов? – и продолжил. – Мне кажется, что ты давно ее перерос (я, действительно, уже почти восемь лет работал заместителем начальника Управления экспертизы проектов и смет – Авт.), прошло пять лет, как ты успешно защитился (он давал отзыв на мою кандидатскую диссертацию и хорошо ее знал – Авт.), и тебе пора серьезно заняться наукой. И не только. Учитывая также твой опыт и организаторские способности, мы с

Виктором Степановичем Черномырдиным хотим предложить тебе поработать в Якутии, прежде всего в качестве полномочного представителя Мингазпрома по руководству организацией научно-технической помощи в освоении углеводородных ресурсов Якутии. Для обустройства и разработки газовых месторождений там создано производственное объединение «Якутгазпром». С целью научного обеспечения работ в перспективе планируется организовать в Якутске филиал ВНИИГАЗа, а для начала можно для тебя создать там комплексный научно-исследовательский отдел. Поезжай туда, осмотришь. Если освоишься, понравится – возглавишь будущий филиал, а нет – через три-четыре года вернешься, подобрав себе приемника. Первоочередная твоя задача – решить вопрос освоения недавно открытых нефтяных месторождений. Местные работники уже несколько лет над этим бьются, но безрезультатно. Нужен научный подход, а они – практики. Подумай над нашим предложением, но с ответом не затягивай». Этот разговор стал для меня судьбоносным.

Сознавая важность поручения и меру ответственности за его выполнение, я не сразу принял окончательное решение. Прежде всего следовало проанализировать результаты своей работы в газовой отрасли за прошедшие 26 лет. В первой половине этого периода, работая в дружной команде М.В. Сидоренко, участь в заочной аспирантуре, постоянно контактируя с учеными и ведущими специалистами отрасли, принимал активное участие в создании и совершенствовании технологии эксплуатации первых подземных газохранилищ в водоносных пластах. Последние 13 лет – работа в центральном аппарате Мингазпрома, в Управлении экспертизы проектов и смет. Руководя направлением экспертизы проектов по стройкам в Западной Сибири, я детально изучал опыт

освоения природных ресурсов этого региона. Особенно показателен период 1981–1985 гг., когда находившаяся на подъеме газовая отрасль демонстрировала стремительные темпы своего роста. И именно в начале этого периода в аппарате Мингазпрома появился В.С. Черномырдин, назначенный сразу на две должности – заместителя министра и начальника ВПО «Тюменьгазпром». Он стал руководить громадной стройкой, в которую превратилась вся Западная Сибирь. Объем проектной документации, поступавший на экспертизу, резко возрос, и возникла ситуация, когда своевременное обеспечение многочисленных строек финансированием стало невозможным: по существовавшему положению стройка включалась в план финансирования только после рассмотрения экспертизой проекта и его утверждения. Требовалось в одночасье увеличить численность наших экспертов в десятки раз. Нужно было видеть, в каком возбуждении был Виктор Степанович, когда, вызвав меня, стал кричать: «Гарольд, что ты с нами делаешь, режешь без ножа, не даешь начать стройки!» Я стоял перед ним, пытаюсь что-то ответить. «Ты мне зубы не заговаривай, – продолжал он, – придумай что-нибудь, а все проекты должны быть рассмотрены и представлены мне на утверждение через три дня!» «Это невозможно, но есть соображения, как попытаться выйти из такого положения», – ответил я. И, зная способности В.С. Черномырдина убеждать руководство Госплана и Госстроя СССР, посоветовал ему попробовать получить от них разрешение на временное отступление от порядка открытия финансирования стройки. В.С. Черномырдин отлично справился со своей задачей, и финансирование по всем стройкам было открыто своевременно.

Совместная работа и общение с В.С. Черномырдиным в течение почти четырех лет стали для меня большой школой, и работать с ним было трудно, но интересно и поучительно.

Предлагая работу в Якутии, оба руководителя Мингазпрома оказали мне большое доверие потому, что хорошо знали и верили в меня. И это доверие я должен был оправдать. В том, что в любой момент можно рассчитывать и на их помощь, я не сомневался.

Меня также радовала и придавала уверенности перспектива оказаться в коллективе ВНИИГАЗа, с сотрудниками которого сразу после перехода на работу в газовую отрасль у меня установились и постоянно поддерживались творческие контакты.

И, наконец, сделанное мне предложение давало возможность осуществить мечту моей молодости – став опытным специалистом, вернуться в милую моему сердцу Якутию, чтобы быть полезным для якутян. Тогда мне было уже 55 лет. Настал момент, когда следовало принять важное решение – или сейчас, или никогда, поскольку больше такой возможности уже не будет. Я принял окончательное решение и сообщил Рему Ивановичу Вяхиреву о своем согласии. «А мы в тебе и не сомневались, были уверены, что примешь правильное решение», – сказал он. Затем попросил меня, как можно скорее приступить к работе полномочным представителем Мингазпрома по руководству организацией научно-технической помощи при освоении углеводородных ресурсов Якутии, причем с прямым подчинением руководству Мингазпрома и отчетностью перед ним. «Необходимые документы с указанием твоих полномочий будут направлены Обкому КПСС и Правительству Якутской АССР завтра», – заверил Р.И. Вяхирев. Он также сказал, что даст указание директору ВНИИГАЗа А.И. Гриценко обеспечить финансирование моих командировок и помочь в организации Дальневосточного комплексного научно-исследовательского отдела (ДВКНИО) ВНИИГАЗа с местонахождением его в Якутске.

Решив все организационные вопросы в аппарате Мингазпрома, я поехал во ВНИИГАЗ с горячим желанием скорее приступить к новой работе. Александр Иванович Гриценко был у себя. Он сразу принял меня и пригласил своего первого заместителя Владимира Иосифовича Мурина. На совещании мы обменялись соображениями по созданию отдела в Якутске и условились, что вернемся к этому вопросу после ознакомления с ситуацией на месте. Договорились, что по всем вопросам в институте моим куратором будет В.И. Мурин. Он проводил меня в бухгалтерию, где мне выдали денежный аванс.

На следующий же день я вылетел в Якутск вечерним рейсом, чтобы утром следующего дня быть там. Полетное время – 6 часов, вполне достаточно, чтобы немного вздремнуть, но сделать это не получилось: мной овладела воспоминания далекой молодости, когда я, будучи студентом, в преддипломную практику пять месяцев работал в геологической экспедиции на севере Якутии. В конце полевого сезона вся наша партия чуть не погибла при таежном пожаре. Тогда я впервые испытал опасность профессии геолога. Но, окончив институт, еще несколько сезонов продолжал работать геологом в северных районах Восточной Сибири.

В Якутске самолет приземлился в 8 часов утра по местному времени. За мной прислали единственный газик лаборатории ВНИИГАЗа, которая должна была войти в состав ДВКНИО. Начальник лаборатории Юрий Илларионович Яковлев познакомил меня с коллективом: со старшим научным сотрудником Н. Жильцовым, инженерами В. Пименовой и Л. Гедрецовою, Борисом Ивановичем (фамилию забыл) предпенсионного возраста, исполнявшим роль завхоза, его женой Людмилой (лаборанткой), бухгалтером А. Уральцевым и водителем автомашины Николаем. Лаборатория размещалась в небольшом убогом двухэтажном строении из шлакоблоков. На первом этаже был кабинет начальника и две маленькие лабораторные комнатки. На втором этаже, куда вела наружная металлическая лестница, находились две рабочие комнаты сотрудников. Перед моим приездом Ю.И. Яковлев освободил для меня свой кабинет, а сам перебрался на второй этаж. Остаток первого рабочего дня я провел, беседуя с Яковлевым, рассказавшим, что в задачу его лаборатории входит прежде всего анализ разработки газовых месторождений объединением «Якутгазпром». Кроме того, значительный объем работ выполняется по договору с трестом «Ленанефтегазгеология» Мингео СССР по проведению промысловых и лабораторных исследований, необходимых для обоснования параметров при подсчете запасов газового конденсата и содержащихся в пластовых газах компонентов, а также составлению соответствующих разделов в отчетах практически по всем газоконденсатным месторождениям Якутии.

На следующий день мы с Яковлевым поехали в трест «Ленанефтегазгеология». Именно с местными геологами мне предстояло тесно сотрудничать. Я познакомился с главным геологом треста Валерием Евгеньевичем Бакиным, который произвел на меня очень приятное впечатление. Коммуникабельный, сразу располагающий к себе собеседника – словом, настоящий геолог. А когда он узнал, что я – тоже геолог, между нами при первом же знакомстве возникли дружеские отношения, ставшие основой очень плодотворного сотрудничества. Я откровенно поделился с Бакиным, что моя первоочередная задача – решение проблемы освоения открытых в Якутии нефтегазовых месторождений, для чего мне необходимо детально изучить их особенности по геологическим материалам. «Все фондовые материалы нашего треста и я лично – в Вашем распоряжении», – заверил Бакин. Я в этом и не сомневался: геолог всегда поможет геологу – таков наш братский геологический закон. Он как человек, имевший прямое отношение к руководству разведкой и открытию месторож-

дений, не мог не изъявить желания сотрудничать с нами. Третий день моего пребывания в Якутске был посвящен визитам в Обком КПСС и Правительство Якутской автономной республики. После беседы с секретарем Обкома, курировавшим топливно-энергетический комплекс республики, я понял, что какой-то помощи от него вряд ли стоит ожидать: в его понимании основной моей задачей как уполномоченного представителя Мингазпрома является способствовать выделению для Якутии как можно большей финансовой помощи. Когда же я напомнил ему, что Мингазпром уже вложил и продолжает вкладывать в развитие экономики Якутии большие средства, он возразил, что они совершенно не достаточны. Обсуждать же со мной вопросы освоения углеводородных ресурсов он просто отказался. Зато визит в якутское Правительство был удачным: меня принял первый заместитель Председателя Правительства Александр Михайлович Зотеев. Он долгое время руководил геологоразведочными работами и также был геологом, и этим все сказано. Вот он мне очень здорово помогал, постоянно поддерживая мои инициативы на многочисленных совещаниях и неизменно выполняя мои просьбы.

Первое время, находясь в Якутске, я детально изучал геологические материалы газонефтяных месторождений Якутии. В отличие от месторождений в других районах страны они характеризуются аномально низкими пластовыми температурами и давлениями (давления совсем немного превышают давления насыщения нефти газом). В чем причина такой уникальности? Частично на этот вопрос мне удалось ответить, когда я вспомнил о еще одном уникальном явлении, присущем Якутии: на ее территории повсеместно распространена вечная мерзлота (правильнее ее называть многолетней). А нет ли генетической связи одного с другим? Мне приходилось слышать о гипотезе образования многолетнемерзлых пород. В ней источником холода является дроссель-эффект при движении природного газа, медленно проникающего вверх через почти непроницаемые породы.

В случае, когда газонефтяная залежь находится в толще многолетнемерзлых пород, факт аномально низкой температуры объясняется. А факт аномально низких давлений в залежи можно объяснить тем, что из ее газовой шапки происходит утечка газа. Залежь находится в стадии медленного разрушения: когда давление в ней станет ниже давления насыщения, растворенный в нефти газ выйдет из нее, и она станет такой вязкой, что извлечь ее будет невозможно.

В этой связи мое внимание привлекло распоряжение Совета министров СССР от 19 марта 1988 г. № 530-р, в котором сырьевой базой газоснабжения алмазодобывающего района Западной Якутии определено Средне-Ботуобинское газонефтяное месторождение, т.е. его газовая шапка. Но отбирать газ из нее нельзя: будет потеряна нефть этого месторождения! Кроме того, в газе газовых шапок газонефтяных месторождений Якутии в значительных количествах (4–6 %) содержится гелий, который как ценный компонент необходимо извлекать, а не сжигать как топливо. Для разработки технологий его извлечения и хранения также нужно время. Стало очевидным, что распоряжение № 530-р принималось наспех, была допущена грубая ошибка, но никто из местных специалистов ее не увидел, а, наоборот, все принялись дружно его исполнять: буровики приступили к бурению скважин для отбора газа, строители начали работы по прокладке промысловых и линейных газопроводов.

В создавшейся ситуации мне как полномочному представителю Мингазпрома необходимо было принимать срочные меры. Но сначала следовало оценить обстановку, а потом действовать. Естественно, отменить распоряжение

№ 530-р, как и остановить работы по его выполнению, я не мог. Но в моих силах было срочно подготовить необходимые материалы и, объяснив ошибочность принятых распоряжением № 530-р решений, предложить альтернативный вариант газоснабжения алмазного района, который можно реализовать в объемах и в сроки, определенные этим распоряжением. В альтернативном варианте подавать газ предлагалось из Средневилюйского газоконденсатного месторождения по магистральному газопроводу, который пройдет по центральной густонаселенной территории Якутии и позволит газифицировать расположенные там многочисленные поселки. Необходимые обосновывающие материалы я решил оформить в виде тезисов ТЭДа. И вот здесь мне пригодились опыт и знания, приобретенные в период работы в Управлении экспертизы проектов. Согласовав альтернативный вариант с якутским Правительством в лице А.М. Зотеева, я за четыре дня напряженной работы выполнил необходимые расчеты, написал тезисы и вылетел в Москву.

Сначала заехал во ВНИИГАЗ, чтобы услышать мнение ученых о результатах моего изучения геологических материалов по Якутии. Прежде всего зашел к геологам, знавшим этот район, В.И. Ермакову, В.Ф. Горбачеву и В.И. Старосельскому. На совещании были одобрены мои выводы и даны ценные для меня рекомендации. Затем увиделся с Петром Терентьевичем Шмыглей, с которым был знаком еще с 1983 г., когда он был директором института «ТюменНИИгипрогаз». Мне важно было услышать его мнение о тезисах ТЭДа. И то, что он их одобрил, еще больше придало мне уверенности в своей правоте. В тот же день я доложил их Р.И. Вяхиреву и В.И. Резуненко, а двумя днями позже нас принял Председатель Правительства СССР Николай Иванович Рыжков. После моего доклада он согласился с нашим предложением, заверив, что сразу даст указание остановить работы по реализации распоряжения № 530-р, а также поручит правительственным органам подготовить с нашим участием новое распоряжение, приняв за основу предложения Мингазпрома. Прощаясь, Н.И. Рыжков поблагодарил нас за проявленную инициативу и согласие участвовать в предстоящей работе по подготовке нового правительственного документа.

На встрече с Н.И. Рыжковым я доложил ему краткие тезисы ТЭДа, которые должны были стать основным обосновывающим документом для правительственной комиссии. Теперь же Мингазпрому необходимо было поработать и утвердить ТЭД как полноценный документ и направить его Правительству. Поэтому сразу после встречи с Н.И. Рыжковым состоялась коллегия Мингазпрома, и ее решением от 13.10.1988 № 27-62 ответственным за разработку ТЭДа и основным исполнителем был назначен наш ДВКНИО ВНИИГАЗа, соисполнителями – проектные организации институт «Союзгазпроект» и Новосибирский филиал института «ВНИПИГаздобыча».

Для выполнения этого задания мне опять пригодился опыт, приобретенный при работе в Управлении экспертизы проектов: я не только руководил работой проектировщиков, которые были мне знакомы, но одновременно экспертировал материалы ТЭДа с тем, чтобы потом рекомендовать его руководству Мингазпрома к утверждению. Я приложил также максимум усилий, чтобы в самые кратчайшие сроки был составлен не только ТЭД. Срочно нужно было сделать и рабочие проекты, после утверждения которых можно было сразу открыть финансирование по двум стройкам. Сложность выполнения работы заключалась в том, что мы, ее исполнители, находились в разных, значительно удаленных друг от друга местах (Якутск, Новосибирск, Донецк). Поэтому я принял решение выполнять работу по ТЭДу в два этапа. На первом этапе каждый исполнитель выполняет свою работу самостоятельно (консуль-

тируюсь со мной, если возникнут вопросы, по телефону). На втором этапе представители всех организаций со своими материалами собираются в Москве и окончательно редактируют и оформляют ТЭД как единый документ, который представляется на утверждение руководителю Мингазпрома.

Разделы ТЭДа между исполнителями были распределены мною так:

ДВКНИО ВНИИГАЗа – обоснование необходимости корректировки распоряжения Правительства от 19 марта 1988 г. № 530-р; выбор и характеристика альтернативного варианта газоснабжения Западной Якутии; геолого-промысловые характеристики, определяющие добывные возможности Средневилюйского месторождения; выбор объекта для создания ПХГ в районе города Мирный для обеспечения надежности газоснабжения потребителей этого района;

Новосибирский филиал «ВНИПИгаздобыча» – технические решения по обустройству расширения промысла Средневилюйского месторождения на объем годовой добычи газа в 1,0 млрд м³; определение сметной стоимости этого обустройства промысла;

Институт «Союзгазпроект» – технические решения по строительству магистрального газопровода Средневилюйское ГКМ – Мирненский промузел; определение сметной стоимости его сооружения.

В подготовке наших разделов ТЭДа кроме меня принимали участие Ю.И. Яковлев и Н.Н. Жильцов. Когда работа над материалами ТЭДа была близка к завершению, я вдруг осознал, что о моих тезисах ТЭДа знают лишь Н.И. Рыжков, Р.И. Вяхирев, В.И. Резуненко, П.Т. Шмыгля, А.М. Зотеев и члены коллегии Мингазпрома. Они просто поверили мне на слово, но этого было совершенно не достаточно. Для Правительственной комиссии необходимо иметь заключение авторитетных ученых и специалистов, утвержденное руководством Мингазпрома. И я стал срочно действовать, чтобы заручиться их поддержкой и согласием.

31 марта 1989 г. я докладывал о материалах ТЭДа на заседании Научно-технического совета ПО «Якутгазпром». На нем присутствовали главный инженер ПО В.Е. Болонов (Председатель), четыре заместителя генерального директора, главный геолог, все начальники отделов и цехов (всего 13 человек), ведущие ученые ДВКНИО ВНИИГАЗа и ПГО «Ленанефтегазгеология». НТС, отметив хорошее качество работы, ее одобрил и рекомендовал направить для дальнейшего рассмотрения в Мингазпром.

5 апреля 1989 г., прилетев в Москву, я доложил о материалах ТЭДа на расширенном заседании Ученого совета ВНИИГАЗа, где присутствовало 9 докторов и 23 кандидата наук. В подробном обсуждении доклада приняли участие 18 человек (в том числе 7 докторов наук).

Заручившись поддержкой двух авторитетных организаций Мингазпрома, я остался в Москве и вызвал представителей института «Союзгазпроект» и новосибирского филиала института «ВНИПИгаздобыча» для завершения работы над ТЭДом. Через несколько дней он был окончательно готов, и я сообщил об этом Р.И. Вяхиреву. 20 апреля 1989 г. он утвердил Протокол совещания Рабочей группы по рассмотрению ТЭДа по газоснабжению Западной Якутии на период до 2005 г. На совещании у В.И. Резуненко меня заслушали представители всех заинтересованных управлений и отделов аппарата Мингазпрома и ВНИИГАЗа. Совещание одобрило ТЭД и рекомендовало войти в Совет министров СССР с изложенными в нем конкретными предложениями по корректировке распоряжения Совета министров СССР от 19 марта 1988 г. № 530-р в части изменения сырьевой базы и транспорта газа при обеспечении

газоснабжения Западной Якутии. ТЭД с протоколом по его утверждению был сразу же направлен в Совет министров СССР.

В работе с Правительственной комиссией от Мингазпрома принимали участие в основном Николай Иванович Белый и я.

8 июня 1989 г. вышло новое распоряжение Совета министров СССР № ПП-13291 за подписью Б. Щербины. Оно было направлено в три адреса:

1. Мингазпрому СССР (т. Черномырдину);
2. Совету министров Якутской АССР (т. Маркину): «.. Прошу предусмотреть в проекте планов на 1990 г. и на тринадцатую пятилетку необходимые задания»;
3. Госплану СССР (т. Троицкому).

Наша инициатива по корректировке правительственного распоряжения увенчалась успехом, и первый год деятельности ДВКНИО ВНИИГАЗа в Якутии по праву можно было занести в свой актив. С хорошим рабочим настроем я вернулся в Якутск, чтобы наконец-то вплотную приступить к решению основной задачи – освоению газонефтяных месторождений Якутии. Но тут, сразу же, произошло непредсказуемое – у меня случился обширный инфаркт миокарда сердца.

Целый год врачи запрещали мне летать на самолете, и я был лишен возможности бывать по служебным делам в Москве. И когда в июне 1990 г. такая возможность появилась, я сразу полетел в Москву. Прямо из аэропорта поехал к Р.И. Вяхиреву, который приветливо меня встретил словами: «Давно же ты не появлялся. Садись, рассказывай, как здоровье, дела». Разговор получился подробный и откровенный. Сначала я рассказал о планах. «Задачей номер один остается освоение нефтяных месторождений. Вопрос детально изучен, причины неудач ясны. Это специфические особенности месторождений Якутии. Стандартные способы разработки нефтяных месторождений там не подходят. Нужны другие способы, которые мы ищем. Задумана большая работа по обеспечению Якутии собственным моторным топливом. Начнем с переработки конденсата на Средневилюйском ГКМ. По нашей инициативе и при одобрении Правительством Якутии планируем разработать Генеральную схему комплексного освоения углеводородных ресурсов Якутии в содружестве с учеными ЯО РАН и производственными организациями ПО «Якутгазпром» и ПГО «Ленанефтегазгеология». Вопрос привлечения в ДВКНИО специалистов нужного профиля решить пока не удастся: на месте их совсем нет, а пригласить невозможно из-за отсутствия жилья. Поэтому пока, – сказал я в заключение, – придется многие вопросы решать с помощью ученых, прежде всего ВНИИГАЗа и Академии нефти и газа им И.М. Губкина, а также на договорных началах с институтами нефтяной отрасли. Связи с ними уже налажены». Рем Иванович выслушал меня внимательно, затем сказал: «Я, в принципе, согласен со всем, о чем ты говоришь. С такими проблемами мы сталкиваемся везде, куда приходим впервые».

Из Мингазпрома я сразу поехал во ВНИИГАЗ, встретился с А.И. Гриценко, проинформировал его о разговоре с Р.И. Вяхиревым, рассказал и о работе в Якутии. Наша беседа завершалась, когда секретарь сообщила, что приема ждет Поташников. «Знаете его? – спросил меня А.И.Гриценко, – я думаю, что знакомство с ним будет для Вас полезно». Я тогда даже не предполагал, как мне повезло, что удалось случайно познакомиться с Владимиром Даниловичем Поташниковым. Он был президентом научно-производственной компании «Тобус», объединявшей специалистов высокой квалификации, разработавших оригинальную технологию и технику для бурения наклонно направленных горизонтальных скважин. К тому времени «Тобус» было пробурено уже десять

таких скважин в разных районах СССР: Краснодарском крае, Оренбургской области, Казахстане, Западной Сибири, и всюду – с отличными результатами. Я впервые от него узнал, что можно бурить такие скважины, и сразу понял, что это и есть то последнее, но важнейшее звено в решении проблемы освоения газонефтяных месторождений Якутии. Их главным отличием является очень малая мощность (8–12 м) насыщенного нефтью слоя. Над ним находится газовая, а под ним – водоносная зоны пласта. В этом случае интервал перфорации колонны скважины очень мал: всего 5–8 м. Требовалось найти новое техническое решение, позволяющее получать высокие дебиты нефти не за счет увеличения депрессии на пласт. И такое решение мною было найдено! Суть его заключалась в том, что для освоения и разработки газонефтяных месторождений Якутии, отличающихся специфическими особенностями, следует вместо вертикальных скважин (как это было повсеместно принято при разработке нефтяных и газовых месторождений) использовать наклонно направленные горизонтальные скважины. Длинный горизонтальный ствол, пройденный в нефтяном горизонте такой скважины, позволяет увеличить в нем зону дренирования в десятки раз и при мизерных депрессиях (исключающих возможность продвижения газа и воды) получать высокие дебиты нефти.

Расчеты показывали, что при длине горизонтального ствола скважины 100 м ее средние дебиты на месторождениях Якутии составят около 350 т/сут. Это подтвердилось значительно позднее, только в первом полугодии 1993 г., когда по нашим настоятельным рекомендациям компанией «Тобус» на Талаканском месторождении была пробурена первая в Восточной Сибири экспериментальная наклонно-горизонтальная скважина. Эта экспериментальная разведочная скважина № 179-76 со 100-метровым горизонтальным стволом при испытаниях длительный срок устойчиво работала с суточным дебитом в 400 т нефти. Результаты испытаний этой скважины стали заключительным аккордом настоящего ПРОРЫВА в решении проблемы освоения газонефтяных месторождений Якутии.

В отдельных скважинах, ранее пробуренных компанией «Тобус», длина горизонтального ствола достигала 600 м. Поэтому получение рабочего суточного дебита в 1000 и более тонн нефти было вполне реальным. Нами рекомендовалось использовать наклонно-горизонтальные скважины с кустовым расположением (по 4 скважины в кусте). Тогда за счет сокращения числа скважин (и, соответственно, промысловых шлейфов и дорог) затраты уменьшались во много раз при существенной экономии времени разбуривания месторождения.

С самого начала нашего появления в Якутске мы столкнулись с противодействием со стороны консервативно настроенных, отвергавших все новое и прогрессивное кругов в среде как производственников, так и ученых. Поэтому, работая в Якутске, я активно выступал с идеями и предложениями по освоению и рациональному использованию углеводородных ресурсов Якутии, даже на страницах республиканской газеты «Советская Якутия» (позже – «Якутия»). В результате стало быстро умножаться число наших сторонников. Из них, в частности, постепенно сложилось творческое содружество, где нас объединял научный подход при решении важных для республики проблем. В него входили: видные ученые СО РАН – директор института неметаллических материалов, д.т.н., профессор И. Черский, заместитель директора института геологических наук, д.г.-м.н. А. Сафронов; генеральный директор ПО «Якутгазпром» Ю.А. Дементьев; главный геолог треста «Ленанефтегазгеология», к.г.-м.н. В.Е. Бакин; главный геолог ГПП «Якутскгеофизика», к.г.-м.н. В. Матвеев, а также члены якутского Правительства – первый заместитель Председателя А.М. Зотеев и министр энергетики и топливной промышленности М.А. Брук.

Состояние дел требовало новых подходов к развитию всего нефтегазового комплекса Якутии. На заседании якутского Правительства мы предложили начать с разработки на качественно новом, научно обоснованном уровне Генеральной схемы его развития на долгосрочную перспективу, в которой должны быть указаны пути решения следующих задач. Во-первых, уточнение стратегии поисков и разведки новых месторождений нефти и газа для планомерного наращивания сырьевой базы. Во-вторых, определение рациональных технологий их разработки с использованием новых методов и оборудования. В-третьих, решение вопросов глубокой переработки нефти, газа и газового конденсата с целью получения моторных топлив и широкой гаммы полимерных материалов. В-четвертых, реализация социальной и экологической программ. Этот программный документ, в котором всесторонне и сбалансированно будут учтены потребности республики и намечены оптимальные пути их удовлетворения, должен был стать для ее Правительства основой планирования работ по развитию нефтегазового комплекса. Казалось бы, все складывалось удачно для дальнейшей реализации намеченных «Газпромом» планов. Однако в ход событий вмешалась политика, которая стала препятствовать и в конечном итоге прервала осуществление этих планов.

Вслед известному «параду суверенитетов союзных республик», проходившему в СССР в 1990 г., этот процесс перекинулся и на автономные республики России. Вышел указ якутского президента о том, что все объекты, расположенные на территории суверенной Республики Саха (Якутия), объявляются ее собственностью (в том числе и принадлежащие «Газпрому») и будут подчинены только якутским властям. Сразу же последовало ответное решение «Газпрома» о снятии с себя всех существовавших тогда обязательств по финансированию содержания и дальнейшему развитию газовой и нефтяной отраслей на территории Якутии. Республика Саха (Якутия) лишилась главного источника финансирования на свое развитие.

В числе предприятий «Газпрома», перешедших под юрисдикцию властей Якутии, было и ПО «Якутгазпром». Его генеральный директор Ю.Л. Дементьев, который всегда помогал и поддерживал нас, сразу оставил свой пост и уехал в Москву. В это время Р.И. Вяхирев позвонил мне и спросил: «Гарольд, как ты решил поступить в сложившейся ситуации? Я считаю, что основные свои задачи ты успел выполнить и можешь вернуться на работу в аппарате «Газпрома», но последнее слово за тобой. Подумай и позвони». Рем Иванович очень серьезно меня озадачил. Я никак не мог прийти к окончательному решению и тянул, тянул с ответом целых пять месяцев! А Рем Иванович поступал очень деликатно: меня не торопил, а, несмотря ни на что, продолжал финансировать наш ДВКНИО ВНИИГАЗа, который все это время был единственным представителем «Газпрома» в Республике Саха (Якутия), оставаясь в подчинении только ему. Надо сказать, что доверие, внимание и постоянная помощь руководства «Газпрома» всегда придавали нам силы и вселяли уверенность в успех дела.

ДВКНИО ВНИИГАЗа просуществовал всего четыре года (с 13.06.1988 по 14.06.1992). Его появление и деятельность были уникальными, единственными в своем роде в истории ВНИИГАЗа. За столь короткий срок в сложной обстановке была проделана колоссальная работа, результаты которой трудно даже оценить. Это не только корректировка распоряжения Совета министров СССР от 19 марта 1988 г. № 530-р, предотвратившая громадные потери нефти и гелия и позволявшая газифицировать многочисленные жилые поселки в центральных районах Якутии. И не только решение проблемы освоения уникальных газонефтяных месторождений, которую до этого не удавалось решить в течение более семи лет. И не только разработка впер-

вые на научной основе Генеральной схемы освоения углеводородных ресурсов Якутии – важнейшего документа для Правительства республики.

Заслуживает внимания организация работы ДВКНИО по обеспечению выполнения намеченных «Газпромом» задач. Когда на месте сразу же выяснилась абсолютная невозможность укомплектовать отдел нужными специалистами, встал вопрос об использовании новых, необычных методов его работы. В первую очередь я мог рассчитывать на помощь ученых ВНИИГАЗа, с которыми у меня сложились многолетние творческие связи. Тематика и методы работы этого головного отраслевого института как нельзя лучше подходили мне. Я в любой момент мог не только обратиться за консультациями, но и давать (с согласия руководства) задания по подготовке материалов и выполнению отдельных научных разработок. И мои друзья (а в их числе были, прежде всего, С.Н. Бузинов, Г.И. Солдаткин, Ю.М. Фриман, В.И. Старосельский, Е.В. Захаров и др.) никогда меня не подводили. Ценные советы я всегда получал от П.Т. Шмыгли и В.И. Мурина. Эффективная и дружная работа с учеными ВНИИГАЗа вынуждала меня часто вылетать в Москву (в командировках меня не ограничивали).

Вместе с тем, к работе ДВКНИО удалось привлечь и местных (якутских) специалистов и ученых. Их было мало, но роль, которую они сыграли, имела большое общественно-политическое значение: их участие привлекло внимание широкой местной общественности и разбудило в ней интерес к важности для Якутии решения комплексной проблемы освоения ее углеводородных ресурсов. А инициатором, способным профинансировать ее осуществление, выступил «Газпром». Осознание широкой общественностью роли «Газпрома» вызвало многочисленные выступления ее здоровых сил с требованиями восстановления нормальных отношений с Компанией и недопущения выхода Республики Саха (Якутия) из состава России. По мнению представителей этих сил, активные действия общественности повлияли на решение большинства избирателей на очередных выборах президента Якутии. При новом президенте все стало на свои места: отношения с «Газпромом» нормализовались. С наступлением этих перемен научно-техническое наследие, оставленное ДВКНИО ВНИИГАЗа, было по достоинству оценено в Якутии. Началось и продолжается поныне его внедрение и использование в народном хозяйстве республики. Так, добыча нефти в небольших объемах (300 тыс. т/год) началась уже в 1996 г. на Талаканском, Иреляхском и Среднеботуобинском месторождениях, и на всех – с применением только наклонно направленных горизонтальных скважин. В 2011 г. уровень годовой добычи нефти в республике достиг 6 млн т.

Список использованной литературы

1. Гершанович Г.Г. Эпизоды жизненного пути / Г.Г. Гершанович. – М.: Буки Веди, 2015. – Ч. 3. – 605 с.
2. Гершанович Г.Г. Углеводородные ресурсы Якутии: стратегия освоения / Г.Г. Гершанович // Газета «Якутия». – 26 марта, 1992.
3. Гершанович Г.Г. С таким подходом не видать и синицы / Г.Г. Гершанович // Газета «Якутия». – 17 апреля, 1992.
4. Зотеев А.М. Якутия. Нефть и газ: от поисков до добычи / А.М. Зотеев. – М.: Де-По, 2012. – 492 с.

Моя жизнь геолога-геофизика в газовой промышленности¹ (газовая промышленность – моя судьба)

Н.Г. Куликова

Моим дорогим коллегам, всем замечательным людям, что встретились мне на моем жизненном пути, с благодарностью посвящаю эти строки.

ВНИИГАЗу – 60 лет (1948–2008 гг.). Откликаясь на пожелания организаторов этого замечательного юбилея, я решила: мне есть, что вспомнить о том, как мы, работники науки, жили и работали в то нелегкое, но замечательное время, ведь абсолютно вся моя трудовая жизнь, включая годы учебы, была связана с нефтегазовой промышленностью и ВНИИГАЗом.

Судьбе было угодно, чтобы именно в год основания ВНИИГАЗа (1948 г.) совсем юной девчонкой, окончив седьмой класс, я поступила учиться в Уфимский нефтяной геологоразведочный техникум. Уже тогда в мою жизнь вошли такие «высокие материи», как сейсмика, гравика, электроразведка и т.п. Это казалось мне очень значительным, вселяло надежду на востребованность в будущем. Усиленно занималась лыжным спортом («геолог должен быть сильным!»). Так старалась, что не заметила, как окончила техникум с отличием, и педагоги, пригласив меня на педсовет, благословили продолжать учебу непременно в Москве («в большом городе и стены учат!»).

И вот я, студентка МИНХ и ГП им. И.М. Губкина, принята без экзаменов (ура!) на геологоразведочный факультет. Грызу гранит науки дальше. Моя же «востребованность» не заставила себя долго ждать. На втором курсе получила известие о смерти отца (мама погибла еще раньше). Остался брат семиклассник. Как быть? Бросить институт, взять брата и ехать работать? Ребята однокурсники сказали: «Привози парня в общежитие, будем помогать воспитывать», и пошли хлопотать в деканат, чтобы мне дали отдельную комнату. У них это получилось. Огромное вам спасибо, дорогие, и низкий поклон за поддержку. Спасибо и руководству факультета за проявленную чуткость. Вместе с тем это и пример того, как в период послевоенной безотцовщины решались некоторые социальные проблемы.

Так мы и учились, брат – в школе в 8–10 классах, а я – на 3–5 курсах института, сочетая учебу с работой на кафедре промысловой геофизики, куда меня охотно брали, учитывая техникум за плечами. На кафедре я занималась подготовкой образцов пород к изучению их физических свойств. Летом, пристраивая брата то в пионерлагерь, то с собой, работала в экспедициях, которые засчитывалась мне как практика. Побывала на Кавказе, в Туве, Красноярском крае. Это было хорошей прелюдией к будущей трудовой деятельности.

Институт успешно окончен, и я снова в Башкирии, в Волго-Уральском филиале ВНИИГеофизики, г. Октябрьский.

¹ Н.Г. Куликова, к.г.-м.н., работала во ВНИИГАЗе старшим научным сотрудником. Этот материал готовился к 60-летию ВНИИГАЗа (2008 г.), но по разным причинам не был опубликован, и вот, в год 70-летия института решено его напечатать без изменения, в авторской редакции Нинели Гавриловны Куликовой (прим. Редакционной коллегии).

Основным объектом исследований института было Туймазинское нефтяное месторождение, вступившее в завершающий этап разработки. Пробурено много скважин, в разрезе которых, выше продуктивной залежи, лежат мощные толщи карбонатных пород. А нет ли в них нефтяных пластов, как их найти? Это дало бы вторую жизнь месторождению и городу. Меня, молодого специалиста, подключают к исследованиям по выявлению нефтяных пластов в вышележащих карбонатных толщах пород.

Так в мою жизнь вошли известняки и, как оказалось, навсегда. У многих эти породы ассоциируются с экзотикой подземных пещер – со сталактитами и сталагмитами, подземными реками и озерами, у спелеологов – с экстримом их исследований. Моя же задача геолога-геофизика – изучение карбонатных пород комплексом геофизических методов исследования скважин для выявления пористых пластов и их возможного нефтегазонасыщения, кернового материала, зон поглощения глинистого раствора, провалов бурового инструмента и т.д. С экзотикой пещер довелось тоже познакомиться, но позже, экстрима хватало и на промыслах. Так, в Башкирии рассказывали, как буровой мастер, не справившись с поглощением бурового раствора, распорядился, в нарушение всех правил техники безопасности, обвязать себя веревками и спустить в скважину (через ранее сооруженные кондуктор или направление, имеющие больший диаметр, чем скважина). Когда его подняли на поверхность, сказал: *«Да там на такси можно ездить!»* Скважину, понятно, законсервировали.

Проработав в Башкирии четыре года и получив хорошую практику, почувствовала, что «созрела» для аспирантуры и научной работы. Директор Волго-Уральского филиала ВНИИГеофизики дал направление в аспирантуру, и вот я – снова в родном МИНХ и ГП им. И.М. Губкина, приехала сдавать вступительные экзамены, и снова не одна: с мужем (приехал доучиваться на дневном) и маленькой дочкой; брат уже успел стать студентом этого вуза. Вся семья в сборе. Осталось самое малое – сдать экзамены и выдержать конкурс. Заведующая аспирантурой, ознакомившись с моими документами, пошла на кафедру посоветоваться – не отправить ли их обратно? Что она будет делать в аспирантуре, учиться или...? Ей ответили, помня мои неординарные студенческие годы: «Будет и учиться, и работать». Так оно и было.

Сдала экзамены, выдержала конкурс, зачислена – одна женщина среди сорока принятых мужчин-аспирантов, в числе которых были будущий директор ВНИИГАЗа А.И. Гриценко, К.С. Басниев и др. Начались учеба и работа.

Тема диссертации: «Выделение карбонатных пород-коллекторов и определение их пористости по результатам интерпретации геофизических исследований скважин».

Известняки... Они самые разные: по происхождению (органогенные, хемогенные, обломочные), по мощности пластов – от 0,4 м до сотен и даже тысяч метров, по окраске, структуре порового пространства (плотные, пористые, кавернозные, трещиноватые), с широким диапазоном изменения пористости и проницаемости, с разной степенью насыщения порового пространства газом, нефтью, водой, с многообразием геофизических параметров (электрических, акустических, радиоактивных и др.)! Все эти премудрости я досконально изучала всю трудовую жизнь, используя самые разнообразные методы исследований, а иногда и совершенствуя их с тем, чтобы в каждом конкретном случае как можно точнее определить емкость, фильтрационные свойства, газоводонефтенасыщенность. Использовались результаты интерпретации всего комплекса геофизических исследований, анализы керна, поляризонный, люминесцентный и электронный микроскопы и другие методы, весь

опыт изучения месторождений Белоруссии, Волго-Уральской области, а позже Астраханского, Вуктыльского, Оренбургского, Карачаганского, Якутии и зарубежных стран. Но это было позже, уже во ВНИИГАЗе, куда я пришла работать по распределению после окончания аспирантуры в 1964 г., отдав служению науки в этом институте 25 лет.

Это был период бурного развития газовой промышленности. Достаточно сказать, что в 1948 г., когда был основан ВНИИГАЗ, добыча газа в СССР составила 5,2 млрд м³, в 1964 г. – уже 108,5, а в 1988 г. – 770 млрд м³, то есть увеличилась более чем в 7 раз. Такие темпы развития газовой промышленности были возможны благодаря непрерывному наращиванию сырьевой базы, что является результатом труда геологов, где бы они не работали.

Во ВНИИГАЗе, головном институте отрасли, было создано мощное научное геологическое крыло в составе ряда отделов, лабораторий и секторов по различным направлениям. В то время геологическое направление возглавлял Г.А. Габриэлянц. В институте работали замечательные ученые, внесшие огромный вклад в развитие геологической науки и сырьевой базы отрасли: В.П. Ступаков, Б.П. Жищенко, А.Л. Козлов, В.П. Савченко, В.М. Сенюков, Н.Д. Елин и многие другие замечательные специалисты, с кем приходилось общаться и набираться опыта. Как жилось и работалось нам в то время, какие задачи и как приходилось решать!

Итак, уже познав вкус научного труда, я – во ВНИИГАЗе.

Место расположения института именовалось, как и сейчас, – Развилка (и дорог, и газопроводов под землей). По сегодняшним меркам это был «медвежий угол». В чистом поле – завод сжижения природного газа, куда гелиеносный газ поставлялся по сооруженному в 1946 г. газопроводу Саратов – Москва, три здания института, специально построенные в конце пятидесятых, когда только что организованный институт вывезли из Москвы, несколько недавно выстроенных домов старого поселка и бараки, где жили люди. Один продуктовый магазин сельского типа, где в небольшом торговом зале продавали все необходимое: продукты, мыло, водку. Крутом – лыжные просторы, лес и совхозные сады. Москвичей возили на работу служебным транспортом. Загородные автобусы останавливались у совхоза им. Ленина по редкому расписанию. Я с семьей поселилась в частном секторе в деревне Ащерино, где снимали комнату с печкой и без всяких удобств. По деревенской тропинке ходили на работу примерно с километр. Помню, как тащила пять тяжелых томов диссертации по заснеженной дороге от совхоза им. Ленина до деревни, перекладывая их через каждые 15–20 метров. Спешила управиться с защитой диссертации до рождения сына, вспоминая свою заповедь – *геолог должен быть сильным и выносливым*. Дорогу зимой иногда заносило так, что приходилось пробираться по целине. Как-то свалилась с температурой, врач отказался прийти на вызов (*«деревню не обслуживаем из-за бездорожья»*). Был канун выборов, пришел агитатор, а хозяйка говорит: «Как должна беременная женщина с температурой добираться до избирательного участка?» Сработало: бульдозером прочистили дорогу.

Защититься я успела (12 января 1965 г.), а к тому времени были сданы два пятиэтажных жилых дома на осваиваемой жилищным строительством территории (сейчас это «Новый поселок»). Поселились уже вчетвером в двухкомнатной «хрущевке». По тем временам в условиях жесточайшего жилищного кризиса это была роскошь! Домой ходили местами по доскам.

Жизнь продолжала бить ключом. Днем – на работе занимаюсь исследованиями керна в лаборатории физики пласта, вечером – с детьми. Но и дома известняки не отпускали меня. Варю как-то детям клюквенный кисель,

вдруг – мысль: а что если такой цветной массой пропитать известняковый керн. Это позволит под микроскопом увидеть и поры, и соединяющие их каналы, измерять размеры пор, строить гистограммы их распределения. Пропитала, но, естественно, не киселем, а яркоокрашенным метилметакрилатом под вакуумом. Никак не удавалось подобрать краситель, чтобы растворялся в метилметакрилате и не сорбировался кристаллами известняков. Обратилась в Химико-технологический институт им. Менделеева. Заведующая кафедрой красителей мне говорит: «Мы никогда не занимались окрашиванием горных пород, выделим Вам место в лаборатории с вытяжным шкафом, дадим оборудование, покажем помещение, где хранятся красители (комната, снизу доверху заполненная ящичками с различными красителями), а Вы подбирайте!» Подбирала долго, но нашла: краситель «Судан-3». После полимеризации кусочки пород отшлифовали, получились замечательные шлифы – тонкие пластины для исследования под микроскопом структуры порового пространства. Позднее это было оформлено как авторское свидетельство на изобретение, нашедшее применение и в других отраслях, в том числе в строительной, при изучении свойств бетона.

В другой раз прочитала в журнале, как американская домохозяйка только раз в месяц печет пироги для семьи, потому что те сохраняют свежесть в течение этого срока, будучи упакованными в поливинилхлоридную пленку. Название пленки и ее свойства отыскала позже: она в десятки раз менее проницаема, чем полиэтилен. А что, если в эту пленку упаковывать керновый материал сразу после поднятия его на поверхность? Это же позволит лучше сохранить естественную водо- и нефтенасыщенность керна по сравнению с используемым для этой цели полиэтиленом. Звоню в Министерство пищевой промышленности, чтобы узнать, производится ли и кем такая пленка у нас в стране. Получив положительный ответ, докапываюсь, где ее можно «достать» (характерный термин того времени, когда все доставали, а не приобретали). Достала. Дальше начались хлопоты по технологии изготовления мешочков для упаковки керна – как и чем резать и запаивать. Задача была решена. Эти мои деяния были даже отмечены премией за рационализаторское предложение. Но главное, какую хорошую службу это сослужило потом при хранении кернового материала! Это сейчас можно порадоваться за геологов: во ВНИИГАЗе построено кернохранилище, которое обеспечит сохранение естественной информативности кернового материала.

Так что «изобретать», как оказалось, можно и на кухне, было бы желание!

Вскоре после защиты мне предложили быть экспертом Государственной комиссии при Совете министров СССР по подсчету запасов нефти и газа в месторождениях с карбонатными породами. Через мои руки прошли месторождения нефти и газа Белоруссии, Дагестана, Молдовы, Средней Азии и другие. Это был большой и кропотливый труд, который обогатил меня опытом и знаниями.

В 1967 г. было открыто уникальное по своим запасам Оренбургское месторождение. Страна получила сказочный подарок: залежь размером 100×26 км, с толщиной продуктивного пласта 500 м. Не месторождение, а целая подземная кладовая, содержащая кроме метана этан, пропан, бутан, пентан плюс высшие углеводороды, углекислый газ, сероводород, азот, гелий и нефть. Началось бурение разведочных и эксплуатационных скважин, их промыслово-геофизические исследования, опробование скважин и т.д. Планируется строительство газопровода Оренбург – Западная граница, закупка импортного оборудования для Оренбургского газоперерабатывающего завода с ориентировочной стоимостью 16 миллиардов долларов. Ведутся работы по подсчету запасов газа, созданию

проектов разработки на 45, 60 и 100 млрд м³ в год. Как велики на самом деле эти запасы? Риск ошибки измеряется миллиардами долларов в пересчете на закупаемое за рубежом оборудование, особенно при завышении запасов. Ведь месторождение сернистое, очистка газа обязательна.

За разработкой Оренбургского месторождения с самого начала пристально следило руководство министерства и института. Запомнилось и поразило заседание коллегии, проводимое министром газовой промышленности А.К. Кортунковым. Участник войны, высокий, стремительный, он сразу дал направление совещанию: «Мы обсуждаем вопросы, никогда еще никем не решаемые, поэтому говорите все, что хотите, не стесняясь, какой бы абсурдной не казалась ваша мысль, мы вместе все обсудим, возникнут идеи – придет решение».

Во ВНИИГАЗе была организована лаборатория промышленной геофизики под руководством Шахо Калистратовича Гергедавы. Меня переводят во вновь организованную лабораторию (моя специальность: промышленный геофизик, интерпретация результатов геофизических исследований скважин) и назначают руководителем группы по геологическому обоснованию проектов разработки месторождений с карбонатными продуктивными толщами (Оренбургское, Вуктыльское, Астраханское, Карачаганакское). В группе работали геофизики Татьяна Сергеевна Бузина, Сергей Николаевич Вальковский, Серафима Николаевна Мохова, Людмила Николаевна Петрова, литолог к.г.-м.н. Валентина Матвеевна Бузинова, секретарь Люся Волкова, чертежница Серафима Николаевна Прошина и др. Работали дружно, увлеченно. С большой теплотой вспоминаю годы совместной кипучей работы. Сотрудничали с коллегами других лабораторий, отделов, организаций и институтов. Пожалуй, Оренбургское газоконденсатное месторождение (ОГКМ) – моя лебединая песня.

Переходя в новую лабораторию, попросила оставить мне лабораторное помещение с оборудованием, вытяжным шкафом и двух сотрудников, знакомых с лабораторной работой: инженера Богуш Светлану Николаевну и лаборанта Винокурову Тамару Михайловну.

Еще при исследовании керн в лаборатории физики пласта мною было выявлено наличие «остаточной» нефти в газоконденсатной части залежи. По-видимому, когда-то месторождение было нефтяным, а в последующем газ вытеснил нефть, но она осталась в мелких порах, в углублениях более крупных, в слабо проницаемых участках. Среднее значение нефтенасыщенности составило 14 %. Возможно, оно выше вследствие потерь в процессе выбуривания керн, при разгазировании за счет снижения пластового давления при его подъеме на поверхность, при длительном хранении на буровых и в кернохранилищах. Обратила внимание на то, что по каким-то причинам данные о нефтенасыщенности замалчивались, и вначале не были включены в отчет по подсчету запасов, хотя, как станет известно позже, лабораторией физики пласта Оренбургского территориального геологического управления, в котором производился подсчет запасов ОГКМ, было выполнено более двадцати трех тысяч анализов пористости, проницаемости и нефтенасыщенности пород.

Как-то в Оренбургском территориальном геологическом управлении зашла в геологический музей и увидела поразивший меня экспонат: на стенде лежат образцы пород с бурыми пятнами нефти и 0,5-литровая бутылка с черным конденсатом из скважины первооткрывательницы Оренбургского газоконденсатного месторождения. Но почему он черный? Еще когда училась в аспирантуре, с разрешения научного руководителя диссертации Владимира Николаевича Дахнова приобрела учебный токарный станок и научилась на нем работать. Теперь же при подготовке для анализов пород Оренбургского

месторождения стала высверливать цилиндрики 3×3 см и обнаружила: когда льешь воду на образец для охлаждения специального цилиндрического сверла, из породы вытекают струйки нефти. Черный конденсат, бурые пятна на керне, струйки нефти при высверливании цилиндриков – что это? Делюсь с коллегой, а она рассказывает, что была свидетелем следующего разговора. Однажды руководитель подсчета запасов Оренбургского месторождения, приехав во ВНИИГАЗ, первым делом спросила соисполнителя (не буду называть их): «У Вас есть нефть?» А он ей: «А у Вас?» Отвечает: «У нас нет!», и слышит: «И у нас нет!» Вот так! Явно, что в определенных сферах дул «противонефтяной» ветер – приоритетное значение имело открытие больших запасов газа, о наличии нефти в газоконденсатных месторождениях предпочитали умалчивать. *Отдавая должное юмору моих коллег из обоих институтов, нельзя умолчать о том, как непросто всем было работать в этой ситуации. Хорошо, что у ученых при невостробованности результатов исследований заказчиком была возможность опубликовать их в печати, что они и делали.*

Много хлопот с определением нефтенасыщенности пород в лаборатории, но еще больше проблем она создаст при разработке месторождения и переработке газа! Мое мнение: о ней надо знать как можно больше. Как-то, думаю, не случайно встретила в коридоре института заместителя директора ВНИИГАЗа по разработке месторождений Юрия Павловича Каратаева, он поинтересовался: «Что нового?». Рассказала ему, что обнаружила нефть в поровом пространстве пород газовой части ОГКМ. Юрий Павлович, крупнейший ученый в области разработки месторождений, доктор технических наук, понимая, что это значит, пригласил в кабинет и говорит: «Внизу стоит моя «Волга», садитесь и поезжайте в Мингазпром. Я позвоню, Вас будут ждать, доложите об этом!» Тревожусь, но еду. Приехала, как оказалось, на какое-то рабочее совещание, на котором присутствовал и главный геолог Оренбурггазпрома Енсун Кисенович Кан. Для этой аудитории и сделала свой импровизированный доклад. Видимо, Юрий Павлович сделал это не случайно: руководство должно знать объективную истину из первых уст и мнение ученых. Впоследствии я убедилась, что это было действительно не напрасно для руководства Оренбурггазпрома.

Между тем, для правильной разработки месторождения, чтобы повысить газоотдачу пластов и предотвратить преждевременное обводнение залежи, крайне важно как можно точнее подсчитать запасы. Еще в самом начале разработки, в 1973–1974 гг., первые эксплуатационные скважины Оренбургского месторождения быстро обводнились. По геофизическим диаграммам видно, что в нижней части залежи, примыкающей к 20-метровой нефтяной оторочке и нижележащим водонасыщенным пластам, есть мощный пористый, газонасыщенный пласт. На него-то, как оказалось, и были пробурены эти скважины, а интенсивный отбор без учета запасов газа вызвал обводнение. Возможно также, что контакт «газ – нефть» в породах не является горизонтальной линией, и имеются участки «газ – вода» выше нее: видела свежесподнятый керн, из которого выделялись вода и конденсат как бензин. Понятно, что наличие нефти в 500-метровой газоконденсатной части залежи не только уменьшает запасы газа в месторождении, но обязательно скажется на технологии переработки, транспорте газа, испортит дорогостоящее оборудование газоперерабатывающего завода (что и случилось позже при добыче и переработке газа), неоправданно увеличит затраты на покупку импортного оборудования. Как важно учесть все эти нюансы уже на стадии проектирования!

Звоню главному геологу Оренбурггазпрома Е.К. Кану: «Енсун Кисенович, Оренбургское месторождение готовится к подсчету запасов как газоконденсатное, но если в породах газовой части есть нефть и ее много, вы получите

завышенные запасы газа, завышенный план добычи и преждевременное обводнение пластов. Проникшая вода блокирует газонасыщенные участки, и газ извлечем далеко не полностью. Вас как главного геолога обвинят в неправильной разработке месторождения. Прошу Вас, раздобудьте оборудование для отбора керна, я отберу его в эксплуатационной скважине, исследую, и у Вас будут данные о нефтенасыщенности. Это позволит скорректировать запасы газа». Человек грамотный и ответственный, он пообещал все подготовить.

Темп жизни и работы был очень напряженным: командировки иногда следовали одна за другой. Как-то приходит в лабораторию в 8 ч 30 мин утра сотрудник, кажется, из министерства и спрашивает: «Кто Куликова Н.Г.? Вы сегодня в 11 часов летите в Оренбург, давайте паспорт и деньги на билет». Деньги на билеты всегда лежали в записной книжке, дома в сумке – все необходимое, костюм умела укладывать так, чтобы не измялся, так как с самолета сразу едем в Оренбурггазпром на работу. Еще надо успеть побывать и в других организациях, а промыслово-геофизические и геологоразведочные экспедиции, кернохранилища, контора бурения были расположены за городом. Спасибо детям, они все умели делать сами. Бывая вместе с ними в туристических и байдарочных походах, видела, как хорошо они справлялись с решением бытовых проблем. Я им говорила: «Никакие мои работы, изобретения не перевесят, если я воспитаю плохих детей, не оправдают меня. Воспитывайте себя сами! Что толку, если я буду читать вам нравоучения, а вы не будете меня слушать. Помогайте мне работать!» Учились хорошо, выросли настоящими людьми.

О том, что я собираюсь отбирать керн на эксплуатационной скважине и изучать его нефтенасыщенность, стало известно тем, кто, занимая обывательские позиции, был заинтересован в сокрытии информации о наличии нефти. Как-то раздается звонок: «Хотите воспитывать детей, не приезжайте!» А когда приехала в Оренбург, тот же голос по телефону, то ли шутя, то ли всерьез: «Как? Вы приехали? На Вас сложно воздействовать!» В другой раз в одну из моих очередных командировок буровой мастер разведочной скважины, увидев меня, далеко не старую злую Бабу Ягу, которая делает свое черное дело – ищет нефть и уменьшает запасы газа, воскликнул: «Вы та самая Куликова, которую велели сбросить в отстойник?» Смеюсь в ответ: «Тогда Вам придется меня всюду сопровождать по буровой и водить под ручку, чтобы я не поскользнулась. Ведь у меня двое детей!» Оппозиция налицо.

Наконец получаю телеграмму от Енсун Кесеновича Кана: «Все готово, прилетайте на отбор керна». Прилетела. Выбрали по карте несколько находящихся в бурении эксплуатационных скважин для отбора керна, значительно выше нефтяной оторочки. Приезжаю на буровую № 229, с бурмастером Кубраком договариваюсь, что отбор керна будем производить из пористых пластов, так как в подсчет запасов включают интервалы с пористостью выше 6 %, а таких пород в разрезе около 30 %. Задача непростая. Объяснила ее рабочим, попросила ИТР консультативной службы на месторождении, что если встретится в процессе бурения в какой-либо скважине пористый пласт с высокой скоростью проходки, чтобы остановили дальнейшее бурение и по рации сообщили мне.

Выявили пористые пласты в скважине № 229, причем при их проходке в глинистом растворе появлялись пятна нефти, и керн поднимали также нефтенасыщенный. Тем не менее на всякий случай спрашиваю бурмастера: «Была ли в процессе бурения авария и не заливали ли для ее ликвидации в ствол скважины нефть?» «Нет, аварий не было, и в скважину нефть не добавляли».

Директор фабрики глинистых растворов сообщил также, что при приготовлении бурового раствора нефть не использовали.

Когда подняли керн, увидели интереснейшую картину – керн кипит светло-коричневой нефтью: капельки нефти выступают из пор и под давлением газа растут, увеличиваются, лопаются, нефть растекается по поверхности образца, быстро испаряется, и снова все повторяется, то есть нефть легкая. Сколько же ее теряется при некачественной герметизации и длительном хранении керна на буровой и в кернохранилищах?

Керн герметизировала в специальную (ту самую!) поливинилхлоридную пленку, обладающую высокой усадкой и непроницаемую для нефти и воды, о которой позаботилась и раздобыла заранее. Интуиция подсказала, что явление это необходимо задокументировать. При подъеме керна из каждого интервала составляли акты, отмечая, что керн поднят с обильными выпотами нефти, признаки нефти обнаруживаются в глинистом растворе, и что в скважине № 229 аварий не было, нефть в скважину не заливали. Акты подписали бурмастер, директор фабрики глинистых растворов и я. Подписи удостоверили печатью. Никогда раньше никто так не делал. Никому о том не рассказывала, увезла и керны, и пробы глинистого раствора, и документы с собой в Москву.

Перед тем с буровой по рации сообщаю в лабораторию физики пласта Оренбургского территориального геологического управления Тамаре Георгиевне Белокрыловой, что подняли нефтенасыщенный керн, и привезу его, как мы раньше договаривались, для совместного исследования в лабораторию. Мне ответили, что поступил керн с нефтяного месторождения, все приборы заняты, и керн надо везти на исследование в Москву. В частной же беседе сказали, что я не должна рассчитывать на поддержку в своих нефтяных делах, и должна действовать самостоятельно. Здесь дул тот же ветер.

По приезду в Москву меня отправили в совхоз на уборку свеклы (мои сотрудники там свое уже отработали). В советские времена научно-исследовательские и другие организации оказывали шефскую помощь сельскому хозяйству. ВНИИГАЗ был здесь в передовых рядах: мы были близко расположены от сельхозугодий, да и райком партии у нас был один с соседними колхозами и совхозами. Поэтому в весенне-летне-осеннюю страду пололи, косили, убирали урожаи свеклы, капусты, кукурузы, моркови, ходили даже на яблоки и клубнику, невзирая на должности и звания – от лаборанта до доктора наук. Бывало, что в критические моменты, связанные с непогодой, на уборку урожая выходил весь институт. Там можно было встретить ныне здравствующего 98-летнего уважаемого доктора наук, лауреата Государственной премии Павла Александровича Теснера *{П.А. Теснер был лауреатом Сталинской (1951 г.) и Ленинской (1963 г.) премий – Ред. коллегия}*. Тогда ему было около 70 лет. Это был очень спортивный человек, не дающий себе никаких поблажек. Такие были времена. Наука тогда сделала немалый вклад в обеспечение дешевой сельхозпродукцией Москвы и области.

Пока «боролась за урожай», помещение, оборудование и обученных сотрудников передали в лабораторию физики пласта ВНИИГАЗа, в которой не проводились анализы на нефтенасыщенность. Убедила тогдашнего заместителя директора института по геологии Владимира Емельяновича Орла оставить мне на два месяца помещение и оборудование.

При вскрытии образцов из скважины № 229 в лаборатории и освобождении их из поливинилхлоридной пленки обнаружила, что сама пленка и образцы обильно смочены нефтью. Часть образцов, не вскрывая, я сохранила. Образцы исследовались на пористость и нефтенасыщенность. С большой тщательностью были изготовлены шлифы, которые изучались под

поляризационным и люминесцентным микроскопами (газовый конденсат не люминесцирует!). Были сделаны цветные фотографии под микроскопом, для чего пришлось ехать в Ленинград, где были специалисты и аппаратура для фотографирования шлифов под люминесцентным микроскопом. Образцы пород изучались и под электронным микроскопом.

Результаты, особенно наличие нефти в газоконденсатной части залежи ОГКМ, неоднократно докладывались на научных конференциях и дискуссиях. А вот на Ученый совет наш отчет не выносился: снова и снова отчет отправляли на отзывы в различные научно-исследовательские институты. Все отзывы были, однако, положительны.

Сделала доклад в Куйбышевском институте ГипроВостокнефть об интереснейшем явлении: нефтенасыщенность известняков в 500-метровой газоконденсатной толще Оренбургского месторождения. Шесть лауреатов Ленинской премии дали отличный отзыв. Отмечу, что речь шла о пористых пластах.

Рассказала обо всем своему руководителю диссертации, заслуженному деятелю науки и техники, профессору Владимиру Николаевичу Дахнову. Он предложил ознакомиться с нашим отчетом сотрудников кафедры промышленной геофизики, дать коллективный отзыв и всем коллективом приехать во ВНИИГАЗ на защиту отчета.

Отчет защищали на объединенном Ученом совете двух секций: по геологии и разработке. При защите члены Ученого совета требуют убрать данные о нефти. Отвечаю: «Нефти в 500-метровой газовой части залежи содержится в среднем 14 %. При таком содержании фазовая проницаемость ее равна нулю, но из-за больших размеров месторождения запасы нефти равны крупнейшему месторождению мира и в несколько раз выше запасов нефти в 20-метровой нефтяной оторочке. Мы пока такую «остаточную» нефть добывать не умеем, но знать о ней надо, нужно разрабатывать методы ее извлечения, пусть достанется нашим детям и внукам». Защита прошла успешно, но директор ВНИИГАЗа Сергей Филиппович Гудков не дал разрешения на рассылку отчета. С позиций сегодняшнего дня я понимаю Сергея Филипповича. Как ученый он понимал ценность научной истины, однако «противонефтяной ветер» не сменил направления. Возможно, сказывалась и практика приписки запасов: ведь планы надо было выполнять, в том числе и по приросту запасов газа.

Тем не менее меня вызвали в Комитет по делам изобретений и открытий и предложили подать заявку на открытие: «Наличие нефти в газоконденсатных месторождениях». Жалею, что не поинтересовалась, кто хотел сделать мне доброе дело. Непросто сделать открытие, но его еще надо оформить и запатентовать, что потребовало бы уйму времени в тех условиях. Отказалась, так как понимала, что все силы придется направить на уточнение подсчета запасов и создание проекта разработки. Возможно, кто-то улыбнется, читая эти строки, но это была моя нравственная позиция.

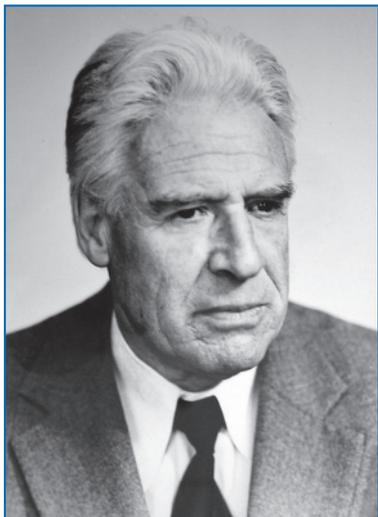
Спустя 30 лет, будучи на пенсии, прочла в публикациях 2007 г., что учеными Института проблем нефти и газа Российской академии наук открыт новый вид углеводородного сырья – так называемая *матричная нефть*. Эта нефть связана с наиболее плотными участками природного резервуара, содержит практически всю таблицу Менделеева, ресурсы которой только на Оренбургском нефтегазоконденсатном месторождении, по оценке Центральной комиссии по запасам МПР, составляют 2,56 млрд т н.э. Я же еще в 1973 г. обнаружила нефть в пористых (с пористостью свыше 6 %) породах, запасы которых мы оценили в 2 млрд т. Оказывается, до сих пор Оренбургское месторождение дарит нам новые сюрпризы. Дело за новыми технологиями.



**ИХ ВКЛАД В НАУКУ О ГАЗЕ
БЫЛ РЕШАЮЩИМ**

Старше отрасли. Павел Теснер – 75 лет непрерывного стажа¹

В. Филиппова



Павел Александрович Теснер
(31.09.1910–11.06.2009)

Трудовой стаж профессора, доктора химических наук, главного научного сотрудника ООО «ВНИИГАЗ» П.А. Теснера – 75 лет, и только сейчас Павел Александрович собрался на пенсию! 31 августа 2008 года Павлу Александровичу исполнится 98 лет, из них 60 лет отдано ВНИИГАЗу – ровно столько, сколько существует этот крупнейший отраслевой отечественный институт, ныне – ведущий научный центр ОАО «Газпром».

До последнего времени П.А. Теснер работал в лаборатории химической переработки углеводородов, ставил опыты в лаборатории, добиваясь получения тонкодисперсной сажи, превосходящей по своим качествам аналогичный продукт корпорации Degussa AG – мирового лидера по производству продуктов специальной химии.

За шесть десятилетий, проведенных в институте, Павлом Теснером были выполнены фундаментальные исследования по теории процессов образования пироуглерода и дисперсного углерода. А за разработку процесса промышленного получения высококачественной сажи ему присуждены Сталинская (1951) и Ленинская (1963) премии. Павел Александрович удостоен звания «Лучший изобретатель Мингазпрома» СССР (1979) и награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» (1999).

Хронологию развития газовой отрасли можно восстановить, изучая биографию профессора Теснера: вехи его научной деятельности совпадают с зарождением газового дела в нашей стране. В начале 30-х годов XX века в СССР появляются первые объекты газовой промышленности, и молодой ученый в поисках темы для диссертации едет в Азербайджан, в поселок Бина, на недавно построенный 40-камерный завод по выпуску сажи по американской технологии. Там аспирант был поражен странным по нынешним меркам индустриальным пейзажем: производство представляло собой скопище длинных одноэтажных сооружений с дымящими трубами по краям кровли. «Этот дым достигает границы с Ираном», – с гордостью сказал Павлу главный инженер предприятия. Горели тысячи маленьких газовых огоньков: повсюду коптели стальные листы, на которые оседала сажа. Так функционировало тогда каналное (или печное) производство. Изучая его, Теснер сформулировал главную тему своего исследования: кинетика образования сажи. Тему, которая на долгие годы определила круг его научных интересов.

¹ Филиппова В. Старше отрасли. 75 лет непрерывного трудового стажа / В. Филиппова // Газохимия. – 2008. – № 2 (июнь–июль). – С. 46–49.

Примечание. Этот материал был подготовлен к 60-летию ВНИИГАЗа (2008 г.), через год профессор П.А. Теснер ушел из жизни, ему было 99 лет (31.09.1910–11.06.2009). В текст внесены некоторые исправления (Редколл.).

Сажа (технический углерод, пироуглерод) – черный порошок, продукт неполного сгорания или термического разложения углеводородов, содержащихся в природных и промышленных газах, нефтяных и каменноугольных маслах. Сажу получают термическим и печным способами. При печном методе в присутствии кислорода (в условиях горения с коптящим пламенем) образуется канальная сажа с высокой удельной поверхностью и большим объемом микропор. При отсутствии же кислорода образуется термическая сажа с очень низкой пористостью. Более 90 % всей производимой сажи потребляет резиновая (прежде всего шинная) промышленность: введение сажи в резину значительно повышает ее сопротивление разрыву и истиранию. В крупных масштабах сажа используется в производстве черных лаков и эмалей, черных печатных красок для полиграфии. Также она употребляется в качестве наполнителя для получения различных изделий из пластмасс, изготовления копировальной бумаги, крема для обуви, грима, косметической туши для ресниц. В производстве сухих электрических элементов применяется так называемая ацетиленовая сажа. Для нагрева многих печей, в частности мартеновских, повышают концентрацию сажи в пламени, поскольку его (пламени) тепловое и световое излучение обусловлено наличием в нем этого продукта.

Химия вместо электротехники

Теснер стал ученым-химиком по воле случая, хотя его профессиональный выбор выглядит продолжением семейной традиции: Александр Андреевич, отец будущего директора ВНИИГАЗа, был инженером и занимался производством писчей бумаги. Однако Павел хотел изучать электротехнику и мечтал поступить в Высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана. На первых экзаменах Павлу Теснеру поставили «неуд» по одному из предметов. Проработав год электромонтером, Павел во второй раз попробовал штурмовать Бауманку. И хотя на сей раз все дисциплины были сданы на пять, его так и не приняли, поскольку к детям из семей «буржуазных специалистов» в те времена относились с подозрением, отдавая предпочтение выходцам из рабоче-крестьянской среды. Впрочем, после подачи апелляции Теснера зачислили в Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева без экзаменов, где он осваивал специальность «технология пирогенных процессов». Павлу нравилось учиться, особенно он выделял математику и физику. Получив в 1936 году диплом химика-технолога, Теснер остался в вузе и поступил в аспирантуру. Успешно защитив диссертацию в 1939 году, молодой ученый стал преподавать в своей альма-матер.

Уже на второй день войны Павла Александровича призвали в Красную Армию. Но на передовую он так и не попал: имея редкую специальность пиротехника, прослужил в тылу – в Рыбинске и Омске, на оборонных предприятиях, выпускавших снаряды. В Поволжье приходилось не только участвовать в производственном процессе, но и уничтожать неразорвавшиеся немецкие бомбы. Вклад Павла Александровича в общую борьбу с захватчиками оценен медалями «За победу над Германией в Великой Отечественной войне» (1945), «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1948).

Решение, спасшее отрасль

В 1943 году П. Теснера отозвали из армии и назначили на должность начальника химического отдела штаба противовоздушной обороны Краснопресненского района Москвы. А спустя год ученый возглавил лабораторию транспорта и переработки природного газа Всесоюзного института газа и искусственного жидкого топлива.

В это время в правительственных кругах было решено восстановить самостоятельность газовой отрасли, для чего летом 1943 года образовали Главное управление искусственного жидкого топлива и газа. По инициативе этой структуры осенью 1944 года началось строительство первого дальнего магистрального газопровода Саратов – Москва, за ходом которого следила вся страна. Но возникли серьезные проблемы: летом 1946-го газ Елшанского месторождения стал поступать в Москву, а осенью уже случились перебои. Причина неполадок заключалась в грязной воде, которую применяли при опрессовке газопровода. В результате в трубах образовались гидратные пробки, мешающие поступлению газа. И. Сталин потребовал в самые сжатые сроки исправить положение. Была создана комиссия по пуску газопровода, в которую вошел и молодой кандидат наук Теснер. И именно по его рекомендации в борьбе с пробками был использован обычный спирт: в газопровод в различных точках заливался метанол. После того как эшелон спирта поступил в Саратов и труба была промыта, газ пошел в Москву бесперебойно. А только начинавшая вставать на ноги новая отрасль была спасена от гнева скорого на расправу вождя.

Такая нужная сажа

Как только в 1948 году был создан Всесоюзный научно-исследовательский институт природных газов (ВНИИГАЗ), Павла Александровича пригласили туда руководить технологической лабораторией. В то послевоенное время страна крайне нуждалась в таком стратегическом сырье, как высококачественная сажа. Выполняя поставленную задачу, Теснер создал технологию промышленного производства печного технического углерода из природного газа и жидких углеводородов. По этой технологии работали пять первых заводов производительностью до 7000 тонн сажи в год каждый: в Баку, Стаханове, Туймазы и Сосногорске – на природном газе, а в Омске – на жидком сырье. Новый способ производства печной сажи увеличил выход конечного продукта в 4-5 раз – с 20–24 до 80–100 г/м³.

Павел Александрович является автором 28 изобретений, 20 из которых защищены отечественными авторскими свидетельствами, восемь – зарубежными патентами. Теоретические работы, в основном в области образования углерода из газовой фазы (сажа и пироуглерод), принесли Павлу Теснеру и руководимому им коллективу известность не только у нас в стране, но и за рубежом. Более ста трудов Теснера вышли отдельными изданиями в СССР, США и Англии. В 1984 году в американском многотомнике «Физика и химия углерода» была опубликована работа советского ученого по кинетике образования пироуглерода из индивидуальных углеводородов и их смесей, над которой Павел Александрович трудился несколько лет.

В 1980-е годы его лаборатория разработала противоточную схему отопления генераторов термического технического углерода на Сосногорском ГПЗ, которая привела к реконструкции цеха и дала значительную экономию расхода природного газа.

Впрочем, научные интересы Теснера не замыкались на одной локальной теме. Возглавляемая им лаборатория вела исследования и по эпитаксиальному росту алмазных порошков, и по изучению изотопных эффектов при трансформации газа в различные формы углерода, и по механизму образования изотопного углерода, в частности для получения материала, пригодного для изготовления искусственных клапанов сердца.

До сих пор в рабочем кабинете-лаборатории П.А. Теснера стоит муфельная печь, с помощью которой Павел Александрович еще недавно проводил опыты по получению из специально обработанной каменноугольной смолы высоко-

дисперсной сажи. Он считает, что это направление отнюдь не потеряло своей актуальности и сегодня, так как существует широкий спектр потребителей высококачественного технического углерода, а на рынке ощущим дефицит этого сырья.

Леска для министра

На рабочем столе Павла Александровича среди специальной литературы лежит книга Виктора Андриянова «Кортунов» из серии «Жизнь замечательных людей». Теснер всего лишь на три года младше Кортунова и был с ним близко знаком. В 1965 году легендарный министр назначил доктора технических наук Павла Теснера директором ВНИИГАЗа. «Я не хотел идти на руководящий пост, ведь мое призвание – наука. Но Алексей Кириллович пообещал, что у меня будет возможность ею заниматься, и я дал согласие», – вспоминает ветеран.

За время, когда Павел Александрович руководил институтом, был выполнен сложный проект по разработке уникального Вуктыльского газоконденсатного месторождения, которое отличалось сложными глубокозалегающими пластами и другими специфическими особенностями, что потребовало постановки и выполнения целого ряда новых задач. Кроме этого были сформулированы научные основы ускоренного освоения крупнейших газовых месторождений севера Тюменской области, а также начаты исследования по низкотемпературной сепарации природного газа. В 1968 году профессор вернулся к привычному кругу обязанностей и вновь стал заниматься любимым делом, возглавив отдел технологического использования газа.



Архивный снимок 60-х годов XX в.,
слева направо: Павел Александрович Теснер вместе с другими основателями
ВНИИГАЗа: к.т.н. В.А. Астаховым, начальником отдела автоматизации;
д.г-м.н. Н.Д. Елиным, главным геологом; к.э.н. В.М. Гальпериным, начальником
экономического отдела и к.т.н. М.А. Генкиным, начальником лаборатории

Продолжая тему взаимоотношений А.К. Кортунова и П.А. Теснера, стоит заметить, что они были не только соратниками, но и добрыми друзьями. Алексей Кириллович страстно любил рыбалку, и Павел Александрович рассказал в связи с этим такую историю. В 1950-е годы его в составе советской делегации впервые направили за границу, во Францию – предстояло сделать научный доклад на английском (профессор свободно владеет тремя европейскими языками). Зная о предстоящей поездке, А.К. Кортунов попросил ученого привезти ему из Франции качественную рыболовную леску, которую в Советском Союзе в ту пору было не достать. Обойдя охотничьи магазины Парижа, Павел Александрович приобрел-таки заветную снасть для министра.

Сам Павел Александрович всегда отличался любовью к спорту. Старейшие сотрудники ВНИИГАЗа вспоминают, что раньше у него ни одно лето не обходилось без водных лыж. У института было три катера, на которых сотрудники плавали по Москве-реке, а бывало, доходили по главной водной артерии России до пустынных волжских островов. Инициатором такого нестандартного отдыха был не кто иной, как Павел Александрович. А такой модный сейчас вид спорта, как горные лыжи, Теснер освоил еще в далекие 1950-е годы. Причем он не только сам великолепно катался, но даже выступал в роли горнолыжного инструктора.

Конечно, сегодня почтенный возраст дает о себе знать, и вместо лыжных палок спутницей профессора стала неизменная трость. Но есть в жизни Павла Александровича и две другие, самые главные, опоры: любимая внучка Екатерина, которую он вырастил и воспитал, и родной институт, в создании и становлении которого большой научный вклад профессора П.А. Теснера.

О Павле Александровиче Теснере – спортсмене, наставнике, педагоге

Л.И. Новикова, ветеран ВНИИГАЗа¹

Одним из факторов активного долголетия доктора химических наук Павла Александровича Теснера, несомненно, явился спорт, которым он занимался всю жизнь, даже в преклонном возрасте (за 90 лет) у него в квартире стоял тренажер. В спорте он был также креативен, как и в науке. Так, в конце 1960-х гг. активно начал развиваться водно- и горнолыжный спорт. Он быстро освоил эти виды спорта, а став директором института (1965–1968 гг.), стал внедрять среди молодежи ВНИИГАЗа. Молодежь откликнулась с энтузиазмом. Имея прекрасную административную поддержку в лице директора, быстро были решены все организационные и финансовые вопросы в рамках существующего финансового законодательства и нормативных актов для предприятий, профсоюзов и спортивных обществ (приобретение спортивного инвентаря, плавсредств, их стоянки на базе спортивного общества в Водниках Клязьминского водохранилища и др.).

В лаборатории двигателей и компрессоров нашлись профессиональные знатоки моторов, имеющие даже свои моторные лодки. Так что с водителями проблем не было. Наши коллеги (в.н.с. А.К. Скуинь, к.т.н. И.А. Проклов, позже – Владимир Крюков) стали замечательными водителями, хорошо чувствующими не только моторы, но и идущего за катером лыжника. У нас не было ни травм, ни ЧП. Запоздалое спасибо им, уже ушедшим в мир иной.

Самое же главное – у нас был свой грамотный тренер и наставник – Павел Александрович. Нам крупно повезло, так как тренеров – профессионалов в этой области еще не было, особенно в горнолыжном спорте.

Первые пробные занятия проходили до темноты в длинные июньские дни после работы на Химкинском водохранилище. По выходным выезжали на «Ракете» куда-нибудь подальше на простор других водохранилищ подмосковной Швейцарии. Получалось не сразу и с трудом. Болели руки, ноги, спины, но к выходным все подживало и мы из своих коммуналок и общежитий снова устремлялись на эти «сладкие муки» – столь захватывающим и здоровым был этот вид спорта. Популярность его быстро росла, и скоро речники забили тревогу, запретив водные лыжи на водохранилищах в системе каналов Москва – Волга.

Выход нашелся. Поскольку мы были уже оперившимися птенцами и имели свою флотилию в составе трех катеров (которую ремонтировали и красили сами каждую весну), то нашли чудесный остров на Волге, представляющий собой незатопленную часть суши вблизи г. Калязина. С одной стороны острова проходила несудоходная протока – то, что нужно было нам для лыж. Постоянными сезонными обитателями острова были жеребята, которые паслись там, в резервации без присмотра пастухов. Несколько лет мы, вниигазовцы, хорошо организованной командой проводили свои двухнедельные

¹ Лилия Ивановна Новикова, окончила в 1961 г. географический факультет МГУ – экономическая география СССР, аспирантуру – в МИНХ и ГП, к.э.н. (с 1980 г.). Ветеран ВНИИГАЗа (годы работы 1963–2016 гг.), ведущий научный сотрудник. Автор более 40 научных работ, в том числе: Газовая промышленность США: инф.-аналит. обз. / Э.Л. Вольский, Л.И. Новикова, А.Я. Кабачник, И.Ф. Максимова. – М.: Газпром, ВНИИГАЗ, 2001.

отпуска здесь, на волжском просторе, с палатками, костром, лыжами, грибами, ягодами, рыбалкой и даже калязинской городской баней. Это было и хорошей поддержкой в тогдашних условиях дефицитного курортного сервиса. Приезжал туда и Павел Александрович со своей палаткой на кратковременный отпуск или выходные. Умел он ценить то прекрасное, что было рядом, не стремясь на зарубежные курорты. Может быть, сказались пришедшие на расцвет его молодости годы военного лихолетья. Кроме лыж и плавания он занимался физическим трудом: вместе с парнями выволакивал из леса стволы поваленных деревьев, пилил и рубил их на дрова. Настоял даже на том, чтобы ему хотя бы однажды дали возможность приготовить на всех (человек на 12) свой фирменный завтрак-яичницу с помидорами. Пришлось допустить его к



Внигазовцы на отдыхе на волжском острове около г. Калязина (лето 1971 г.).
Слева направо стоят: П.А. Теснер, В. Хованская, А. Скуинь, С. Мохова;
сидят: А. Кардашова, А. Новикова



Освоение слалома на одной лыже

процедуре приготовления завтрака под наблюдением нашего главного провизора Людмилы Кардашевой. Он был прост в общении, прежде всего – дело.

С наступлением долгожданной зимы мы переключались на горные лыжи. Павел Александрович проводил с нами занятия в овраге развилковского леса раз в неделю после работы. Местком закупил партию горных лыж, хватило на всех желающих. По сравнению с современными лыжами это были трудно управляемые примитивные деревяшки закарпатского производства, армированные пластмассой, с креплениями, которые не срабатывали при падении. О ботинках вообще говорить не стоит. Другого горнолыжного снаряжения у нас не производилось, все было в дефиците. Павел Александрович делал на нем чудеса. Прекрасно координированный, он работал четко и грамотно по законам механики, доходчиво объясняя с рисунками на снегу, что и как надо делать корпусом и ногами. Прежде всего, как не падать при этих травмоопасных креплениях. Позже, в спортлагерях, мы узнали еще об одном методе торможения падением в случаях, когда лыжи бесконтрольно понесли лыжника вниз: сгруппироваться, упасть на ходу на бок и, пересчитав своими ребрами валуны на склоне, остановиться. Павел Александрович падать нас не учил, а только стоять и держаться, вгрызаясь в склон металлическими кантами лыж или переходить на спуск «плугом». Видимо, это было его принципом и в жизни. Глядя на своего наставника, мы не роптали на инвентарь, понимая, что «нечего на зеркало пенять» – надо работать, и мы работали без подъемника: несколько секунд спуск со склонов оврага (наших вниигазовских Альп), а затем – пеший подъем наверх с пудовым снаряжением на ногах. Это была хорошая физическая закалка, пригодившаяся, между прочим, нам, научным работникам, и на многолетних сельхозработах в период социализма. В критических для сельского хозяйства погодных ситуациях доктор химических наук Павел Александрович, невзирая на свой возраст, участвовал в уборке осеннего урожая.

Под руководством Павла Александровича за один зимний сезон мы освоили азы горнолыжной техники, а далее совершенствовались самостоятельно. Накатывали километры сначала на склонах Москвы и Подмосковья, затем – в Хибинах, Карпатах, на Кавказе, а позже – на горных склонах западной Европы: в Чехословакии, Австрии, Италии, Франции, Андорре и др., каждый раз с благодарностью вспоминая своего первого учителя и наставника. Так же, как и он, мы пристрастились к этому замечательному виду спорта, который давал почувствовать здоровую усталость, чувство преодоления себя, снимал стрессы, а главное – открывал окно в мир чудесных земных красок, подпитывая положительной энергией, а это дорогого стоит.

Любимым местом катания для Павла Александровича был Терскол в Приэльбрусье, куда он ездил регулярно много лет подряд. Как-то в кругу своих близких то ли в шутку, то ли всерьез он высказал желание, чтобы его прах был развеян на склонах Терскола. Любил он этот вид спорта, с которым попрощался в свои 70 лет, перейдя на долинные лыжи, на которых бороздил развилковский лес и прилегающие поля во время своего пребывания в профилактории ВНИИГАЗа.

Огромную благодарность и чувство глубоко уважения к Павлу Александровичу испытываем до сих пор все мы, кто соприкасался в жизни с этим замечательным человеком.

З.Т. Галиуллин – выдающийся проектировщик магистральных газопроводов

С.Ю. Сальников, И.В. Трегуб, О.П. Стурейко, С.В. Карпов



Загидулла Талипович
Галиуллин
(1929–2016)

Более пятидесяти лет (с 1962 г.) производственно-научная деятельность Загидуллы Талиповича была неразрывно связана с Всесоюзным научно-исследовательским институтом природных газов и газовых технологий (ВНИИГАЗ): старший научный сотрудник, начальник отдела транспорта газа (1966 г.), первый заместитель директора (1977–1994 гг.), директор отделения транспорта газа, главный научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ».

Загидулла Талипович Галиуллин родился 26 декабря 1929 г. в селе Ново-Урсаево Башкирской АССР. Трудовую деятельность начал в юном возрасте – двенадцатилетним мальчиком в годы Великой Отечественной войны он работал почтальоном и счетоводом в родном колхозе. Незаурядные способности и жажда знаний позволили З.Т. Галиуллину окончить сельскую семилетнюю школу с похвальной грамотой, с отличием – Уфимский авиационный техникум по специальности «техник-механик по специальным двигателям» и Уфимский нефтяной институт (ныне – Уфимский государственный нефтяной технический университет) по специальности «транспорт и хранение нефти и газа».

После окончания института Загидулла Талипович был направлен на работу младшим научным сотрудником отдела транспорта нефти и газа Башкирского НИИ по переработке нефти.

Август 1958 г. стал для молодого специалиста очередной победой – З.Т. Галиуллин успешно сдал вступительные экзамены и зачислен в очную аспирантуру Московского института нефтехимической и газовой промышленности (ныне – РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина) на кафедру «Транспорт и хранение нефти и газа». Его научным руководителем стал заведующий кафедрой, выдающийся ученый и педагог профессор В.И. Черников – тот, кого З.Т. Галиуллин всю свою жизнь называл Учителем.

За годы пребывания в аспирантуре молодым ученым подготовлены 10 оригинальных работ (в соавторстве с профессором В.И. Черниковым), в которых предлагались решения насущных в транспорте газа задач. А технико-технологические решения, представленные в самых первых публикациях: первая, 1959 г., посвященная расчетам газопроводов с учетом рельефа трассы, и последующая, о температурных режимах газопроводов (1960 г.), стали «хрестоматийными» и вошли в дальнейшем во все нормативно-технические документы газовой отрасли.

В 1961–1962 гг. З.Т. Галиуллин трудился старшим научным сотрудником проблемной газовой лаборатории МИНХ и ГП им. И.М. Губкина, здесь же защитил кандидатскую диссертацию на тему «Некоторые вопросы проектирования магистральных газонефтепроводов».

В 1964 г. старший научный сотрудник З.Т. Галиуллин в соавторстве с профессором В.И. Черникиным подготовил и издал первую монографию «Новые методы проектирования газонепроводов».

Основные направления научных интересов Загидуллы Талиповича – гидравлика и термодинамика газовых потоков, ресурсосбережение (металло- и энергосбережение) в магистральном транспорте газа, эффективность, надежность и безопасность магистрального транспорта газа.

Загидулла Талипович Галиуллин – великий труженик, ученый с мировым именем в области проектирования магистральных газопроводов, один из создателей уникальной газотранспортной системы России и стран – бывших союзных республик. Создал в системе «Газпрома» научную школу по технологии магистрального транспорта газа; разработал теоретические основы гидравлического и теплового расчетов магистральных газопроводов, ставших основой Общесоюзных норм технологического проектирования.

Именно Загидулла Талипович руководил разработкой первых Правил технической эксплуатации магистральных газопроводов. Под его руководством были разработаны и внедрены на всех газопроводах диаметром 1220 и 1420 мм технология и оптимальные уровни охлаждения транспортируемого газа в различных климатических зонах страны; предложены технические решения на уровне изобретений по защите вечномерзлых грунтов – оснований трубопроводов от деградации, позволившие повысить эффективность и надежность газотранспортных систем.

З.Т. Галиуллин впервые в мировой практике обосновал применение для строительства магистральных газопроводов труб 1420 мм, рассчитанных на давление 7,5 МПа с повышенными прочностными свойствами металла (до 580 МПа). Этот переход на сооружение газопроводов нового класса позволил сократить примерно на 30 % металлозатраты и сыграл решающую роль в быстром наращивании добычи природного газа в стране (ныне по этим газопроводам транспортируется более 90 % добываемого газа).

Загидуллу Талиповича отличала удивительная демократичность и уважительное отношение к ученым и специалистам разного уровня, имеющим альтернативные взгляды на научные проблемы. Он старался досконально разобраться в спорных вопросах, убедительно и аргументированно отстаивал свою точку зрения и, в то же время, доброжелательно соглашался, если понимал, что неправ. В отстаивании своих научных принципов он был непримирим.

В качестве примера можно привести отстаивание на всех уровнях Загидуллой Талиповичем полученных сотрудниками ВНИИГАЗа результатов исследований по оценке эффективности и работоспособности предложенных и продвигаемых академиком Б.Е. Патеном многослойных труб. Исследования, выполненные во ВНИИГАЗе, выявили ущербность технологии производства и многочисленные недостатки конструкции таких труб. Применение их в газовой промышленности могло привести к многомиллионным затратам, невосполнимым производственным потерям и человеческим жертвам. З.Т. Галиуллин во всех инстанциях с отчетами ВНИИГАЗа доказывал и доказал недопустимость использования многослойных труб в газовой промышленности, а эти инстанции – ни много ни мало – Мингазпром и Мингазстрой СССР, Академия наук Украины, Совет Министров СССР. Его доказательства были приняты на всех уровнях власти.

З.Т. Галиуллин участвовал в проектировании и освоении мощностей магистральных газопроводов Бухара – Урал, Средняя Азия – Центр, Игрим – Серов, Ухта – Торжок, Оренбург – Государственная граница СССР (Союз) (1978), Уренгой – Помары – Ужгород (1983), «Прогресс», всех магистральных

газопроводов из Медвежьего газоконденсатного, Уренгойского, Вынгапу-ровского, Ямбургского нефтеконденсатных и других месторождений.

За свой вклад в газовую науку и заслуги перед Отечеством Загидулла Талипович Галиуллин награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», юбилейными медалями «20 ..., 30 ..., 50 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «В память 850-летия Москвы», «Ветеран труда СССР», почетной серебряной медалью В.И. Вернадского «За выдающиеся научные достижения и большой личный вклад в развитие отечественной промышленности», медалью СЭВ «За строительство магистрального газопровода «Союз», четырьмя золотыми, серебряной и бронзовой медалями ВДНХ СССР, нагрудными знаками «Почетный работник газовой промышленности», «Изобретатель СССР», «Ветеран труда газовой промышленности», «Наставник молодежи» (от ЦК ВЛКСМ и ВЦСПС), «За выдающиеся заслуги» (от руководства ГДР). Является лауреатом Премии им. академика И.М. Губкина, Премии ОАО «Газпром».

Ему присвоены звания заслуженный деятель науки и техники РСФСР, почетный работник газовой промышленности, действительный член Академии горных наук РФ и Международной экоэнергетической академии, почетный член Российской академии естественных наук, иностранный член Академии наук Крыма.

Загидулла Талипович очень трепетно относился к своим ученикам, аспирантам. Внимательно и доброжелательно следил за их успехами, помогал в каждой мелочи, никогда не отказывал, если к нему обращались за консультацией в любое время, несмотря на то, что был всегда весьма загружен, так как являлся очень востребованным ученым и руководителем института. Он умел признавать свои ошибки, ценить достоинство собеседников, независимо от их взглядов, не смешивал личные симпатии с научной и производственной деятельностью, всегда был корректен, вежлив.

За годы педагогической и наставнической деятельности З.Т. Галиуллин подготовил 35 кандидатов и 4 доктора наук; в течение 30 лет являлся бесшестенным председателем секции Ученого совета ВНИИГАЗа «Транспорт и распределение газа» и заместителем председателя НТС ПАО «Газпром». Автор более 45 изобретений, более 200 научных трудов, сотен статей и монографий.

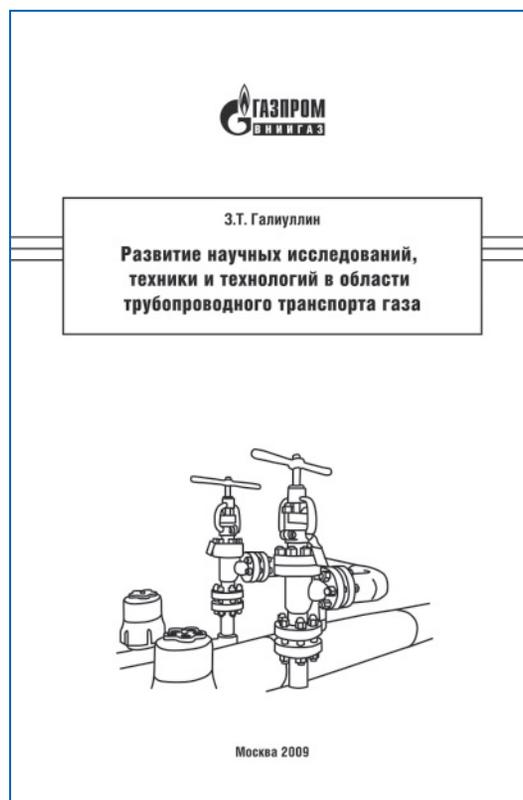
Книги, написанные в 2000-е гг., Загидулла Талипович посвятил интереснейшим историко-литературным мемуарам, описанию жизни и деятельности талантливых ученых: профессора В.И. Черникина – своего глубоко почитаемого учителя, своих наставников – доктора наук, профессора И.Е. Ходановича, П.А. Теснера, К.С. Зарембо, Ф.А. Требина, соратников, коллег-вниигазовцев – С.Н. Бузинова, А.М. Климушина, С.Н. Сеницына, А.И. Гриценко, Г.Э. Одишарии, В.А. Щуровского – прекрасной плеяды ученых, внесших огромный вклад в отраслевую науку.

Жизни и научной деятельности профессора З.Т. Галиуллина посвящено несколько крупных исследований, но среди них выделяется очерк ведущего научного сотрудника ООО «Трансэнергострой» А.В. Черникина¹. Дело в том, что Алексей Вадимович, сын профессора В.И. Черникина, был знаком с Загидуллой Талиповичем с 1959 г, т.е. почти 57 лет, что позволило ему дать всестороннюю оценку жизненного пути и научного творчества профессора Галиуллина.

¹ В доме Черникиных он был своим... Памяти выдающегося газопроводчика России З.Т. Галиуллина (1929–2016) // Газовый бизнес. – 2016. – № 3. – С. 80–91.

Последние из написанных им монографий: «Развитие научных исследований, техники и технологий в области трубопроводного транспорта газа» и «Современные газотранспортные системы и технологии» (в соавторстве с С.Ю. Сальниковым и В.А. Щуровским) будут служить настольными книгами не одному поколению ученых и специалистов в области транспорта газа.

Свою любовь к людям и верность делу, которому служил, Загидулла Талипович пронес через десятилетия, преподав уроки кристальной честности в науке и жизни, скромного служения Отчизне, оставив нам надежную газотранспортную систему, много учеников и теплую память о себе.



Обложка книги З.Т. Галиуллина «Развитие научных исследований, техники и технологий в области трубопроводного транспорта газа» (2009 г.)

З.Т. Галиуллин. История трех решений

А.В. Черников, ведущий научный сотрудник
ООО «Трансэнергострой»,

Р.З. Галиуллин, технический директор ООО «МЕТЕХ»

Когда речь заходит о профессоре Загидулле Талиповиче Галиуллине, первое, что приходит в голову профессионалу, работнику газовой промышленности, это магистральные трубопроводы.

Действительно, практически вся история развития трубопроводного транспорта газа, решения и открытия, отраженные в многочисленных работах З.Т. Галиуллина с начала 1960-х гг. и до последнего времени, во многом опередившие время, дали старт обоснованию и эффективному решению наиболее амбициозных и масштабных проектов газовой индустрии. Актуальность этих работ, как и эффект от их внедрения трудно переоценить, это работы, заложившие краеугольный камень для головокругительного развития всей газовой отрасли.

Пожалуй, к началу 1990-х гг. прошлого века ВНИИГАЗ, в котором первый заместитель директора на протяжении долгих лет З.Т. Галиуллин являлся признанным лидером, определявшим научную политику всей огромной организации, стал одним из ведущих научно-технических центров мирового уровня в области газовой индустрии.

Мы знаем профессора З.Т. Галиуллина не только как блестящего ученого, необыкновенно трудолюбивого и преданного делу специалиста. Это был замечательный человек, чей талант простирался далеко за пределы нефтегазовой отрасли, которую он буквально прошел вдоль и поперек, как и родную страну, будучи активным разработчиком, непосредственным участником и ведущим экспертом всех наиболее значимых проектов второй половины XX в.

З.Т. Галиуллин запомнился как необыкновенно чуткий человек, давший путь большому числу замечательных ученых, с радостью открывавший двери молодым специалистам.

На работе или дома Загидулла Талипович полностью отдавал себя делу и семье, с радостью отправляясь каждое утро на работу, а по выходным спеша на встречу с любимой внучкой Камилой, к кому рвалась его душа и было переполнено сердце любовью.

В этом очерке о замечательном ученом, педагоге и руководителе мы даем несколько описаний, касающихся его известных и знаменитых научных работ, в каждом из которых центральная позиция принадлежит большим текстовым фрагментам, взятым нами из различных опубликованных Загидуллой Талиповичем воспоминаний, рассказывающих об интересных подробностях, которые сопутствовали постановке и решению той или иной проблемы, либо оценивающих конкретное полученное решение какой-либо задачи с точки зрения, например, его эффективности и т.д. Думаем, что принятое нами решение об использовании в процессе написания этих строк непосредственных слов З.Т. Галиуллина – главного лица, стоявшего на переднем крае науки, техники и технологии в отечественной газотранспортной сфере, абсолютно выдающегося, уникального человека – является верным и будет с интересом встречено читателями...

Это первый юбилейный сборник ведущего газового института, который выпускается без прямого участия З.Т. Галиуллина.

З.Т. Галиуллин пришел в 1962 г. на работу во ВНИИГАЗ, уже являясь специалистом очень высокой квалификации. О том, как был достигнут такой высокий уровень научной подготовки, мы кратко расскажем далее. В 1958 г. младший научный сотрудник БашНИИ НП, недавний выпускник Уфимского нефтяного института З.Т. Галиуллин реализует свою давнюю и конкретную мечту. После достаточно длительной, интенсивной, самостоятельной подготовки он направляется из Башкирии в Москву, успешно сдает вступительные экзамены и становится (не без проявления определенной настойчивости) очным аспирантом именно этого, удивительного человека – выдающегося ученого с мировым именем, неиссякаемого организатора научных исследований, знаменитого преподавателя и воспитателя молодых специалистов, лучшего лектора столичного нефтегазового вуза, профессора Вадима Ивановича Черникина, заведующего кафедрой «Транспорт и хранение нефти и газа» МИНХ и ГП (ныне – РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина) и главного ученого секретаря Совета этого института. Время показало, что тогда в жизни Загидуллы Талиповича Галиуллина произошло судьбоносное событие. С этого момента началась тесная и тонкая, обширная и углубленная, постоянная и долгая работа наставника-корифея и талантливого ученика. И результаты вскоре последовали чередой. Забегая вперед отметим, что в период 1959–1967 гг. из печати в соавторстве с научным руководителем вышла целая серия публикаций, в которых давались пионерные решения (ставшие классическими) различных насущных задач начавшей стремительно развиваться отрасли трубопроводного транспорта природного газа. Решения ставившихся руководителем задач лежали на самом «переднем крае» газотранспортной науки. Здесь мы коснемся в качестве характерного примера самого первого такого значимого результата, как раз являющегося одной (первой) из вышеупомянутых работ.

Сразу после зачисления в аспирантуру (ноябрь 1958 г.) встал вопрос о выборе направления исследований и теме диссертации. В.И. Черникин, безусловно, являвшийся крупнейшим ученым и специалистом по транспорту и хранению нефти и нефтепродуктов, весьма значительное внимание уделял исследованиям в области трубопроводного транспорта природного газа. Его публикации в этом направлении появились в 1945 г., еще до создания первого отечественного магистрального газопровода. Затрагиваемые и решаемые им задачи фактически были беспрецедентными для только начинавшей развиваться газотранспортной подотрасли: разработка новых формул для гидравлического расчета газопроводов; расчетное обоснование глубины укладки газопроводов в грунт; создание методик оптимизации параметров магистральных трубопроводов для жидких и газообразных углеводородных сред и т.д. Круг потенциальных вопросов, задач и проблем в подотрасли, несомненно, был ясен Вадиму Ивановичу. И так случилось, что всего за три месяца до зачисления З.Т. Галиуллина в аспирантуру ЦК КПСС и Совет министров СССР приняли совместное постановление от 15 августа 1958 г. № 935, в котором предусматривалось осуществление масштабного развития и ускоренного строительства магистральных газопроводов, а это



Аспирант З.Т. Галиуллин
(1958 г.)

имело прямое отношение к кафедре, возглавляемой профессором В.И. Черникиным.

При первой встрече с профессором В.И. Черникиным Загидулла Талипович рассказал, какими вопросами и задачами занимался в БашНИИ НП. Он отметил, что было подготовлено и сдано для публикации в печать четыре статьи следующей предметной направленности: одна небольшая работа по гидравлическому расчету газопровода и три работы, относящиеся к различным сторонам процесса разогрева высоковязких нефтепродуктов и нефтей (определение теплофизических и реологических свойств таких жидкостей; расчет теплообменных аппаратов и наиболее значительная работа – подготовка, проведение и анализ результатов экспериментальных исследований процесса разогрева вязких нефтепродуктов в промышленных цистернах). Однако сведения об этих работах только усиливали «неясность» с темой диссертации. Поэтому решено было сделать «пристрелку», то есть последовательно (но при максимально ускоренном режиме действий) оценить работу по различным в видовом отношении «газовым» темам.

Итак, давайте прикоснемся взглядом, послушаем слова, которые Загидулла Талипович отобрал и применил для изложения нам своего рассказа:

«...Тема моей диссертационной работы, по предложению Вадима Ивановича, была утверждена в конце 1958 года – «Движение сжиженных газов в трубопроводах». Вадим Иванович подробно рассказал мне о предмете исследования и необходимости создания экспериментального стенда. Я сочетал подготовку к кандидатским экзаменам и работу по сооружению стенда. В конце января уже начал пробные опыты, и, по сравнению с другими аспирантами, это был успех. Я чувствовал себя «на коне». Но ошибался. Шеф, посмотрев установку и мои материалы, сказал, что мной он не доволен ... очень долго я разворачиваюсь. Это было для меня большой неожиданностью. Очень было неприятно. Но ничего не поделаешь. Строг и требователен был учитель, но очень справедлив. Я больше стал уделять внимания экспериментам. Появились более существенные результаты, новые надежды, но увлечения к этой работе не испытывал. Острый глаз Вадима Ивановича это заметил» [1, 2].

И научный руководитель делает второй «пристрелочный выстрел», который попадает с самый центр мишени и, как показало время, стал выстрелом стартера, отправившего З.Т. Галиуллина на дистанцию длиной в жизнь.

«Однажды утром, придя на работу, шеф положил передо мной пачку исписанных листов и говорит: «Пока ехал в метро, набросал одну задачу. Посмотрите, может быть у Вас получится её решить?». Я взглянул на задачу: на первый взгляд, система обыкновенных линейных дифференциальных уравнений, решение которых трудностей не представляет. Однако много времени заняло не решение дифференциальных уравнений, а оформление. В итоге решение выглядело как комплекс громоздких экспоненциальных функций, занимающих половину машинописного листа. Научный руководитель так и резюмировал: «Очень громоздкое решение, этим уравнением никто пользоваться не будет! Надо упростить. Разложите экспоненциальные функции в степенные ряды».

Несмотря на сомнения, так я и сделал. Одновременно оценил погрешность (она составляла не более 0,5 %), старался изложить решение хорошим русским языком – двенадцать раз переписывал я эту работу! Решил дать геометрическую интерпретацию полученных решений. Изложил это уже как альтернативный (и более простой) вариант: не был уверен, что учителю это понравится. Однако реакция В.И. Черникина была обратной: «Срочно оформляйте работу!» Мой альтернативный вариант был полностью принят.

Первым из корифеев МИНХ и ГП на нашу работу обратил внимание заведующий кафедрой общей и подземной гидравлики профессор И.А. Чарный, а среди производственных организаций – ВНИПИТрансгаз.

В связи с постепенным перемещением сырьевой базы газовой промышленности в Закавказье, Закарпатье, а также за Урал возникла необходимость учета новых факторов в научно-методической базе проектирования и эксплуатации магистральных газопроводов. До 1959 года все магистральные и промысловые газопроводы по аналогии с нефтепродуктопроводами рассчитывали только с учетом разности отметок конечной и начальной точек трассы. Наша научная работа «Влияние профиля трассы на гидравлическое сопротивление магистральных газопроводов» позволила сделать сразу несколько принципиальных выводов:

- в отличие от трубопроводов, транспортирующих жидкие (капельные) среды, на гидравлическое сопротивление (производительность) магистральных газопроводов оказывают влияние не только разность отметок конечной и начальной, но и разности отметок промежуточных точек трассы;*
- ввести понятие эквивалентной (эффективной) длины ($L_{эф}$) газопровода, которая в зависимости от характера профиля трассы может быть как больше, так и меньше геометрической длины трассы L :*

$$L_{эф} = L \pm F/L,$$

где F – суммарная площадь, заключенная между горизонталью, проведенной через отметку начальной точки и профилем трассы;

- обосновать вывод о том, что из всех возможных вариантов трассы наиболее выгодным (с точки зрения наибольшей производительности по сравнению с горизонтальным газопроводом одинаковой геометрической длины) является имеющий наибольшую «отрицательную» площадь, заключенную между горизонталью, проведенной через отметку начальной точки, и профилем трассы. И наоборот...» [2–4].*

Неоднократно детально вспоминая историю исходной постановки, свои действия в ходе выполнения, контроль и советы наставника, а также дальнейшую судьбу и использование этой работы, Загидулла Талипович с высоты своего опыта, знаний и достигнутого положения констатировал, с одной стороны, что в ней было фактически исследовано, доказано и описано научное открытие, согласно которому (это главное) промежуточные высотные отметки трассы оказывают влияние на гидравлическое сопротивление газопроводов в отличие от трубопроводов для капельных жидкостей, а с другой – сетовал на авторов (т.е. на самих себя!!), что ими в то время совершенно необъяснимо не была подана соответствующая заявка для регистрации открытия. Вот его слова: «Оглядываясь назад спустя много лет, с позиций сегодняшнего дня я с некоторым сожалением задаю себе вопрос: почему мы с В.И. Черникиным тогда не оформили заявку на открытие (законы того времени это позволяли) или хотя бы на изобретение? Не до этого тогда было. Мне казалось, я рисковал своей аспирантской и будущей научной биографией. Могу сказать: это был переломный момент в моей жизни. Работал ежедневно с 8 часов утра до часа ночи, и мне важно, что следствием нашего совместного с профессором Черникиным исследования стали не только моя диссертационная работа, но и методологические основы расчета вариантов выбора трассы газопровода» [2]. Кроме того, З.Т. Галиуллин по поводу этой работы писал (снова в двух аспектах – положительном и негативном), что «немного найдется технических решений, которые могли бы соперничать с ней по своему долговечию, более пяти десятилетий она, в силу бесспорной правильности,

по масштабности применения является необычайно успешной, без каких-либо изменений переписывается из года в год в учебниках и учебных пособиях, прочно вошла в «Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов», стала хрестоматийной, но вместе с этим с горечью отмечая, что нашу работу некорректно цитируют (без ссылок на авторов и первоисточники), например, в учебнике «Трубопроводный транспорт нефти и газа», где полностью приведены расчеты с нашим выводом формулы и нашим анализом полученных решений, рисунками и обозначениями. Возможно, такой плагиат должен меня как автора разработки примирить с некорректным заимствованием, но...» [2]. Действительно, и в массе других изданий, нигде, к сожалению, не делаются ссылки на первоисточник этой разработки, не указываются ее авторы, не увидишь слова «уравнение Черникина – Галиуллина» или «формула Галиуллина – Черникина». Таковы история и уровень «стартовой» научной работы Загидуллы Талиповича в Москве, его он старался поддерживать всегда.

Далее кратко упомянем еще о некоторых абсолютно оригинальных решениях по самым актуальным вопросам и проблемам газотранспортного дела, которые были отражены в кандидатской диссертации З.Т. Галиуллина. Без сомнения, один из таких важнейших вопросов – решение задачи с названием «Температурный режим магистральных газопроводов». Загидулла Талипович неоднократно тесно занимался этой темой, и здесь мы даем его краткий сопутствующий комментарий.

«Решение задачи о температурном режиме магистральных газопроводов предложил профессор В.И. Черникин. Мне довелось принимать участие в анализе и физической интерпретации полученных решений, а также в оформлении работы. Сначала я не планировал включать этот фрагмент исследований в кандидатскую диссертацию, однако шеф убедил меня в важности работы. И действительно, впоследствии наши исследования существенно дополнили нормативную базу проектирования и эксплуатации газопроводов.

Температурный режим газопроводов тесно связан с решением многих проектных, строительных и эксплуатационных вопросов, а именно: определение пропускной способности газопровода, глубины заложения труб, зон возможного гидратообразования, стойкости антикоррозионной изоляции и др.

До конца 1950-х гг. температурный режим газопроводов рассчитывался по известной формуле В.Г. Шухова, выведенной для трубопроводов, транспортирующих жидкости и не учитывающей специфических особенностей работы газопроводов. В 1954 г. английский исследователь Чарльз Шорр, анализируя температурный режим газопроводов, обнаружил, что температура газа в конце перегонов между соседними компрессорными станциями вследствие эффекта Джоуля – Томсона падает ниже температуры окружающего грунта. Однако расчетных формул он не предложил.

Позже эти исследования были развиты во ВНИИГАЗе коллективом под руководством З.Т. Галиуллина и И.Е. Ходановича, а также в МИНХ и ГП – Р.Н. Бикчентаем и Б.П. Поршаковым» [2, 5].

Нельзя не остановиться и еще на одном из самых актуальных вопросов – нефтегазопроводах переменного сечения. Вот как описывает в своей последней книге эту тему профессор З.Т. Галиуллин. После открытия крупных газовых и газоконденсатных месторождений в Средней Азии и на севере Западной Сибири проблема дальнейшего развития газовой промышленности заключалась только в дефиците трубного металла в стране. Значительная часть металла в магистральных трубопроводах постоянного диаметра с постоянной толщиной стенки вследствие падения давления по длине использу-

ется нерационально. В 1950-х гг. в условиях больших потребностей труб для строительства магистральных трубопроводов возникла необходимость поиска новых конструкций трубопроводов, которые отличались бы значительно меньшей металло- и капиталоемкостью. Я начал задумываться над тем, какой должна быть кривая падения давления в трубопроводе, отвечающая наименьшим металлозатратам. Обсудив со мной эту проблему, В.И. Черныкин порекомендовал мне литературу и, в частности, книги профессора А.Ф. Притылы. Разного рода эмпирические поиски ученых и инженеров на эту тему неоднократно публиковались, но обобщающего решения я не обнаружил, стал усиленно работать над этим вопросом и, наконец, нашел это решение. Представил результаты в виде статьи и принес шефу. Через пару дней, как всегда, тщательно «причесав» мои выкладки, он с улыбкой вернул мне рукопись с «добром» на публикацию, сказав, что у меня больше склонность к теоретическим работам.

Мной и В.И. Черныкиным с конца 1959 г. (и еще на протяжении 5-6 лет) были выполнены исследования наилучшего использования металла магистральных трубопроводов, трубопроводов с переменным расходом (различные коллекторы), магистралей для неизотермических течений перекачиваемых сред, а также отдельных структурных частей (лупинги, вставки) магистральных линий. Эти исследования были изложены в 6 совместных публикациях.

Непрерывное изменение диаметра и толщины стенки трубопровода осуществить нельзя. Поэтому трубопроводы переменного сечения реально могут быть только телескопическими – со ступенчатым, скачкообразным изменением диаметра и толщины стенки в соответствии с ГОСТом. Кроме того, проведенный численный анализ параметров таких трубопроводов позволил прийти к следующим главным выводам, рекомендациям и оценкам:

- эффективность трубопроводов переменного сечения зависит и повышается с увеличением отношения начального давления (напора) в трубопроводе к конечному. Исходя из этого, реализовать полученные решения рекомендовалось в первую очередь на нефте- и нефтепродуктопроводах. Такая рекомендация нашла отражение в СНиП 2.05.06-85 и получила самое широкое воплощение при проектировании различных трубопроводов для жидких углеводородов со стенками разной толщины (так называемая раскладка труб);

- для газопроводов на протяжении почти 50 лет результаты вышеизложенных исследований оставались невостребованными в широких масштабах. Однако в 2006–2008 гг. итальянские специалисты при определении основных технических решений проекта «Северный поток» обратили внимание на возможность экономии около 90 тыс. т остродефицитных труб диаметром 1220 мм на давление 21,74 МПа. С учетом сухопутного продолжения этого газопровода (на территории Германии газопровод выполнен из труб диаметром 1420 мм на давление 9,8 МПа) можно утверждать, что идея, заложенная в первой работе 1959 г., была реализована полностью!» [1, 2]. А в денежном выражении при ориентировочной цене 1 тонны трубы 1220 мм 1000 долл. США эффект равен 90 млн долл. США!

Перечень работ профессора Галиулина можно продолжать и разбирать бесконечно, заложенные идеи, подходы, решения и по-настоящему большие открытия трудно переоценить. По сути, это полноценный высококачественный фундамент всего магистрального транспорта газа, каким мы можем видеть его сейчас, на котором произрастают и множатся все новые и новые магистральные трубопроводы – эти живородящие артерии страны.



Один из авторов очерка, ведущий научный сотрудник ООО «Трансэнергострой»
А.В. Черников и профессор З.Т. Галиуллин (2000 г.)

Можно только представить, насколько далеко могли пойти плоды сотрудничества этого выдающегося тандема, научного партнерства, как глубоко и максимально эффективно решались бы многие вопросы отрасли...

Прошедший большой, трудный и одновременно исключительно результативный жизненный путь профессор З.Т. Галиуллин – один из тех феноменов,

которых можно охарактеризовать как народный самородок, пришедший из глубин Башкирии, открывший новые горизонты, осуществивший высокую мечту, став символом человека, добившегося своим колоссальным трудолюбием, огромной самоотдачей главного – признания и высочайшего уважения коллег и знавших его людей. Скромный в жизни человек, с необыкновенной доброй и чуткой душой, прекрасный семьянин и любящий отец – таким запомнится нам З.Т. Галиуллин, вошедший в историю института и всей газовой отрасли как образец выдающейся работоспособности, преданности делу с абсолютно открытым, честным подходом к любым профессиональным вопросам, заслуженно ставший в один ряд с выдающимися деятелями науки и техники нашей большой Родины.



Вадим Иванович Черников –
научный руководитель
аспиранта З.Т. Галиуллина
и член первого Совета
ВНИИГАЗа по присуждению
ученых степеней (1962 г.)

Упомянутые три работы, как и все другие публикации З.Т. Галиуллина в соавторстве со своим научным руководителем (всего их 20)

являлись во всех отношениях работами очень высокого качества. Многие из них были особо отмечены в числе фундаментальных достижений отечественных ученых в книге «Механика в СССР за 50 лет», посвященной итогам развития советской науки. Загидулла Талипович стал любимцем Вадима Ивановича Черникина.

Что интересно, дав один день отдохнуть новоиспеченному кандидату наук, научный руководитель, не откладывая, сказал о следующей важной задаче – приступить к подготовке (совместно с ним) рукописи с конечной целью издания ее в виде книги. Опуская подробности, можно кратко резюмировать, что монография З.Т. Галиуллина и В.И. Черникина, вышедшая под названием «Новые методы проектирования газонефтепроводов» в издательстве «Недра» в 1964 г., стала первой книгой в списке печатных трудов Загидуллы Талиповича.

Список использованных источников

1. Черникин А.В. Вадим Иванович Черникин / А.В. Черникин. – М.: Правление НТО НГ, 1997. – 216 с.
2. Галиуллин З.Т. Развитие научных исследований, техники и технологий в области трубопроводного транспорта газа. Дела и люди в газовой отрасли / З.Т. Галиуллин. – 2-е изд., доп. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – 248 с.
3. Галиуллин З.Т. В доме Черникиных я был своим... / З.Т. Галиуллин // Научный журнал Российского газового общества. – 2015. – № 2–3. – С. 107–112.
4. Галиуллин З.Т. Развитие научных исследований, техники и технологий в области трубопроводного транспорта газа / З.Т. Галиуллин. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 208 с.
5. Галиуллин З.Т. Современные газотранспортные системы и технологии / З.Т. Галиуллин, С.Ю. Сальников, В.А. Щуровский. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – 346 с.

Анатолий Константинович Арский

Л.И. Новикова



Анатолий Константинович
Арский
(1928–1988)

Анатолий Константинович Арский, руководитель сектора экономики транспорта газа, кандидат экономических наук, исследователь зарубежного опыта развития газовой промышленности с целью его использования в отечественной практике, а также в области экономического обоснования перспективных научно-технических решений в транспорте газа на стартовых позициях развития газовой промышленности.

Анатолий Константинович Арский начал свою трудовую деятельность службой в железнодорожных войсках после окончания Ленинградского училища военных сообщений им. М.В. Фрунзе и одновременно (экстерном) техникума железнодорожного транспорта им. Ф.Э. Дзержинского в 1950 г. Вскоре его постигло большое несчастье – попав под поезд, он потерял ногу. Трудно

не понять отчаяния молодого человека в этой ситуации да еще при репрессированных родителях – его вдвоем с сестрой воспитывала тетушка. Природный интеллект да боксерская сила воли (он занимался этим видом спорта) помогли ему направить свою жизнь в полноценное русло. В это время уже был снят запрет на поступление в вузы детей репрессированных лиц. Анатолий Константинович, сдав на отлично вступительные экзамены, поступил в 1953 г. в МГУ им. М.В. Ломоносова, для которого на Ленинских (ныне Воробьевых) горах было построено высотное здание с прекрасными условиями для учебы и быта студентов – все под одной крышей. Занимался он на географическом факультете на кафедре экономической географии зарубежных стран. Объектом его студенческих аналитических исследований были США, что требовало знания английского языка. Этот барьер тоже был преодолен. Арский пришел работать во ВНИИГАЗ, где в это время (1959–1965 гг.) создавался большой отдел экономических исследований под руководством Владимира Моисеевича Гальперина, в котором предполагалось проведение широкого спектра экономических исследований.

Молодой специалист пришелся ко двору. Отечественная газовая промышленность находилась на стартовых позициях своего развития, в то время как в ряде зарубежных стран был накоплен солидный опыт. Мировым лидером в развитии газовой индустрии были США, где уже в 1960 г. валовая добыча природных газов составила 427,7 млрд м³ (против 28 млрд м³ на предприятиях Мингазпрома), протяженность газопроводов всех категорий составила 1016 тыс. км, в том числе магистральных – 296 тыс. км, создана сеть хранилищ газа различного типа (209 ед.), в том числе 10 – в водоносных пластах, газ широко использовался как энергетическое, технологическое и бытовое топливо, а также как сырье для химической промышленности. Эти звенья газовой промышленности предстояло создать и нашей стране, но ускорен-

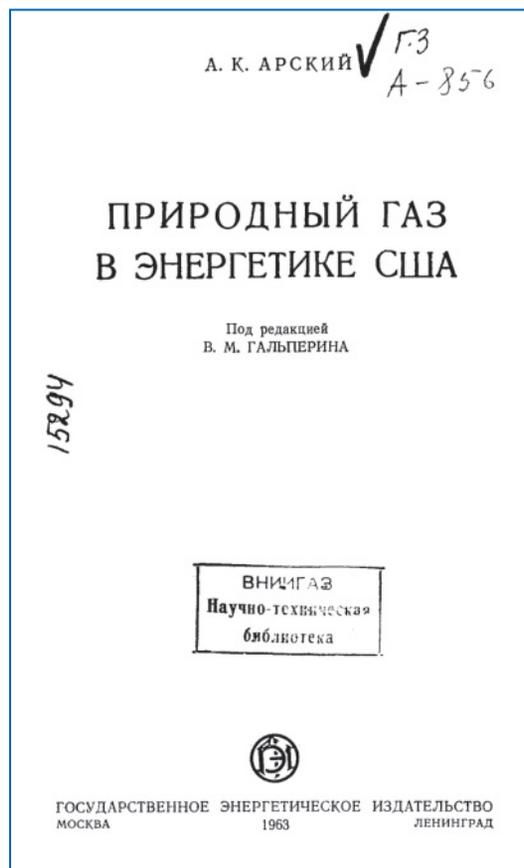
ными темпами и при огромных запасах газа. Естественно, американский опыт представлял большой интерес для отечественной практики при отсутствии более или менее обстоятельных работ как в нашей, так и в зарубежной печати. Исследователю пришлось изучать первичные материалы: отчеты корпораций, изданий Федеральной энергетической комиссии, Горного бюро и других правительственных ведомств, а также Американской газовой ассоциации. Отдельные вопросы пришлось освещать на основе отрывочных и зачастую противоречивых данных, разбросанных в различных зарубежных журналах.

Это было по плечу очень увлеченному человеку, каким и был Анатолий Константинович. В этом плане он был просто незаурядный человек. Однажды, работая в публичной библиотеке, он не заметил, что рабочий день завершен, сотрудники давно ушли домой, не увидев сидевшего за шкафами и увлеченно просматривающего реферативные журналы читателя, которому пришлось коротать всю ночь взаперти. Утром изумленные работники библиотеки проверили его документы и с трудом успокоились. С тех пор, как шутил Анатолий Константинович, он стал их «лучшим другом» и при его очередном появлении они кивком давали знать своим коллегам, что «тот пришел». Также хорошо, что у него была все понимающая умная супруга, выпускница того же факультета МГУ. Результатом этого скрупулезного труда стала опубликованная книга «Природный газ в энергетике США», в которой дана общая характеристика газовой промышленности США, рассмотрены значение природного газа в топливно-энергетическом хозяйстве и экономика его использования в электроэнергетике, промышленности и быту, а также выравнивание сезонной неравномерности потребления газа с помощью буферных потребителей. Особое внимание уделено расчету и анализу показателей, позволяющих сопоставлять экономическую эффективность использования природного газа и других энергоносителей.

Любопытно, что она была замечена в научных кругах США, откуда пришел восторженный отзыв с предложением сотрудничества. Письмо осталось без ответа, так как затерялось где-то при попытке ознакомить с ним сотрудников Мингазпрома.

Результаты последующих исследований, проводимых совместно с А.Н. Аряниным, выпускником той же кафедры, были опубликованы в книге «Промышленность природного газа капиталистических и развивающихся стран» и других публикациях. Это был очень плодотворный творческий союз, их неслучайно в отделе называли сямскими близнецами.

Результаты этих исследований срабатывали при принятии управленческих решений на макроуровне,



Титульная страница книги А.К. Арского «Природный газ в энергетике США»

минимизируя огромные экономические риски. Так, освоению огромных газовых ресурсов севера Тюменской области предшествовала дискуссия по поводу технических решений по организации этого мощного энергетического потока в промышленно развитые районы Европейской части страны. Академики вполне серьезно предлагали в условиях дефицита труб строить в Тюмени тепловые электростанции на газе с последующим транспортом электроэнергии на Урал и далее в центральные районы страны. В этом споре победили газовики. Основной аргумент: даже при равенстве затрат в альтернативные энергетические потоки, что очень спорно при неопределенности исходной информации, предпочтение следует отдать природному газу, использование которого приносит дополнительный эффект у потребителя, особенно в качестве технологического топлива, сырья для химической промышленности и в быту. Это подтверждалось американской практикой при высоком уровне газификации хозяйства страны. У нас в стране в порядке подготовки потребителей к переводу на природный газ к тому времени стали разрабатываться отечественные технологии, в том числе и во ВНИИГАЗе под руководством д.х.н. Павла Александровича Теснера, в отрасли разрабатывалась шкала эффективности использования газа в целях ранжирования потребителей.

На стартовых позициях становления отрасли в стране совместно со своими коллегами Анатолий Константинович обосновал целесообразность использования труб большого диаметра против используемых за рубежом.

Проведенный анализ технологической схемы транспорта газа в условиях США с использованием многониточных систем малого диаметра (до 900 мм) предложенным методом определения экономических интервалов пропускной способности для газопроводов различного диаметра показал неэффективность применения американской практики в отечественных условиях и целесообразность перехода на трубы большого диаметра – 1020 мм и выше. Применение труб большого диаметра позволило обеспечить ускоренный ввод в эксплуатацию месторождений с большими запасами газа.

При формировании технической политики в области компримирования газа и урегулировании взаимоотношений с производителями оборудования большое значение имело определение наиболее эффективного типа привода компрессорных станций, учитывая, что транспорт является не только металлоемким, но и самым энергоемким звеном газовой промышленности.

Под руководством Анатолия Константиновича по его методике были разработаны экономические интервалы применения газоперекачивающих агрегатов различного типоразмера (газотурбинных, электроприводных и поршневых). Даны рекомендации по экономическим интервалам применения современных и перспективных ГПА. Самый главный вывод – курс на применение газотурбинных ГПА, принятый в нашей стране значительно ранее, чем в других странах, экономически оправдан: КС на современных газовых магистралях следует оборудовать только газотурбинными агрегатами.

В связи с образованием института «НИИгазэкономика» экономические работы во ВНИИГАЗе были свернуты, и А.К. Арский, покинув институт в 1973 г., продолжил научную деятельность в системе Академии наук страны, где занимался вопросами развития дальних перспектив мировой энергетики по разделу «Нефть и газ». Анатолий Константинович внес существенный вклад в развитие газовой отрасли, его разработки были кирпичиками высокой пробы в фундаменте становления газовой отрасли.

Арского отличали эрудиция, трудолюбие, незаурядная увлеченность делом, интеллигентность, скромность, общительность, у него было много друзей, в том

числе его питомцы из секции бокса, которую он вел несколько лет в поселке Развилка, занимаясь и с трудновоспитуемыми подростками.

Анатолий Константинович внес существенный вклад в развитие научных исследований ВНИИГАЗа, передав коллегам свои знания и опыт проведения аналитических исследований.

Прошло много лет. Газовая промышленность в своем развитии сделала огромный скачок, заняв прочные позиции на мировом рынке. В этой ситуации для управленческих структур того времени (ГКНТ, Госплан СССР, Совмин) стала актуальной регулярная аналитическая информация о состоянии развития отечественной газовой промышленности, техническом уровне производства в сопоставлении с передовыми достижениями мировой практики. Эта работа была поручена ВНИИГАЗу, учитывая накопленный опыт и преемственность, она выполнялась в течение многих лет. Результаты были опубликованы в ряде отраслевых изданий.

Список наиболее важных работ А.К. Арского

Арский А.К. Природный газ в энергетике США / А.К. Арский; под ред. В.М. Гальперина. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963.

Арский А.К. Промышленность природного газа капиталистических и развивающихся стран / А.К. Арский, А.Н. Арянин. – М.: Недра, 1969.

Арский А.К. Природный газ в химической промышленности США: тематич. науч.-техн. обз. / А.К. Арский, А.П. Горкин. – М.: ВНИИгазэкономика, 1968.

Арский А.К. Рекомендации по использованию зарубежного опыта в области магистрального транспорте газа / А.К. Арский. – М.: Мингазпром, ВНИИГАЗ, 1971.

Гальперин В.М. Некоторые вопросы экономики транспорта газа / В.М. Гальперин, А.К. Арский, А.Н. Арянин // Известия АН СССР «Энергетика и транспорт». – 1966. – № 2.

Арский А.К. Определение оптимальных параметров газопровода с применением электронной вычислительной машины / А.К. Арский, М.Г. Сухарев // Газовая промышленность. – 1966. – № 4.

Арский А.К. Экономические интервалы применения газоперекачивающих агрегатов различного типоразмера: тематич. науч.-техн. обз. / А.К. Арский, М.Н. Волчкова, З.Т. Галиуллин и др. – М.: ВНИИгазэкономика, 1971.

Арский А.К. Экономическая эффективность основных методов выравнивания сезонной неравномерности потребления газа в США / А.К. Арский, А.Н. Арянин // Подземное хранение газа. – М.: ЦНИИТИнефтегаз, 1964.

Выдающийся ученый и практик газового дела Станислав Николаевич Бузинов

А.А. Михайловский, К.И. Джафаров



Станислав Николаевич
Бузинов, д.т.н., профессор
(1931–2012)

Всю свою трудовую деятельность С.Н. Бузинов посвятил развитию газовой отрасли. Известный в стране и за рубежом ученый-практик в области проектирования, разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений стоял у истоков развития одной из подотраслей газовой промышленности – подземного хранения газа в пластах-коллекторах. Его работы в значительной степени определили высокие темпы развития газовой отрасли страны, обеспечив надежную и эффективную работу Единой системы газоснабжения.

Станислав Николаевич Бузинов родился 5 марта 1931 г. в селе Ново-Александровское Спас-Деменского района Калужской области. В 1950 г. поступил в Московский нефтяной институт им. акад. И.М. Губкина, который и окончил с отличием в 1955 г. по специальности «Эксплуатация нефтяных и газовых скважин» с присвоением квалификации горного инженера. В том же году поступил в аспирантуру этого института.

В 1958 г. под руководством профессора И.А. Чарного подготовил и защитил кандидатскую диссертацию на тему «Теоретические и экспериментальные исследования фильтрации двухфазных систем».

В 1957 г. С.Н. Бузинов пришел во Всесоюзный научно-исследовательский институт природных газов – ВНИИГАЗ, где проработал более 55 лет. За это время он прошел путь от младшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника, руководителя лаборатории, начальника отдела до директора Центра ПХГ.

Исследовательские работы Станислава Николаевича внесли значительный вклад в развитие теоретических основ подземной гидрогазодинамики. Академические работы по физическому моделированию, лабораторным исследованиям и вычислительным экспериментам процессов взаимного вытеснения и двухфазной фильтрации газа и воды в пористых средах стали истинно классическими. Особое место в научных работах С.Н. Бузинова занимают гидродинамические исследования нефтяных, газовых, водяных скважин и пластов. Этим вопросом он занимался на протяжении всей своей жизни, по этому направлению им написано несколько монографий и опубликованы многочисленные статьи.

С именем Станислава Николаевича неразрывно связано научно-практическое обоснование разработки значительного числа крупных газовых и газоконденсатных месторождений, таких как Вуктыльское, Оренбургское, Медвежье и др., создание проектов по освоению ряда зарубежных месторождений.

В 1981 г. С.Н. Бузинов защитил докторскую диссертацию на тему «Принципы разработки и эксплуатации крупных газовых месторождений и подземных хранилищ газа».

Созданные С.Н. Бузиновым научные основы широко используются при проектировании разработки месторождений, оценке коэффициентов газо- и конденсатоотдачи. В течение последних примерно двадцати лет он активно и плодотворно занимался созданием эффективных и научно обоснованных методов разработки новых трудноосваиваемых месторождений, таких как Пеляткинское и др.

Ключевым направлением прикладных научных исследований С.Н. Бузинова является газоконденсатная тематика. В этой области он внес огромный вклад в развитие теоретических основ термогидродинамического моделирования сложных пластовых систем и проведение гидрогазодинамических исследований газоконденсатных залежей.

Под его научным руководством на мировом уровне создана экспериментальная база и проведены многочисленные экспериментальные и теоретические исследования процессов движения многофазных систем в вертикальных и наклонных трубах для обоснования технологических режимов эксплуатации газовых скважин в условиях водо- и пескопроявлений. Эти проблемы приобрели особую актуальность после перехода ряда базовых месторождений Западной Сибири на позднюю стадию разработки.

Большое внимание в своей работе С.Н. Бузинов уделял вопросам повышения производительности и экономической эффективности эксплуатации газовых скважин за счет внедрения горизонтального бурения, увеличения диаметра и совершенствования способов заканчивания скважин.

Ведущим направлением всей научной и практической деятельности профессора С.Н. Бузинова являлось подземное хранение газа в пластах-коллекторах водоносных горизонтов и газоносных горизонтах истощенных



Диплом С.Н. Бузинова об окончании МНИ им. акад. И.М. Губкина (1955 г.)

газовых и нефтяных месторождений. Неоценим его вклад в создание научных основ средне- и долгосрочного прогнозирования и развитие сети подземных хранилищ газа для обеспечения надежности и повышения эффективности Единой системы газоснабжения в нашей стране и за рубежом. В своих трудах С.Н. Бузинов заложил научные основы комплексного проектирования опытно-промышленной закачки и циклической эксплуатации, наблюдения и контроля за созданием и эксплуатацией подземных хранилищ газа в водоносных пластах, истощенных газовых и нефтяных месторождениях. Под его научным руководством были разработаны и реализованы технологические проекты подавляющего числа подземных хранилищ газа на территории СССР – России, стран ближнего и дальнего зарубежья (Китая, Венгрии, Сербии, Болгарии, Австрии и др.).

В последние годы в научных исследованиях С.Н. Бузинова особое значение занимали вопросы интеллектуализации проектирования (прогнозирования) и оперативного управления технологическими процессами при разработке газовых месторождений и высокодинамичными неустановившимися процессами при подземном хранении газа. При этом наряду с адаптацией современных зарубежных компьютерных программ в качестве приоритетной ставилась задача разработки и широкого внедрения передовых отечественных алгоритмов и расчетных комплексов для выработки оптимальных решений совместной работы пласта, системы скважин и объектов обустройства промыслов и подземных хранилищ газа, а именно созданием отечественного программного продукта по расчету режимов работы подземных хранилищ газа.

Значителен вклад С.Н. Бузинова в создание научных основ проектирования и строительства временных подземных хранилищ в пластах-коллекторах для закачки и многолетнего хранения излишков попутного нефтяного газа при разработке нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений, расположенных в отдаленных малоосвоенных регионах нефтедобычи. При его участии впервые в стране (и, возможно, в мире) были созданы и реализованы проекты строительства временных подземных хранилищ для нефтяных компаний, работающих на территории России.

В круг научных исследований Станислава Николаевича входили также проблемы внедрения энергосберегающих технологий, повышения экономической эффективности и экологической безопасности эксплуатирующихся объектов газовой промышленности.

Научная новизна и значимость результатов деятельности С.Н. Бузинова для экономики страны подтверждены 25 изобретениями по технологии эксплуатации газовых месторождений и ПХГ, медалями ВДНХ СССР. Он автор четырех монографий, более 130 научных трудов, опубликованных в российских и зарубежных научных журналах, изданиях АН СССР (РАН). Его книги, написанные 40–30 лет тому назад, и сегодня остаются настольными для газовиков-разработчиков¹.

Профессор С.Н. Бузинов – академик РАЕН, Украинской нефтегазовой академии, Международной академии минеральных ресурсов, лауреат Государственной премии СССР за разработку Оренбургского ГКМ, премии Правительства РФ за создание крупнейшего в мире Касимовского ПХГ, премии им. академика И.М. Губкина и первой Премии ОАО «Газпром» за создание Краснодарского ПХГ. Награжден орденом Трудового Красного Знамени, орденом «За заслуги перед Отечеством» II степени, медалями «За доблестный

¹ Например: Бузинов С.Н. Исследование нефтяных и газовых скважин и пластов / С.Н. Бузинов, И.Д. Умрихин. – М.: Недра, 1984. – 272 с.

труд», «Ветеран труда», знаком «Почетный работник газовой промышленности», медалью ГДР «Заслуженный активист».

Значителен вклад С.Н. Бузинова в совершенствование высшего нефтегазового образования, подготовку и переподготовку специалистов газовой промышленности, обеспечение ее предприятий, научно-исследовательских и проектных организаций квалифицированными кадрами. Им создана научная школа в области разработки месторождений и подземного хранения газа, подготовлено значительное число высококвалифицированных специалистов, 25 кандидатов и четыре доктора наук, которые применяют полученные знания и опыт на предприятиях газовой промышленности и в науке.

Станислав Николаевич Бузинов возглавлял научную работу на созданной в 2007 г. в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» базовой кафедре «Газовые технологии и ПХГ» РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина.

Как это часто бывает, наряду с выдающимися научным и инженерными талантами в нем были прекрасные человеческие качества. В его натуре строгость, требовательность и беспощадная прямота в науке удивительно сочетались с огромным душевным богатством. Станислав Николаевич всегда проявлял доброжелательность и уважительность к людям, желание помочь во всем. Ему были свойственны щедрость души, открытость и простота в отношениях со старшими и младшими. Он обладал высоким чувством юмора.

Хочется отметить трогательный факт из жизни С.Н. Бузинова. В своей биографии он отметил: *«Мои основные «достижения» (самое основное мое достижение), что у меня есть внучка».*

Всех удивляла его преданность своей малой родине – Спас-Деменскому району Калужской области. Он часто там проводил свой отпуск, привозил оттуда фотографии и книги по истории этого края, где были и его публикации. Очень серьезно он рассказывал о своем увлечении собиранием грибов и выращиванием помидоров.

Повезло тем сотрудникам ВНИИГАЗа, кто на своем жизненном пути встретился со Станиславом Николаевичем Бузиновым.

Рудольф Михайлович Тер-Саркисов

О.В. Николаев



Рудольф Михайлович Тер-Саркисов,
д.т.н., профессор.
Выступление на международной
конференции (2004 г.)
(1939–2016)

Под руководством Р.М. Тер-Саркисова впервые в мировой практике разработки месторождений природных газов были созданы научные основы извлечения жидких углеводородов с низкой фазовой конденсатонасыщенностью газоносного продуктивного пласта. На их базе создана технология низконапорного газового воздействия, которая была реализована в промышленном масштабе на крупнейшем истощенном Вуктыльском нефтегазоконденсатном месторождении (НГКМ), имеющем большие остаточные запасы жидких углеводородов.

Тер-Саркисов родился в г. Баку в семье нефтяника. Трудовую биографию начал с февраля 1961 г. в нефтепромысловом управлении «Азизбековнефть» Миннефтепрома СССР (оператор, помощник мастера по добыче нефти). После срочной воинской службы (ноябрь 1961 г. – октябрь 1964 г.) работал в том же нефтепромысловом управлении инженером цеха капремонта скважин. В 1970 г. окончил промысловый факультет Азербайджанского института нефти и химии, поступил в аспирантуру ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (тогда – институт ВНИИГАЗ). В 1974 г. после защиты кандидатской диссертации по теме «Экспериментальные исследования фильтрации многокомпонентных углеводородных систем с учетом фазовых превращений» стал членом коллектива института. В 1985 г. защитил докторскую диссертацию по теме «Методы повышения углеводородоотдачи из пласта на завершающей стадии разработки газоконденсатных месторождений». Во ВНИИГАЗе последовательно занимал должности младшего, затем старшего научного сотрудника, руководителя лаборатории, начальника отдела, директора центра, заместителя генерального директора по науке.

Когда в 2002 г. Рудольф Михайлович Тер-Саркисов был назначен генеральным директором ООО «Газпром ВНИИГАЗ», важнейшим направлением деятельности Института было обоснование Программы комплексного освоения, использования природных ресурсов и повышения эффективности разработки газовых месторождений Западной и Восточной Сибири, Прикаспия, Тимано-Печорского бассейна. Одновременно велись исследования по созданию новых технологий ремонта и технического обслуживания газопроводов; глубокой переработки углеводородного сырья; освоения и обустройства месторождений шельфа; энерго- и ресурсосбережения; экологической и технологической безопасности объектов газовой промышленности.

Научные разработки по извлечению жидких углеводородов с низкой фазовой конденсатонасыщенностью продуктивного пласта позволили создать технологию низконапорного газового воздействия, которая была реализована в промышленном масштабе на крупнейшем истощенном Вуктыльском НГКМ,

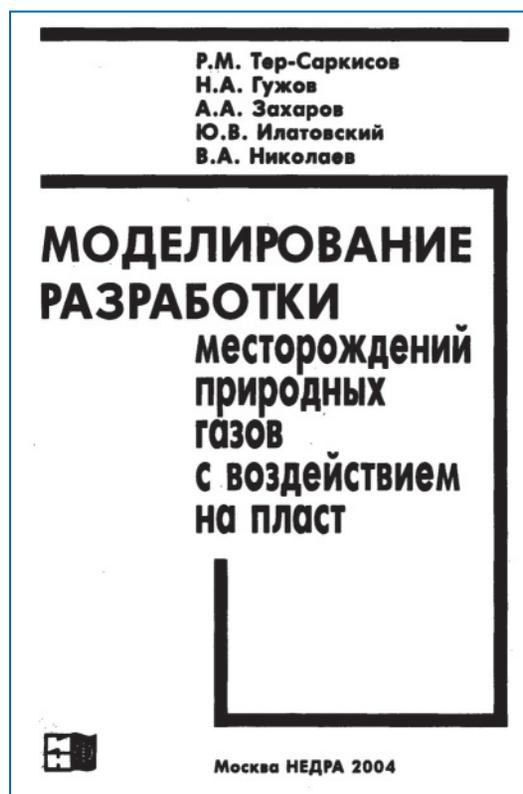
имеющем большие остаточные запасы жидких углеводородов. Р.М. Тер-Саркисов, будучи одновременно директором институтского Центра термодинамики и инициатором проведения этого крупнейшего в истории страны промышленного эксперимента, продолжал внимательно следить за проведением этих испытаний и их результатами. Целью реализации новой технологии являлось существенное повышение конечной газоконденсатоотдачи при разработке этого месторождения. Изначально предполагалось завершить эксперимент в течение нескольких лет, однако в силу высокой эффективности результатов работы были продолжены. Согласно Дополнениям к проекту разработки Вуктыльского НГКМ (2014 г.) до 2030 г., благодаря внедрению этой, не имеющей аналогов в мире технологии из недр месторождения будет дополнительно извлечено более 1,5 млн т жидких углеводородов и до 7–8 млрд м³ газа. В этот же период сохраняется существующая промышленная инфраструктура и решаются социально-экономические проблемы городов Вуктыла и Сосногорск.

Период, когда институт возглавлял Р.М. Тер-Саркисов, оказался весьма значимым кроме всего прочего тем, что экспериментальная база была пополнена уникальным специализированным стендом для испытания технологий эксплуатации газовых скважин. Это оборудование позволяет успешно вести важные исследования с целью повышения эффективности отбора газа в сложный завершающий период разработки месторождений.

Р.М. Тер-Саркисов являлся членом совета Международного газового союза, где возглавлял Комитет по разведке, разработке и добыче газа, являлся участником крупнейших международных научных форумов, в том числе нефтяных и газовых конгрессов. Имел звания профессора, заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника газовой промышленности. Был действительным членом РАЕН и Академии горных наук, лауреатом Премии правительства РФ в области науки и техники за 2002 г.

Автор более 250 научных трудов, включая фундаментальные монографии, такие как: «Разработка месторождений природных газов» (1999 г.), «Разработка и добыча трудноизвлекаемых запасов углеводородов» (2005 г.), «Компонентоотдача пласта при разработке газоконденсатных залежей» (1995 г., в соавторстве с А.И. Гриценко и В.А. Николаевым), «Разработка газоконденсатных месторождений с воздействием на пласт» (1996 г., в соавторстве с А.И. Гриценко и А.Н. Шандрыгиным), «Разработка и эксплуатация газовых месторождений» (2002 г., в соавторстве с Р.И. Вяхириным и А.И. Гриценко) и др.

Подготовил более 15 кандидатов и докторов технических наук.



Фундаментальная работа коллектива ученых во главе с Р.М. Тер-Саркисовым «Моделирование разработки месторождений природных газов с воздействием на пласт» (2004 г.)

С 1998 г. возглавлял базовую кафедру разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений и подземной гидромеханики в Ухтинском государственном техническом университете, был профессором кафедры разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина.

Высокий научный авторитет и глубокое уважение сотрудников института позволили Рудольфу Михайловичу 2002–2005 гг. успешно исполнять должность генерального директора ВНИИГАЗа.

После 2005 г. Р.М. Тер-Саркисов работал на посту первого заместителя генерального директора – главного инженера ООО «Севморнефтегаз», дочерней компании ОАО «Газпром», занимающейся разработкой морских нефтегазовых месторождений. В течение этого периода он возглавлял проектирование крупнейших месторождений арктического шельфа (Штокмановское и Приразломное), акватории Ирана (Южный Парс) и других.

В последние годы жизни являлся главным научным сотрудником Института проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН, заместителем председателя секции Научно-технического совета ПАО «Газпром», членом редколлегии журнала «Газовая промышленность».

Рудольф Михайлович Тер-Саркисов – крупнейший советский и российский ученый экспериментатор и практик.

О Германе Алексеевиче Зотове

Н.А. Гужов, д.т.н., ветеран ВНИИГАЗа

*О милых спутниках, которые наш свет
Своим присутствием для нас животворили,
Не говори с тоской: их нет,
Но с благодарностью: были.*

В.А. Жуковский

Эти слова Василия Андреевича Жуковского напрямую относятся к Герману Алексеевичу Зотову, который, без преувеличений, был ярчайшим представителем науки о разработке газовых месторождений и прекрасным человеком.

Герман Зотов – простое имя, скромный, искренний и доброжелательный человек. Родился Герман Алексеевич 28 февраля 1935 г. на железнодорожной станции Якшанга Поназыревского района Костромской области. Отец, Алексей Иванович Зотов, служащий на лесозаводе, фронтовик, воевал на Ленинградском фронте в Великую Отечественную войну, награжден медалью «За оборону Ленинграда». Мать, Лидия Павловна Зотова, – домохозяйка. С серебряной медалью Герман окончил среднюю Якшангинскую школу № 22.

В 1952 г. парень из глубокой провинции поступил в Московский нефтяной институт имени акад. И.М. Губкина, что было не так-то просто при конкурсе 7 претендентов на одно место. И в 1957 г. Герман Алексеевич, после обучения на горнонефтяном факультете, получает диплом с квалификацией «горный инженер». Это был первый выпуск новой кафедры по разработке газовых месторождений. О том, какая это была сильная группа, свидетельствует то, что вместе с Зотовым в ней учились также будущие профессора К.С. Басниев, В.Н. Николаевский и другие.

После учебы Зотов начал работать во ВНИИГАЗе – инженер, руководитель группы; младший, старший и главный научный сотрудник; заместитель директора по науке; советник генерального директора.

Наряду с обширной и плодотворной научной деятельностью во ВНИИГАЗе Герман Алексеевич много сил и энергии посвятил преподавательской работе. В РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина был доцентом, профессором кафедры разработки и эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений, руководителем проблемной лаборатории. Преподавал в Кабульском политехническом институте (Афганистан).

Его кандидатская диссертация «Газодинамические методы исследования газовых скважин» (1966 г.) и докторская диссертация «Научные основы проектирования и анализа разработки газовых месторождений» (1985 г.) явились ярким вкладом в нефтегазовую науку.



Герман Алексеевич Зотов,
д.т.н., профессор
(1935–2006)



Г.А. Зотов (в центре)
в Кабульском политехническом институте
(Афганистан, 1973 г.)

при освоении ресурсов природного газа. Газовые геотехнологии XXI века»; «Механика насыщенных пористых сред»; «Основные принципы проектирования газохимических комплексов»; «Определение уровней добычи газа на длительную перспективу»; «Эксплуатация скважин в неустойчивых коллекторах»; «Технология разработки крупных газовых месторождений».

Выпущенные под его руководством и при его определяющем творческом участии руководства по исследованию скважин неоднократно переиздавались, стали настольными книгами и путевками в науку для нескольких поколений научных и инженерно-технических работников газовой промышленности. Более востребованной книги в нашей области науки невозможно найти.

Герман Алексеевич подготовил 15 кандидатов наук и был научным консультантом 7 докторских диссертаций.

Г.А. Зотов – крупный ученый в области разработки газовых месторождений. Уже в середине 1960-х гг. принимал непосредственное участие в подсчете запасов крупнейшего в СССР Шебелинского месторождения, проводил промысловые испытания на месторождениях Краснодарского края, Якутии, Восточной Украины, Узбекистана, Волгоградской области. Его более чем 30-летние теоретические, экспериментальные и промысловые исследования и широкое внедрение их в проекты разработки крупнейших месторождений СССР явились базой для создания Научных основ проектирования разработки месторождений природного газа.

Г.А. Зотов провел основные исследования при создании проекта разработки Советабадского месторождения, что значительно ускорило ввод месторождения в разработку, а также позволило увеличить проектный уровень отбора

Герман Алексеевич был членом Центральной комиссии по разработке месторождений ОАО «Газпром», диссертационного совета при ВНИИГАЗе, действительным членом РАЕН, Академии горных наук.

Участвовал в проектировании разработки и практическом освоении всех базовых газовых месторождений бывшего СССР, стран Восточной Европы, Ближнего Востока, Китая и др. Был ответственным исполнителем генеральных схем развития газовой промышленности.

Автор 7 изобретений, 230 опубликованных работ, в числе которых 7 монографий, статьи в сборниках и ведущих отраслевых и академических журналах. Широко известны такие его работы, как: «Структура и тенденции дальнейшего развития в XXI веке научных основ разработки месторождений природного газа»; «Горные науки и рациональное недропользование

УДК 622.279.5.001.42

Зотов Г.А., Лягай Д.В. Газодинамические методы расчета технологического режима работы пакерных скважин, эксплуатирующих месторождения малосернистых газов. – М.: ВНИИГазпром, 1989. Обз.информ. Сер.Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений, Вып.10, Рис.10, табл.12. Список литературы – 6 наименований. Код по рубриктору 52.47.17

В обзоре рассмотрены вопросы, связанные с газодинамическим исследованием пакерных скважин, эксплуатирующих месторождения малосернистых газов, и установлением технологического режима работы на этих скважинах.

газа на 5 млрд м³. Фактический годовой экономический эффект от внедрения рекомендаций за 1981–1985 гг. составил 1,95 млн руб. Внедрение аналогичных рекомендаций на Шатлыкском месторождении позволило получить в эти же годы фактический экономический эффект в размере 1,77 млн руб. Им созданы методические основы определения уровня добычи газа на длительную перспективу, реализованные в генеральных схемах развития газовой промышленности, топливно-энергетических комплексов Западной Сибири и Туркмении 1981–1985 гг. Фактический экономический эффект от внедрения составил 1,85 млн руб. Надо учесть, что эффект считался в рублях того времени, которые были в сотни раз дороже нынешних.

Проведенный при самом непосредственном участии Г.А. Зотова прогноз показателей разработки крупнейшего Карачаганакского газоконденсатного месторождения позволил в самые сжатые сроки ввести это месторождение в разработку.

Исследования и разработки Германа Алексеевича использовались и используются при проектировании практически всех месторождений природного газа страны и за рубежом, в том числе уникальных месторождений Западной Сибири (Медвежье, Уренгойское, Ямбургское), Прикаспия и Средней Азии.

Г.А. Зотов – основоположник научной школы по созданию теоретических основ проектирования и анализа разработки месторождений природного газа, рассматриваемых с позиций исследования и проектирования сложных динамических систем и внедрения их в практику проектирования крупнейших месторождений страны. Герман Алексеевич Зотов стоял у истоков организации первых газодинамических исследований скважин, начиная от методологии и постановки задачи до реализации на конкретных объектах добычи. Производственники или, как говорят промысловики, ценили его как гениального исследователя, который на «ты» был со скважиной и мог решать задачи не только сегодняшнего, но и завтрашнего дня.



Герман Алексеевич Зотов был членом НТС Бюро Совета Министров СССР по топливно-энергетическому комплексу, председателем секции разработки газовых месторождений НТС Мингазпрома СССР, членом Центральной комиссии по разработке Мингазпрома СССР, руководителем межотраслевой научно-технической программы «Конденсат», руководителем филиала кафедры разработки газовых месторождений МИНХ и ГП во ВНИИГАЗе, руководителем временного научного коллектива по созданию методов разработки нефтяных оторочек, членом диссертационного совета ВНИИГАЗа.

Выдающаяся научная деятельность Г.А. Зотова была по достоинству оценена государством. Он был награжден орденом Трудового Красного Знамени за вклад в освоение газовых месторождений Тюменской обл. (1985); орденом «Знамя труда» I степени за освоение газовых месторождений ГДР (1984); медалями «Ветеран труда» (1986), «В память 850-летия Москвы» (1997); удостоен званий «Заслуженный работник нефтяной и газовой промышленности Российской Федерации» (1999), «Почетный работник газовой промышленности» (1985), нагрудного знака «Ветеран труда газовой промышленности» (1995).

При размышлениях о пути становления газовой промышленности невольно приходят в голову определенные аналогии.

1935 г. – родился Герман Зотов – будущая надежда газовой промышленности, которой, впрочем, в ту пору еще не существовало, но СССР добывал 1,7 млрд м³/год.

1952 г. – Герман Зотов поступил в институт – добыча газа в стране достигла 7 млрд м³/год.

1957 г. – Герман Алексеевич поступил на работу во ВНИИГАЗ; СССР добывает уже 23 млрд м³ газа в год.

К 1966 г., когда Герман Алексеевич защитил кандидатскую диссертацию; СССР добывает 142 млрд м³ газа в год.

1985 г. – докторская диссертация Германа Алексеевича; СССР добывает 596 млрд м³ газа в год.

В 1992 г., когда Герман Алексеевич становится членом-корреспондентом РАЕН, добыча газа в России составила 641 млрд м³ газа в год.

Он жил, если можно так выразиться, в газовой промышленности, рос вместе с ней, отдавал ей свой огромный талант и силы.

Во время его работы газовая промышленность выделилась в самостоятельную отрасль народного хозяйства и выросла в небывалую в мире структуру.

Многогранная деятельность Германа Алексеевича внесла огромный вклад в становление и развитие Мингазпрома СССР, а впоследствии – ОАО «Газпром», где его мнение всегда было значимым, а по ряду вопросов и определяющим.

Как никто другой понимал Зотов необходимость комплексного подхода к разработке газовых (газоконденсатных, нефтегазоконденсатных) месторождений, всестороннего анализа всех аспектов их разработки. В этом ему всегда помогала необыкновенная эрудиция и глубокие разносторонние знания. *«Разработчик должен знать все – от геологии до экологии»* – этому афоризму Герман Алексеевич соответствовал в прямом, а не в переносном смысле.

Герман Алексеевич (наверное, это качество действительно гениальных людей) не делил людей по возрасту и заслугам, внимательно и доброжелательно готов был обсуждать научные проблемы даже с самыми молодыми, «зелеными» специалистами. Общаться с ним на научные темы было очень легко.



На заседании Ученого совета ВНИИГАЗа с профессором К.С. Басниевым

На заседаниях Ученого совета, на защитах диссертаций он необычайно быстро разбирался в сути рассматриваемых проблем, и его высказывания по ним поражали точностью, краткостью и ясностью формулировок. Сам Герман Алексеевич великолепно вел такие заседания.

Общение с ним было праздником, так как он моментально улавливал и тут же развивал мысли собеседника, вкладывая в них новое содержание, придавая им более масштабный уровень. Сочетание классической системы знаний с принципиально новыми концепциями геоинформационного обеспечения решения нефтегазовых проблем позволяло Зотову опережать свое время, формируя базу для решения инновационных проблем освоения нефтегазовых объектов. Герман Алексеевич отмечался простотой в общении, характерной для российского, советского интеллигента, был щедр на идеи, которые раздавал своим коллегам. Имел открытый и веселый характер. Общаться с ним (не только по научным проблемам) было в удовольствие.

Геннадий Павлович Цыбульский

А.Ю. Джабраилов



Геннадий Павлович
Цыбульский, к.ф.-м.н.
(1924–2009)

Чтобы оценить достижения Геннадия Павловича Цыбульского, надо вспомнить оснащение отдела математического моделирования и вычислительной техники ВНИИГАЗа. Об этом оснащении сейчас помнят только ветераны института, и с той базы надо было двигаться вперед.

Г.П. Цыбульский пришел во ВНИИГАЗ в начале 1980-го г. благодаря директору института А.И. Гриценко. Пришел на должность начальника отдела математического моделирования и вычислительной техники. Отдела, которого не было и который надо было создавать, отдела, с одной стороны, способного разрабатывать средства математического моделирования, а с другой – обеспечить его качественное развитие. Электронной вычислительной техники, машин (ЭВМ) в институте тогда, по большому счету, не было.

Однако предварительно необходимо пояснить разницу в понимании терминов «численное (математическое) моделирование» и «модельер» в 1980-е гг. и в настоящее время. В настоящее время под «численным моделированием» какого-то процесса, связанного с разработкой месторождений или транспортом углеводородов понимается, как правило, использование приобретенных программных пакетов (чаще иностранных). В 1980-е гг. и ранее готовых сторонних программных средств практически не было. Во ВНИИГАЗе, тем не менее, расчеты фильтрационных и других процессов на ЭВМ выполнялись, но только с использованием программных средств, фактически создаваемых сотрудниками института.

Люди, которые занимались в то время созданием и практическим использованием таких программных средств, должны были понимать физику процесса, модель которого необходимо было создавать. Было необходимо уметь сформулировать математическую постановку задачи, определить численный метод ее решения, составить программу на языке программирования, отладить и протестировать ее на ЭВМ, выполнить расчеты и выработать формы представления расчетных данных для анализа и дальнейшего их использования. Никаких дисплеев, мониторов, не говоря уж о настольных компьютерах, у сотрудников не было и в помине. Написанная на языке программирования программа набивалась на перфокартах. Колода перфокарт сдавалась на ЭВМ для выполнения.

В 1980 г. во ВНИИГАЗе работала одна ЭВМ ЕС-1033. Реальный режим работы, которой был следующим:

- в 8 часов 15 минут сотрудники лаборатории, обслуживающей ЭВМ, (электронщики и системщики) начинали запуск машины;
- часам к 11 или 12 (как правило) ЭВМ была готова к работе;

- после этого начиналась «прокрутка» программ (т.е. колод перфокарт) пользователей;
- в 17.30 – выключение ЭВМ.

На следующий день процесс повторялся.

С учетом того что пользователей ЭВМ в институте было уже несколько десятков, «прокрутить» программы реально было один раз в день. Если учесть, что даже относительно небольшую (50–100 операторов или строк) программу для отладки необходимо было прокрутить десяток-другой раз, можно представить себе трудности пользователей.

Приняв такое «хозяйство», Геннадий Павлович проявил не только качества ученого, но и выдающегося организатора.

Лаборатория математического моделирования сразу же начала пополняться молодыми выпускниками мехмата МГУ, МФТИ, МИФИ, МИНХ и ГП (ныне – РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина), которых Геннадий Павлович лично выбирал из будущих выпускников этих вузов. И автор этих строк принадлежит к числу первых «птенцов» Г.П. Цыбульского. Лаборатория же вычислительной техники пополнялась электронщиками «от бога», которых Геннадий Павлович умел не только найти, но и уговорить перейти на работу в наш институт.

В отделе стали проводить еженедельный научный семинар, в работе которого активно участвовали также многие ученые и специалисты других научных подразделений института. На заседаниях семинара докладывались и детально обсуждались научные разработки отдела и института. Особенно полезны и конструктивны такие обсуждения работ были для нас, молодых специалистов. Результаты не замедлили сказаться – уже через год первые программные средства, созданные в лаборатории математического моделирования, начали применяться в работе других подразделений института.

Параллельно шла работа по улучшению обеспечения вычислительной техникой, совершенствованию ее использования. Первым, хотя и нелегко достигшимся результатом работы Геннадия Павловича в этом направлении было существенное повышение надежности работы ЭВМ, а затем – организация непрерывной круглосуточной работы вычислительной техники.

Одновременно улучшалась и периферия, были установлены первые пользовательские терминалы, приобретен и запущен в работу графопостроитель, позволявший выводить графическую информацию (графики, карты строения залежей, распределения полей параметров и т.д.) в наглядной форме в размерах до 200×200см.

Однако настоящий прорыв был осуществлен в 1985 г., когда институт стараниями Г.П. Цыбульского получил ЭВМ ЕС-1055. Мощность этой машины позволила качественно изменить условия работы всех пользователей вычислительной техники в институте – на их столах появились терминалы удаленного доступа, пользователи получили возможность одновременного независимого доступа к ЭВМ со своих рабочих мест.

Через короткое время ВНИИГАЗ стал обладателем самой мощной советской ЭВМ – ЕС-1066. Первые четыре машины этой серии ушли в оборонный комплекс, а пятая пришла в наш институт. Как Геннадию Павловичу удалось этого добиться, так и осталось тайной.

Все это было достигнуто в советское время, когда поставки таких вычислительных комплексов были строго централизованы, распределялись задолго до их производства.

К началу 1990-х гг. развитие электронных вычислительных средств вышло на качественно новый уровень. С одной стороны, были созданы компактные

ЭВМ, которые могли быть размещены на индивидуальных рабочих местах, а с другой – терминалы этих машин стали графическими, цветными. Сферы применения таких машин существенно расширились, они постепенно становились неотъемлемой частью рабочих мест всех сотрудников института.

Под руководством Геннадия Павловича Цыбульского было проведено техническое перевооружение, выработана и реализована сетевая компьютерная структура, объединяющая все подразделения института. Организация сети оказалась настолько удачной, что не требует существенных изменений уже более двух десятилетий.

Время, к сожалению, неумолимо. Нет уже среди нас и Геннадия Павловича. Но есть результаты его работы в институте. И есть наша память об этом замечательном человеке.



**ВНИИГАЗОВЦЫ –
ЛАУРЕАТЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ
И ПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫХ ПРЕМИЙ**

Государство высоко ценит научные достижения ученых ВНИИГАЗа, многие из них становились лауреатами различных государственных премий страны в составе авторских коллективов на всех исторических этапах развития газовой промышленности СССР – России.

Не многие отраслевые научные учреждения нашей страны имеют такие достижения.

Краткий анализ позволяет сделать следующие выводы: 39 вниигазовцев стали лауреатами государственных премий в области геологии/геофизики/разработки месторождений; 18 ученых – в области газотранспортных технологий; 3 сотрудника – в области подземного хранения газа; 5 сотрудников – в области переработки природного газа; 4 сотрудника – в области экологии и природоохранных технологий; 1 – в области образования; государственных премий стран СНГ удостоены 3 сотрудника.

Руководитель лаборатории комплексной разведки газоконденсатных месторождений Коми филиала ВНИИГАЗа, д.г.-м.н., профессор Андрей Яковлевич Кремс в 1969 г. был удостоен звания «Герой Социалистического Труда» с вручением ордена Ленина и золотой звезды «Серп и молот» за большие заслуги в развитии геологоразведочных работ на нефть и газ.

Надо, однако, отметить, что некоторые ученые получили признание их научных достижений и высокие звания еще до 1948 г., до создания ВНИИГАЗа и до их прихода в институт (В.М. Сенюков, А.Я. Кремс и др.). Всего во временном промежутке с 1941 по 2014 гг. более 70 ученых ВНИИГАЗа получили звание лауреатов различных государственных премий страны, причем некоторые неоднократно (таблица).

Конечно же, премии были неравнозначными, на различных исторических этапах изменялись их названия и вручались они за достижения в разных областях деятельности: Сталинская премия за выдающиеся работы в области науки (I и II степеней), Сталинская премия за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы (I, II, III степеней), Ленинская премия в области техники, Премия Совета министров СССР, Государственная премия СССР, Государственная премия РФ, Премия Правительства РФ в области науки и техники, Премия Правительства РФ в области образования.

Ученые ВНИИГАЗа получали звание лауреатов государственных премий наряду с представителями производственных коллективов как разработчики технологий, внедренных в производство и всемерно содействующих развитию отечественной газовой отрасли.

Среди лауреатов государственных премий – крупнейшие ученые отрасли, вниигазовцы первого поколения, ставшие основателями целого ряда научных школ: по основам направленных поисков и разведки газовых месторождений (А.Л. Козлов, В.Г. Васильев); изучению вопросов газовой динамики (Е.М. Минский, О.Ф. Андреев); исследованиям проблем предупреждения и борьбы с коррозией оборудования в системах добычи, подготовки и внутрипромыслового транспорта газа (Н.Е. Легезин); изучению пластовых систем (А.И. Гриценко, Р.М. Тер-Саркисов); проблемам переработки газа (К.С. Зарембо, П.А. Теснер); подземному хранению газа (В.Н. Раабен, С.Н. Бузинов). При этом хронологически первая в списке награда (1941 г.) – звание лауреата Сталинской премии I степени за выдающиеся работы в области науки, присвоенное геологу В.М. Сенюкову, с 1953 г. работавшему во ВНИИГАЗе над формированием научного направления газовой геологии.

В XXI в. ученые ВНИИГАЗа расширили спектр научных заслуг, став обладателями государственных премий не только в области создания новых

технологий по геофизике, разработки месторождений, газотранспортных систем, но и в области экологии, образования и качества.

В 2011 г. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» был награжден дипломом Совета по присуждению премий Правительства РФ в области качества «За достижение значительных результатов в области качества».

ВНИИГАЗовцы – лауреаты и их премии

Год присуждения	Ф.И.О. лауреата	Государственная награда и тема работы
1941	Сенюков Василий Михайлович	Сталинская премия за выдающиеся работы в области науки I степени «За открытие нефти в древнейших осадочных толщах и монографию «Река Толба и нефтеносность северного склона Алданского массива»
1946		Сталинская премия I степени за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы «За открытие и исследование Елшанского газового месторождения»
1947	Бернштейн Михаил Александрович	Сталинская премия II степени за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы «За открытие и промышленное освоение газовых месторождений Верхней Ижмы»
	Кремс Андрей Яковлевич	
1949	Васильев Виктор Григорьевич	Сталинская премия II степени за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы «За открытие и разведку газонефтяных месторождений»
	Козлов Анатолий Львович	
1950	Елин Николай Дмитриевич	Сталинская премия III степени за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы «За открытие новых месторождений природного газа»
1951	Кремс Андрей Яковлевич	Сталинская премия III степени за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы «За открытие и освоение газовых и нефтяных месторождений в Коми АССР»
1951	Данов Александр Васильевич	Сталинская премия III степени за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы «За открытие и освоение нового нефтяного месторождения»
1951	Теснер Павел Александрович	Сталинская премия II степени «За разработку нового метода производства газовой сажи печным способом»
	Кельцев Владимир Владимирович	
1960	Кудряшов Евгений Владимирович	Ленинская премия в области техники «За открытие и разведку крупнейшего в СССР Газлинского месторождения природного газа»
1962	Раабен Владимир Николаевич	Премия Совета министров СССР «За успешное проведение научно-исследовательских работ в области геологии, технологии и переработки газа»

Год при-суждения	Ф.И.О. лауреата	Государственная награда и тема работы
1963	Теснер Павел Александрович	Ленинская премия в области техники «За разработку процесса и промышленной технологии получения печной активной высокодисперсной сажи ПМ-70 из жидких углеводородов»
1963	Арутюнов Алексей Иванович	Ленинская премия в области техники «За коренное усовершенствование техники разработки газоконденсатных месторождений»
1974	Амурский Геннадий Иванович	Государственная премия СССР в области науки и техники «За открытие, высокоэффективную разведку и ускоренную подготовку к разработке в условиях Каракумской пустыни уникального месторождения газа Шатлык Туркменской ССР»
1975	Медведев Владимир Николаевич	Государственная премия СССР «За цикл работ по созданию новых оптических методов исследования сложных примесных центров и дефектов в кристаллах»
1978	Андреев Олег Филиппович	Государственная премия СССР «За комплекс научно-технических решений по ускоренному вводу в разработку Медвежьего газового месторождения в условиях Крайнего Севера»
	Коротаев Юрий Павлович	
	Шмыгля Пётр Терентьевич	
1980	Беньяминович Осип Александрович	Государственная премия СССР в области науки и техники «За создание и внедрение установок получения гелиевого концентрата из бедных гелиеносных газов производительностью 3,0 млрд м ³ /год по перерабатываемому газу»
1981	Изотов Николай Иванович	Премия Ленинского комсомола в области науки и техники «За совершенствование методов проектирования, анализа и управления разработкой Медвежьего и Уренгойского газовых месторождений для обеспечения ускоренного развития Западно-Сибирского нефтегазового комплекса»
	Подолько Михаил Иванович	
1981	Бузинов Станислав Николаевич	Государственная премия СССР «За создание крупного промышленного комплекса по добыче и переработке сероводородсодержащего газа на базе Оренбургского ГКМ»
	Карпов Анатолий Константинович	
1981	Легезин Николай Егорович	Премия Совета министров СССР «За создание крупного Мубарекского газового комплекса по добыче, транспорту и переработке сероводородсодержащих газов на базе внедрения прогрессивной технологии и отечественного оборудования»
1981	Карпов Анатолий Константинович	Государственная премия СССР «За комплекс научно-технических решений по ускоренному вводу в эксплуатацию Оренбургского газохимического комплекса»

Год при- суждения	Ф.И.О. лауреата	Государственная награда и тема работы
1985	Гергедава Шахо Калистратович	Премия Совета министров СССР «За разработку, организацию производства и применение комплекса термобаростойких взрывчатых материалов для прострелочно-взрывных работ в глубоких скважинах с целью изучения недр земли, разведки и разработки месторождений нефти и газа»
1985	Щуровский Владимир Александрович	Премия Совета министров СССР «За проектирование и строительство унифицированных наземных объектов газопроводов»
	Одишария Гурами Эрастович	
1985	Лернер Борис Михайлович	Премия Совета министров СССР «За создание и внедрение в производство прогрессивной технологии плазменной сварки и высокопроизводительного оборудования для ремонта и восстановления узлов турбинных установок газоперекачивающих агрегатов»
1986	Васильев Юрий Николаевич	Премия Совета министров СССР «За разработку и внедрение в народное хозяйство газовых двигателей ИГД ЮОМ»
1986	Коротаев Юрий Павлович	Государственная премия СССР «За освоение нефтегазовых ресурсов»
1987	Гриценко Александр Иванович	Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники «За разработку прогрессивных научно-технических решений, обеспечивших ускоренное развитие Уренгойского месторождения»
1987	Пантелеев Герман Фёдорович	Премия Совета министров СССР «За разработку и внедрение комплекса методов регулирования газоснабжения народного хозяйства страны на основе подземных хранилищ газа»
1987	Григорьев Борис Афанасьевич	Премия Совета министров СССР «За участие в разработке Комплексной системы оперативного обеспечения народного хозяйства нормативно-справочными данными о теплофизических свойствах технически важных газов и жидкостей»
1989	Клюсов Анатолий Александрович	Государственная премия РСФСР в области науки и техники «За разработку и внедрение новых технологических решений при строительстве скважин на газовых, газоконденсатных месторождениях Крайнего Севера»
1994	Крылов Николай Алексеевич	Государственная премия Украины в области науки и техники «За создание Тектонической карты Украины как основы изучения геологического строения недр»
1995	Антонов Владимир Георгиевич	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За разработку и серийное освоение фонтанного оборудования нового поколения на газовых и нефтяных месторождениях»
	Ремизов Валерий Владимирович	

Год при-суждения	Ф.И.О. лауреата	Государственная награда и тема работы
1995	Босняцкий Георгий Петрович	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За разработку научных основ и новых технологий обеспечения надежности, экономичности и безопасности нагнетательных установок на компрессорных станциях газовой и нефтяной промышленности и станциях обеспечения транспорта газомоторным топливом»
	Засецкий Владимир Георгиевич	
	Васильев Юрий Николаевич	
1996	Харионовский Владимир Васильевич	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За создание и промышленную реализацию технологий и средств неразрушающего контроля и диагностики строительных конструкций»
1996	Григорьев Борис Афанасьевич	Государственная премия РФ в области науки и техники «За разработку теоретических и прикладных методов определения теплофизических свойств газов и жидкостей, используемых в энергетике и других отраслях техники»
1997	Коротаев Юрий Павлович	Государственная премия РФ за «Разработку комплекса научно-технических решений, обеспечивающих надежность добычи природного газа при энергосберегающих технологиях и повышение газо- и конденсатоотдачи недр»
	Гриценко Александр Иванович	
1998	Ремизов Валерий Владимирович	Государственная премия РФ в области науки и техники «За цикл трудов «Прогноз, разведка и разработка газовых месторождений крайнего севера Сибири»
1998	Бузинов Станислав Николаевич	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За создание Касимовского подземного хранилища газа для обеспечения надежности газоснабжения европейской части Российской Федерации»
	Семёнов Олег Григорьевич	
1999	Карасевич Александр Мирославович	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За разработку и внедрение научно-технологического комплекса газификации Западной Сибири и других регионов России на основе использования отечественных полиэтиленовых труб и соединительных деталей нового поколения»
2000	Харионовский Владимир Васильевич	Государственная премия РФ «За разработку научных основ и внедрение комплекса технических решений по обеспечению надежности и безопасности мощных газотранспортных систем криолитозоны»
2002	Тер-Саркисов Рудольф Михайлович	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За разработку стратегии развития газовой промышленности России, создание и внедрение новых технологий добычи газа и конденсата в экстремальных природно-климатических и горно-геологических условиях»
2003	Щуровский Владимир Александрович	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За создание и внедрение газоперекачивающих агрегатов серии «Урал» для компрессорных станций магистральных газопроводов»

Год при- суждения	Ф.И.О. лауреата	Государственная награда и тема работы
2003	Григорьев Борис Афанасьевич	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За участие в создании научных основ и промышленное внедрение информационных технологий нового поколения для управления разработкой нефтегазо-конденсатных месторождений»
2005	Огнев Владимир Васильевич	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За разработку принципиально новых высокопроизводительных турбокомпрессорных установок авиационной компактности (1 кг/кВт) при стационарном ресурсе (100000 ч), внедрение в широкое серийное производство и создание на их основе энергокомплексов тяжелых кораблей, атомных ледоколов, металлургических и химических комбинатов, превышающих мировой уровень»
2006	Харионовский Владимир Васильевич	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За разработку технологии, освоение промышленного производства и осуществление широкомасштабных поставок спиральношовных электросварных труб диаметром до 1420 мм для обустройства магистральных трубопроводов»
2007	Минаков Игорь Иванович	Премия Правительства РФ в области науки и техники «Разработка и внедрение комплекса инновационных высокоэффективных технологий и технологических решений, обеспечивающих ввод в разработку трудноизвлекаемых запасов и кратное увеличение добычи нефти на месторождениях ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз»
2007	Ампиров Юрий Петрович	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За технологию подготовки запасов углеводородов промышленных категорий на примере Штокмановского газоконденсатного месторождения»
	Мирзоев Дилижан Аллахверди оглы	
	Штейн Ян Игоревич	
	Шаров Сергей Александрович	
	Тимонин Александр Николаевич	
2009	Велиюлин Ибрагим Ибрагимович	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За разработку и внедрение методов и комплекса технических средств, обеспечивающих конструктивную прочность и безопасную эксплуатацию газотранспортной системы России»
	Решетников Александр Данович	
2009	Григорьев Борис Афанасьевич	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За участие в разработке и внедрении в производство автоматизированной системы обеспечения безопасности объектов транспорта газа»

Год при-суждения	Ф.И.О. лауреата	Государственная награда и тема работы
2010	Григорьев Борис Афанасьевич	Премия Правительства РФ в области образования «За комплекс учебников, учебных пособий и учебно-методических разработок «Теоретические основы теплотехники»
2012	Акопова Гретта Семёновна	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За создание безотходной экологически чистой технологии обезвреживания и утилизации нефтешламов и ее практическое применение на объектах нефтегазового комплекса»
	Козлов Сергей Иванович	
	Стрекалова Людмила Викторовна	
	Попов Павел Борисович	
2014	Люгай Дмитрий Владимирович	Премия Правительства РФ в области науки и техники «За разработку и внедрение комплекса научно-технических решений при строительстве и вводе в эксплуатацию Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения»
	Цыбульский Павел Геннадьевич	

Работы ученых института отмечены медалями ВДНХ СССР и международных выставок, общественными премиями имени Н.К. Байбакова в области устойчивого развития энергетики и общества, первыми премиями Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа, региональными наградами.

Сотрудники ВНИИГАЗа в соавторстве с другими учеными ежегодно становятся лауреатами Премии ПАО «Газпром» в области науки и техники. Со времени учреждения этой премии ею удостоены 44 ученых ВНИИГАЗа, некоторые – дважды.

П Р И К А З

НАЧАЛЬНИКА ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИЖОСОВЕТСКОГО
ХИМИКА И ГАЗА "ГЛАВГАЗХИМЗАТ" при Совете Министров СССР

№ 260

г. Москва

2. 11/10/48
11/10/48 г.

В соответствии с распоряжением Совета Министров СССР от 21 мая 1948 года № 6306-р - П р и к а з

1. Организовать Всесоюзный научный институт природных газов (ВНИИГАЗ) в Москве на базе центральной научно-исследовательской лаборатории по поискам и разведке газа в ВНИИГАЗе.
2. Временно исполняющим обязанности ВНИИГАЗ назначить директора ЦНИИХИМЗАТ СЕРЕБРЕННИКОВА В.А.
3. Директору ВНИИГАЗ СЕРЕБРЕННИКОВУ В.А. в течение 15 дней с момента вступления в должность представить в Главное управление ИЖОСОВЕТСКОГО ХИМИКА И ГАЗА на территории ВНИИГАЗа:
 4. Закрыть за Институтом ИЖОСОВЕТСКОГО ХИМИКА И ГАЗА в настоящее время лабораторию в количестве 15 помещений, в том числе 10 помещений в здании бывшего Главгаша на территории ВНИИГАЗа.
 5. Начальнику Главного управления ИЖОСОВЕТСКОГО ХИМИКА И ГАЗА представить в течение 15 дней с момента вступления в должность список помещений, оборудования и инвентаря, подлежащих передаче на территорию ВНИИГАЗа.
 6. Временно исполняющим обязанности ВНИИГАЗ представить в течение 15 дней с момента вступления в должность список помещений, оборудования и инвентаря, подлежащих передаче на территорию ВНИИГАЗа.

Начальник Главного
Совета Министров

П Р И К А З

ПО ВСЕСОЮЗНОМУ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ ИНСТИТУТУ
ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ /ВНИИГАЗ/ ГЛАВГАЗА СССР,

г. Москва.

№ 1-178

18 декабря 1956 г.

1. Организовать с 10 декабря 1956 г. лабораторию подземного хранения газа.
2. Назначить руководителем лаборатории подземного хранения газа кандидата наук тов. ХЕИНА Абрама Львовича с окладом 3000 руб.
3. Назначить научным руководителем геологической группы лаборатории подземного хранения газа тов. КОЗЛОВА А.А.
4. Освободить руководителя лаборатории подземного хранения газа тов. ХЕИНА А.А. с 1-го января 1957 г. представлять полномочия возложенных на нее задач.
5. Перевести в лабораторию подземного хранения газа:
 - а) на лабораторию газодинамики:
 2. КОЗЛОВА П.П. на должность механика с окладом 800 рублей в месяц.
 3. ГРИЦОВА К.С. на должность лаборанта 1 категории с окладом 800 рублей в месяц.
 4. УСТИНОВИЧОВА В.М. на должность лаборанта 2 категории с окладом 600 рублей в месяц.
 5. на лабораторию разработки газовых месторождений:
 1. НИКОВА Р.Н. на должность старшего инженера с окладом 1500 рублей в месяц.

ДИРЕКТОР ВНИИГАЗ
верно: *[подпись]* /А.ИВАНОВ/

ИЗ ПРИКАЗОВ О ВНИИГАЗЕ

35

П Р И К А З

НАЧАЛЬНИКА ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ЖИДКОГО
ТОПЛИВА И ГАЗА "ГЛАВГАЗТОШПРОМ" при СОВЕТЕ МИНИСТРОВ
СОЮЗА ССР

№ 260

"2" ~~мая~~ ^{июня} 1948 г.

г. Москва

В соответствии с распоряжением Совета Министров СССР от 21 мая 1948 года № 6206-р - П р и к а з ы в а ж:

1. Организовать Всесоюзный научно-исследовательский Институт природных газов (ВНИИГАЗ) с местонахождением в г. Москве на базе центральной научно-исследовательской лаборатории Управления по поискам и разведкам и лаборатории № 5 Института ВНИГИ.
2. Временно исполняющим обязанности директора Института ВНИИГАЗ назначить директора ЦНИЛ"а Угазразведки тов. СТАРОБИНЕЦ Е.Я.
3. Директору ВНИГИ т. Серебренникову передать Институту ВНИИГАЗ лабораторию № 5 с предусмотренными по этой лаборатории штатными единицами, наличным составом, утвержденным на 1948 год, ассигнованиями и всеми имущественно-материальными ценностями, включая опытную установку ~~на~~ печной саже в Царицыне. Передачу произвести по балансу на 1-ое мая 1948 г.
4. Закрепить за Институтом ВНИИГАЗ помещение, занимаемое в настоящее время лабораторией № 5 Института ВНИГИ. Директору ВНИГИ т. Серебренникову обеспечить по договору с ВНИИГАЗ обслуживание работ, проводимых Институтом ВНИИГАЗ на территории ВНИГИ, наравне с лабораториями ВНИГИ.
5. Начальнику Угазразведки т. Васильеву передать Институту ВНИИГАЗ предусмотренные на 1948 год для ЦНИЛ"а фонды на материалы, оборудование, горючее и прочие виды снабжения.
6. Временно и.о. директора Института ВНИИГАЗ т. СТАРОБИНЦУ в пятидневный срок разработать и представить мне на рассмотрение структуру, штаты Института и план научно-исследовательских работ на 1948 год.

Начальник Главгазтошпрома при
Совете Министров СССР -

(В. МАТВЕЕВ)

Матвеев
29/1

Приказ Главгазтошпрома при СМ СССР от 02.06.1948 № 260
(Российский государственный архив экономики (РГАЭ), фонд 8726,
опись 1, дело 215, лист 35)

П Р И К А З

ПО ВСЕСОЮЗНОМУ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ ИНСТИТУТУ
ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ /ВНИИГАЗ/ ГЛАВГАЗА СССР.

г.Москва.

18 декабря 1956 г.

№ к-178

1. Организовать с 10 декабря 1956 г. лабораторию подземного хранения газа.

5. Назначить руководителем лаборатории подземного хранения газа кандидата наук тов. ХЕЙНА Абрама Львовича с окладом 3000 руб.

7. Назначить научным руководителем геологической группы лаборатории подземного хранения газа тов. КОЗЛОВА Анатолия Львовича.

8. Обязать руководителя лаборатории подземного хранения газа тов. ХЕЙНА А.Л. к 1-му января 1957 г. представить предложения по структуре лабораторий обеспечивающей выполнение возложенных на нее задач.

9. Перевести в лабораторию подземного хранения газа:

а/ из лаборатории газодинамики:

2. КИРИЛЛОВА П.П. на должность механика с окладом 380 рублей в месяц.

3. ГРЫЗЛОВА К.С. на должность лаборанта 1 категории с окладом 800 рублей в месяц.

4. УСТИНОВИЧКОВА В.М. на должность лаборанта 2 категории с сохранением получаемого оклада 600 рублей в месяц.

б/ из лаборатории разработки газовых месторождений:

1. БЫКОВА И.Н. на должность старшего инженера с окладом 1500 рублей в месяц.

ДИРЕКТОР ВНИИГАЗ

/А.ИВАНОВ/

верно:



Выписка из приказа по ВНИИГАЗу от 18.12.1956 № к-178
(Архив ООО «Газпром ВНИИГАЗ», фонд ВНИИГАЗ, опись 167, дело 4969)

Выдержки из приказов по ВНИИГАЗу
(Российский государственный архив
научно-технической документации (РГА НТД);
сканированные копии документов хранятся в архиве
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

**Приказ по Всесоюзному НИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 2 января 1959 г. № Д-4:**

В соответствии с Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 15 августа 1958 г. № 935 и приказом Главгаза СССР от 27 ноября 1958 г. № 403 организовать Украинский филиал ВНИИГАЗа с местонахождением в г. Харькове.

*Директор ВНИИГАЗа
А. Иванов*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 14 сентября 1963 г. № 189:**

В соответствии с распоряжением ВСНХ СССР СМ СССР от 2 сентября 1963 г. № 194 и приказом Газпрома СССР от 6 сентября 1963 г. № 167 в состав ВНИИГАЗа передан Ухтинский нефтегазовый отдел с местоположением в г. Ухте.

1. Принять от Печорского научно-исследовательского угольного института Ухтинский нефтегазовый отдел со всем личным составом, а также имуществом и прочими активами по состоянию на 1-ое января 1963 г.

*И.о. директра ВНИИГАЗа
Н. Елин*

**Приказы по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 22.02.1965 г. № 28 и от 31.05.1965 г. № 112:**

Приказами Госкомитета по газовой промышленности СССР от 09.02.1965г. № 103 и приказом по ВНИИГАЗу от 22.02.1965г. № 28 в г. Баку был создан Азербайджанский филиал ВНИИГАЗа со штатом 18 человек, позже – самостоятельный институт ВНИПИгаз.

*И.о. директра ВНИИГАЗа
С. Гудков*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 26 февраля 1966 г. № 44:**

Во исполнение приказа Министра газовой промышленности СССР от 03.02.1966 г. № 145 приказываю:

1. Организовать в г. Тюмени филиал ВНИИГАЗа, который в дальнейшем именовывать «Тюменский филиал ВНИИ природных газов».

*Директор ВНИИГАЗа
П. Теснер*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 13 сентября 1966 г. № 190:**

В соответствии с постановлением СМ СССР от 9 июля 1966 г. № 512 Министерство газовой промышленности поручило ВНИИГАЗу принять участие в составлении генеральной схемы геологоразведочных работ на газ в северных районах Тюменской области на период до 1975 г.

*Зам. директора ВНИИГАЗа
Г. Габриэлянци*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 21 февраля 1968 г. № 41:**

В целях повышения качества исследований для координации работ по развитию научных основ теоретической и технической кибернетики в области газовой промышленности, в дополнение к приказу от 06.11.1965 г. № 205 приказываю:

Организовать Совет по проблеме Кибернетики в составе ... 15 человек.

*Директор ВНИИГАЗа
П. Теснер*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 12 апреля 1968 г. № 83:**

В целях повышения качества проведения и улучшения координации научно-исследовательских работ в области автоматизации и телемеханизации объектов газовой промышленности, в дополнение к приказу от 06.11.1965 г. № 205 приказываю:

Организовать Совет по проблеме автоматики и телемеханики в составе ... 14 человек.

*Директор ВНИИГАЗа
П. Теснер*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 29 мая 1968 г. № 113:**

В целях повышения качества научно-исследовательских работ по экономике добычи и транспорта газа и разработки методических вопросов в области экономики газовой промышленности, в дополнение к приказу от 06.11.1965 г. № 205 приказываю:

Организовать Совет по проблеме экономики добычи и транспорта газа в составе ... 13 человек.

*Директор ВНИИГАЗа
П. Теснер*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 15 октября 1968 г. № 243:**

1. Согласно приказу Мингазпрома от 28.09.1968 г. № 219-орг, согласованного с Госкомитетом СМ СССР по науке и технике (решение Коллегии Комитета от 22.08.1968 г. № 45), организован в г. Ухте Коми филиал ВНИИГАЗа на базе Ухтинского нефтегазового отдела.

*И.о. директора ВНИИГАЗа
С. Гудков*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 31 января 1969 г. № 28:**

С целью повышения оперативности в решении задач уникального Оренбургского газоконденсатного месторождения приказываю:

Создать Проблемный Совет по Оренбургскому газоконденсатному месторождению под моим председательством в составе ... 21 человека.

*И.о. директора ВНИИГАЗа
С. Гудков*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 28 марта 1969 г. № 64:**

За последние несколько лет во ВНИИГАЗе практиковалось создание Проблемных Советов. Всего было создано 14 Проблемных Советов, в том числе один объединенный Проблемный Совет.

Анализ работы Проблемных Советов, проведенный сектором НОТ с привлечением специалистов и представителей общественных организаций показал, что Проблемные Советы в своей деятельности дублируют работу уже имеющихся организаций и подразделений института, в том числе Ученого Совета и его секций, Редакционного совета, Сектора координации, не внося, по существу, ничего нового в их работу. Больше того, объединенный Проблемный Совет за два года своего существования провел одно заседание, и то организационного характера.

На основании вышеизложенного, а также учитывая, что изменилась система планирования научно-исследовательских работ п р и к а з ы в а ю:

- 1. Проблемные Советы распустить.*
- 2. Все приказы, изданные ранее по указанному вопросу, считать утратившими силу.*

*И.о. директора ВНИИГАЗа
С. Гудков*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 11 октября 1967 г. № 223:**

*В связи с окончанием строительства **Профилактория** на 100 мест в поселке ВНИИГАЗа на Развилке приказываю: рабочей комиссии по определению готовности объекта провести работу 17 октября 1967 г. в 11 часов.*

*Директор ВНИИГАЗа
П. Теснер*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 26 декабря 1968 г. № 310:**

*В связи с окончанием строительства **Пожарного депо на 2 автомашины** в пос. Развилка, приказываю: создать рабочую комиссию по определению готовности объекта для предъявления его приемке Межведомственной комиссии. Комиссию провести 27 декабря 1968 г.*

*Директор ВНИИГАЗа
С. Гудков*



**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 6 июня 1969 г. № 143:**

В соответствии с постановлением заседания коллегии Мингазпрома «О мерах по ускоренному освоению Оренбургского газоконденсатного месторождения и развития газовой промышленности в Оренбургской области» от 16.01.1969 г. приказываю:

1. Создать в г. Оренбурге Уральский отдел ВНИИГАЗа.

...

*И.о. директора ВНИИГАЗа
Ю. Кортаев*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 28 июня 1971 г. № 136:**

Объявляется приказ Министерства газовой промышленности СССР от 28 мая 1971 г. № 45 «О мерах по упорядочению и рациональному размещению сети научно-исследовательских и проектных институтов и об организации научно-технических производственных объединений».

В соответствии с постановлением Государственного комитета СМ СССР по науке и технике от 6 мая 1971 г. № 141 п р и к а з ы в а ю:

1. Создать специализированные научно-исследовательские институты:

а) Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт по транспорту природного газа – ВНИПИТрасгаз в г. Киеве на базе Государственного института по проектированию предприятий газовой промышленности – ГИПРОгаз;

б) ВНИПИ по переработке газа – ВНИПИгазпереработка в г. Краснодаре, на базе краснодарского филиала Государственного НИПИ – ЮжНИИгипрогаза и краснодарского отдела Северокавказского филиала ВНИИГАЗа;

в) Сибирский НИПИ природных газов – СибНИПИгаз в г. Тюмени на базе тюменского филиала ВНИИГАЗа и тюменского отдела ЮжНИИгипрогаза;

г) Северокавказский НИИ природных газов – СевКавНИИгаз в г. Ставрополе на базе Северо-Кавказского филиала ВНИИГАЗа;

д) Сибирский НИПИ газонефтепромыслового строительства – СибНИПИгазстрой в г. Тюмени на базе тюменского ВНИИ по строительству магистральных трубопроводов – ВНИИСТА, проектного бюро Главтюменнефтегазстроя и отдела комплексного проектирования Государственного института по проектированию магистральных трубопроводов и специального строительства – Гипроспецгаз в пос. Лабитнанги.

2. Переименовать Государственный проектно-исследовательский институт – Востокгипрогаз в г. Саратове во Всесоюзный НИПИ по разработке газопромыслового оборудования – ВНИПИгаздобыча.

3. Создать в установленном порядке в Московской области Всесоюзный НИПИ по автоматизированным системам управления в газовой промышленности – ВНИПИАСУгазпром на базе вычислительного центра, лабораторий автоматики и телемеханики ВНИИГАЗа; отдела автоматизированных систем управления СКБ Газприборавтоматика; лабораторий технико-экономических основ АСУ и производственно-хозяйственной части ОАСУ ВНИИЭГазпрома.

4. ...

*Министр газовой промышленности СССР
А. Кортунюв*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 7 июля 1975 г. № 140:**

О составлении «Генеральной схемы развития газовой промышленности Севера Тюменской области» п р и к а з ы в а ю:

1. Утвердить рабочую программу выполнения «Генеральной схемы развития газовой промышленности Севера Тюменской области».

2. Возложить общее руководство по составлению «Генеральной схемы развития газовой промышленности Севера Тюменской области» и по координации работ на начальника отдела разработки Бузинова С.Н.,

*Директор ВНИИГАЗа
С.Ф. Гудков*

**Приказ по ВНИИ природных газов «ВНИИГАЗ»
от 23 июля 1976 г. № 124:**

П Р И К А З Ы В А Ю:

1. Включить в тематический план НИР института на 1976–1978 гг. комплексную проблему «Развитие газовой промышленности на период до 1990 и 2000 гг.»

Директор ВНИИГАЗа
С.Ф. Гудков

**Приказ по МИНХ и ГП им. И.М. Губкина и ВНИИ природных газов
«ВНИИГАЗ» от 26 сентября 1984 г. № 114/165:**

П Р И К А З Ы В А Ю:

1. Создать в III квартале 1984 г. на базе ВНИИГАЗа филиал кафедры нефтехимического синтеза МИНХ и ГП им. И.М. Губкина. ...

Ректор МИНХ и ГП им. И.М. Губкина проф.
В.Н. Виноградов
Директор ВНИИГАЗа проф.
А.И. Гриценко

**Приказ по МИНХ и ГП им. И.М. Губкина и ВНИИ природных газов
«ВНИИГАЗ» от 20 июня 1985 г. № 68/123:**

П Р И К А З Ы В А Ю:

1. Создать во ВНИИГАЗе филиал кафедры нефтегазовой и подземной гидромеханики МИНХ и ГП им. И.М. Губкина. ...

Ректор МИНХ и ГП им. И.М. Губкина
В.Н. Виноградов
Директор ВНИИГАЗа
А.И. Гриценко

**Приказ по Всесоюзному НИИ природных газов (ВНИИГАЗ)
от 30 декабря 1988 г. № 1788/д:**

Во исполнение приказа Мингазпрома СССР от 19.04.1988 г. №103 и в целях ускорения научного обеспечения работ по освоению нефтяных и газовых ресурсов Якутской АССР и прилегающих районов, предусмотренных «Долговременной программой комплексного развития производительных сил Дальневосточного экономического района, Бурятской АССР и Читинской области на период до 2000 г.»,

П Р И К А З Ы В А Ю:

1. Преобразовать Восточно-Сибирскую комплексную лабораторию в Дальневосточный комплексный научно-исследовательский отдел (ДВКНИО) ВНИИГАЗа с проектной группой по обустройству месторождений в г. Якутске.

2. Назначить начальником отдела к.т.н. Гершановича Г.Г. с окладом 450 руб. с последующей аттестацией.

Генеральный директор
А.И. Гриценко

**Приказ по ООО «НИИ природных газов и газовых технологий –
ВНИИГАЗ» от 13 августа 2001 г. № 106:**

П Р И К А З Ы В А Ю:

1. Создать с 10.08.01 **медицинскую службу** Общества в следующем составе: аппарат управления, врачебный здравпункт, санаторий-профилакторий.

Генеральный директор
В.В. Ремизов

**Приказ по ООО «НИИ природных газов и газовых технологий –
ВНИИГАЗ» от 24 июля 2006 г. № 124:**

П Р И К А З Ы В А Ю:

1. Создать в ООО «ВНИИГАЗ» Музей истории газового дела и ВНИИГАЗа.

...

8. К.И. Джафарову и Т.В. Климовой осуществлять курирование формирования экспозиции музея в соответствии с имеющейся концепцией экспозиции.

Генеральный директор

Р.О. Самсонов

**Приказ по РГУ н/г им. И.М. Губкина и ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
от 09.09.2010 г. № 258/257:**

В соответствии с решением Ученого совета РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина от 27.10.2009 г. и решением Президиума Ученого Совета ООО «Газпром ВНИИГАЗ» от 14.09.2009 г., а также руководствуясь Типовым положением о базовой кафедре,

П Р И К А З Ы В А Е М:

1. Создать в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» базовую кафедру РГУ н/г им. И.М. Губкина – кафедру исследования нефтегазовых пластовых систем.

Ректор РГУ н/г им. И.М. Губкина

В.Г. Мартынов

Генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

П.Г. Цыбульский

Содержание

ВНИИГАЗ – головной центр газовой науки. Вчера и сегодня (история и современность)	9
Роль геологов ВНИИГАЗа в развитии сырьевой базы газовой промышленности СССР и России	35
Проекты разработки крупнейших газовых и газоконденсатных месторождений	55
Газотранспортная система СССР – России и роль ВНИИГАЗа в ее формировании и развитии	73
История и перспективы развития газопереработки	133
Историческое развитие и перспективы работ по освоению месторождений углеводородов на континентальном шельфе	145
Роль ВНИИГАЗа в создании системы подземных хранилищ газа в СССР – России	163
Опыт ООО «Газпром ВНИИГАЗ» по совершенствованию технологических процессов промысловой подготовки газа	175
Экология газовой промышленности – ведущее направление в ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	185
Использование газа на транспорте	203
Управление риском – веление времени	219
Корпоративная система работ с керновым материалом и пробами пластовых флюидов в ПАО «Газпром»	229
История создания лаборатории комплексных исследований углеводородных систем	241
Развитие методов физического и математического моделирования фильтрационных процессов в ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	247
Направление исследований пластовых систем филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта	256
Лаборатория физики пласта	267
О математическом моделировании пластовых систем в лаборатории физики пласта	271
Опытно-экспериментальная база (Опытный завод) – поддержка науки	283
Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта	297
Общая история: СевКавНИПИгаз и ВНИИГАЗ (научно-техническое развитие и сотрудничество)	333

Развитие персонала – процесс непрерывный, требующий комплексного подхода	339
Учебный центр ООО «Газпром ВНИИГАЗ»	340
Подготовка научных кадров высшей квалификации в аспирантуре.	344
Базовые кафедры в НИИ природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ.	347
Базовая кафедра «Газовые технологии и подземное хранение газа»	348
Базовая кафедра «Исследование нефтегазовых пластовых систем»	354
Базовая кафедра «Фундаментальные основы газового дела».	355
Профсоюз ВНИИГАЗа – с заботой о людях	357
Музей газовой науки и технологий	363
Воспоминания ветеранов ООО «Газпром ВНИИГАЗ».	371
Охлаждение транспортируемого газа на магистральных газопроводах с использованием аппаратов воздушного охлаждения.	372
Эдуард Борисович Бухгалтер – из воспоминаний	379
Шестьдесят лет в науке о газе	383
История Дальневосточного комплексного научно-исследовательского отдела ВНИИГАЗа	390
Моя жизнь геолога-геофизика в газовой промышленности (газовая промышленность – моя судьба)	400
Их вклад в науку о газе был решающим.	409
Старше отрасли. Павел Теснер – 75 лет непрерывного стажа	410
О Павле Александровиче Теснере – спортсмене, наставнике, педагоге	415
З.Т. Галиуллин – выдающийся проектировщик магистральных газопроводов	418
З.Т. Галиуллин. История трех решений	422
Анатолий Константинович Арский.	430
Выдающийся ученый и практик газового дела Станислав Николаевич Бузинов	434
Рудольф Михайлович Тер-Саркисов	438
О Германе Алексеевиче Зотове	441
Геннадий Павлович Цыбульский	446
ВНИИГАЗовцы – лауреаты государственных и правительственных премий.	449
Из приказов о ВНИИГАЗе.	457

Юбилейное издание

**ФЛАГМАН ГАЗОВОЙ НАУКИ.
ВНИИГАЗУ – 70 ЛЕТ**

Редактор *Т.Г. Осияненко*
Корректор *М.В. Бурова*
Верстка *И.Ю. Белов*
Обложка *И.В. Шерстюк*

Подписано в печать 21.09.2018 г.
Тираж 300 экз. Формат 60×84/8.
Объем 54,41 усл. печ. л.

Отпечатано в ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
142717, Моск. обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка,
Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1

ISBN 978-5-89754-095-2



9 785897 540952

