

ИНСТИТУТУ ПРОБЛЕМ НЕФТИ И ГАЗА РАН – 25 ЛЕТ
Сообщение 2

А.Н. Дмитриевский
ИПНГ РАН, e-mail: a.dmitrievsky@ipng.ru

**III. Результаты исследований в области теории, методов и технологии
извлечения нефти и газа из недр**

В Институте проводятся исследования по созданию фундаментального базиса новых технологий разработки нефтяных и газовых месторождений, отражающих изменение структуры запасов, а также работы по совершенствованию традиционных технологий повышения нефтегазоконденсатоотдачи пластов.

Современные успехи в развитии геологии и геофизики, технические возможности глубокого бурения открыли новые перспективы разработки месторождений жидких и газообразных углеводородов, залегающих на больших глубинах, в сложных и не встречающихся ранее горно-геологических и термобарических условиях, в породах, физико-геологические параметры которых существенно отличаются от известных до сих пор.

Работы этого направления сосредоточены на решении проблем:

- формирования единой методологической основы моделирования фазового состояния и термодинамических свойств систем природных углеводородов во всем диапазоне термобарических условий и компонентных составов, соответствующих процессам разработки и эксплуатации месторождений;
- выявления особенностей фильтрации многокомпонентных многофазных углеводородных систем в околокритическом состоянии в условиях высоких давлений и температур;
- развития теории движения взаиморастворимых жидкостей и контроля внутрипластовых потоков с использованием индикаторов;
- создания научных основ "скважинно-трещинных" систем разработки нефтяных месторождений;
- экспериментального обоснования и развития теории и методов расчета коэффициентов извлечения нефти из неоднородных пластов;

- разработки методов расчета деформации массивов горных пород в результате разработки нефтяных и газовых месторождений;

- совершенствования способов компьютерного проектирования, моделирования технологических систем освоения нефтяных и газоконденсатных месторождений.

Итогом этих исследований явились практические предложения (реализованные в различных регионах страны, отраженные в научных публикациях и патентах):

- рекомендации по разработке нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений Прикаспийской впадины, углеводородные системы которых находятся в околокритическом состоянии;

- стратегия освоения ресурсов углеводородов в транзитных зонах внутренних морей России. (На ее основе предложена высокорентабельная технология разработки месторождений с труднодоступными и трудноизвлекаемыми запасами газа в прибрежной зоне Азовского моря);

- технологии освоения нефтегазовых ресурсов в сложных горно-геологических условиях;

- рекомендации по совершенствованию тепловых и физико-химических методов повышения нефтегазоотдачи пластов;

- адресные геологические и трехмерные гидродинамические модели для обводненных нефтяных месторождений, находящихся на поздней стадии разработки;

- реагенты, позволяющие увеличить нефтеотдачу пластов (Темпоскрин и др.).

Разработаны и использованы прогрессивные методы изучения реологических и физико-химических свойств полимерно-гелевых материалов для увеличения нефтеотдачи и борьбы с разливами нефти.

Исследованы реологические и физико-химические свойства новых материалов и на этой базе подготовлены опытные партии реагентов (Темпоскрин и Био-темпоскрин) для опытно-промысловых испытаний.

Проводилось изучение зависимости эффективности применения технологии Темпоскрин от геолого-геофизических условий нефтяных месторождений различных регионов России и Казахстана.

Разработанная в Институте технология физико-химического воздействия на нефтяные пласты с использованием полимерно-гелевых систем Темпоскрин прошла опытно-промысловые испытания на 35 нефтяных месторождениях России, Казахстана и Азербай-

джана. Проведено более 1250 скважино-операций. Технология Темпоскрин внедрена на нефтяных месторождениях 12-ти нефтедобывающих компаний. Технология позволяет получать 2,0–8,0 тыс. т дополнительной нефти на 1 т реагента Темпоскрин. По эффективности эта технология нефтеизвлечения превосходит все известные отечественные и зарубежные способы физико-химического воздействия на пласт.

На основе лабораторных и математических экспериментов созданы новые многофункциональные и усовершенствованы традиционные технологии разработки месторождений природных углеводородов, приводящие к увеличению коэффициентов газо-, нефте- и конденсатоотдачи продуктивных пластов.

Выполнен цикл лабораторных исследований по изучению закономерностей вытеснения углеводородных флюидов водой и неуглеводородными газами в моделях терригенных и карбонатных коллекторов с учетом и без учета низкочастотных колебаний; по выявлению закономерностей деформационных процессов и их влияния на коллекторские свойства пластов при разработке нефтяных и газовых месторождений.

Создана методология прогнозирования процессов фазовых превращений при высоких давлениях и температурах применительно к разработке месторождений, в том числе с околокритическими флюидами.

Проведены специальные фундаментальные углубленные исследования механизма гидроразрыва пласта. Найден класс решений теории упругости при четном параболическом распределении давления внутри трещины и предложен способ определения бокового горного давления на кровле и подошве пласта на основе положения о конечности напряжений в конце трещины и самостоятельного определения высоты трещины.

Учеными Института создано новое направление в нефтяной гидродинамике – учет макродисперсности нефти в пористых средах при вытеснении ее из нефтяных пластов. Обоснована возможность энергосбережения при разработке нефтяных месторождений за счет существенного снижения объемов закачиваемой воды при вытеснении нефти и повышении нефтеотдачи. Обоснована необходимость учета макродисперсного состояния нефти при выборе технологий доработки нефтяных залежей.

Развито направление разработки нефтяных месторождений на базе учета вещественного состава и структуры пористых сред. Показано, что изучение и регулирование свойств глинистых минералов является основой технологий разработки низкопроницае-

мых и глинодержащих коллекторов, запасы нефти в которых в различных регионах России составляют десятки миллиардов тонн.

Обоснована новая концепция эффективного порового пространства (ЭПП), позволяющая на системной основе повысить достоверность 3D геологического и 3D гидродинамического моделирования, исключить искажение фактического геологического строения продуктивных пластов из-за неучета реальных, конкретных свойств низкопроницаемых коллекторов (“неколлекторов”) и забалансовых запасов углеводородов, а также обеспечивающая возможность обоснования новых технологий повышения нефте-, газо-, конденсатоотдачи продуктивных пластов и новых методов исследования скважин и пластов.

Создан комплекс оптимальных принципиальных подходов для эффективного освоения запасов нефти и газа в сложных геолого-физических условиях на месторождениях различного типа.

Разработаны и апробированы на практике новые технологии исследования скважин и пластов, позволяющие определять в пластовых условиях коэффициенты вытеснения и функции относительных фазовых проницаемостей, значения проницаемости вдоль и поперек напластования и др. параметры, необходимые для достоверного проектирования разработки нефтяных месторождений.

Обоснована и реализована новая технология 3D гидропрослушивания, позволяющая определять компоненты тензора проницаемости в пластовых условиях.

Выполнены лабораторные исследования фильтрационных процессов в пористых средах, позволившие установить новые особенности процессов вытеснения и капиллярной пропитки, а также обосновать преимущества исследований в рамках концепции эффективного порового пространства.

Выявлены особенности влияния капиллярных эффектов на фильтрационные характеристики продуктивных пластов с учетом их трещиноватости и анизотропии, позволяющие существенно повысить достоверность математического моделирования пластовых процессов.

Установлены закономерности формирования остаточной нефти в поровом пространстве сложной геометрической формы, характерной для реальных пород-коллекторов нефти и газа, что позволяет физически корректно интерпретировать результаты экспериментального определения капиллярного давления в породах.

Определены факторы, определяющие эффективность технологий гидрофобизации призабойных зон добывающих скважин с целью снижения обводненности добываемой продукции.

Предложены модели распределения остаточной нефтенасыщенности в около- и межскважинном пространстве. Показано, что определяющим компонентом остаточной нефтенасыщенности для промытых зон гидрофильных пластов является капиллярно-защемленная остаточная нефть.

Исследованы механизмы образования и режимы вытеснения различных типов остаточной нефти и выявлены критерии типизации ее запасов. Разработаны гидродинамические модели распределения и довытеснения остаточной нефти в пласте и технологии улучшения показателей разработки месторождений на завершающей стадии.

Изучено взаимодействие флюид-порода в различных геолого-физических условиях. Экспериментальное определение степени гидрофобизации газо-нефтедержащих пород-коллекторов основывалось на исследовании пленочного течения воды по гидрофобной и гидрофильной поверхности пор. Было установлено, что степень гидрофобизации растет с увеличением температуры кипения углеводородного сырья. Определены корреляционные связи между коэффициентом гидрофобизации и порометрической характеристикой образцов. Результаты изучения специфических взаимодействий системы порода-вода-углеводороды позволяют осознанно прогнозировать характеристики геолого-технологических мероприятий, увеличивающих нефтеотдачу.

Определено влияние техногенных изменений коллекторских свойств пород. Происходящее изменение свойств пород при разработке залежей объясняется блокировкой проницаемых каналов, образованием твердых отложений, сжатием скелета поровой среды. В результате техногенных изменений производительность скважин уменьшается. Исследовано влияние основных видов ухудшения проницаемости. Построена модель, позволяющая идентифицировать механизмы поражения пласта, определять степень влияния каждого. Разработаны методы интенсификации добычи в зависимости от состояния околоскважинной зоны.

В Институте проводятся исследования взаимодействия породоразрушающего инструмента с горной породой и влияния динамики бурильной колонны на эффективность разрушения породы при бурении скважин. При исследовании процессов в системе пласт – скважина:

- установлены механизмы изменения пластов в циклических режимах работы скважин;
- выявлен эффект роста внутрислоевого давления при циклическом нагружении пласта и разработана пороупругая модель, описывающая эффекты аномального роста давлений в заглинизированных пластах;
- проанализировано влияние основных факторов на процессы образования гидратов в НКТ и затрубном пространстве нефтяных скважин.

Разработаны методы расчета гидратоопасных режимов и зон гидратообразования, основанные на использовании теории многофазного газогидратного равновесия и корректном моделировании термобарических характеристик функционирования скважин с учетом температуры многолетнемерзлых пород и тепловых эффектов, возникающих при движении нефти. Проанализировано влияние минерализации пластовой воды, ингибиторов гидратообразования, температуры пород, дебита и обводненности продукции. Предложены мероприятия по борьбе с последствием гидратопарафиновых отложений, меры по профилактике гидратообразования.

Разработана теоретическая концепция, объясняющая эффекты площадного действия волновой (вибрационной, ударно-волновой) обработки продуктивных пластов для повышения их нефтеотдачи и основанная на механизме активизации процессов перераспределения упругих напряжений в пласте и окружающих его горных породах, вызванных изменением пластового давления при разработке месторождения.

Совместно с ОАО «Татнефть» разработаны эффективные технические средства, позволяющие без дополнительных затрат энергии производить непрерывное динамическое воздействие на призабойные зоны нефтедобывающих скважин в процессе их эксплуатации штанговыми глубинными установками.

Исследованы особенности распределения упругих напряжений в горном массиве при разработке слоисто-неоднородных продуктивных пластов. Проведенные исследования позволяют подойти к теоретическому обоснованию технологий ударно-волнового и вибросейсмического воздействия на нефтяные залежи с целью повышения нефтеотдачи.

Развиты и детализированы представления о механизмах технологических изменений природных физических свойств пласта в околоскважинных зонах. Сформулирована и разработана динамическая петрофизика околоскважинных зон, а также предложены и реализованы способы геотехнологической оценки околоскважинных зон.

Расширены исследования физико-химического механизма магнитной обработки водных растворов, показавшие возможность кратного повышения приемистости нагнетательных скважин или существенного снижения давления нагнетания.

Изучены механизмы разрушения призабойных зон газодобывающих скважин на поздней стадии разработки газовых месторождений. Полученные результаты позволят разработать технологии снижения интенсивности выноса песка из добывающих скважин и продлить сроки экономически рентабельной разработки газовых месторождений.

На основе результатов анализа российского и зарубежного опыта освоения и разработки 200 «умных» месторождений углеводородов – современных нефтегазовых комплексов с интегрированной системой управления в режиме реального времени, и 800 «умных» скважин первого поколения – скважин, для которых используются системы оптиковолоконных сенсорных датчиков для контроля и управления в режиме реального времени, за последние 10 лет (2002–2012 гг.) установлено, что внедрение «умных» технологий позволяет ожидать увеличения конечной нефтеотдачи с 30 до 50%.

Разработаны научно-методические основы технологии применения конструкций горизонтальных скважин типа «Змея» и «Дракон», обеспечивающих добычу нефти из коллекторов сложного состава и строения. Применение технологий проводки горизонтальных скважин указанных типов позволяют увеличить продуктивность горизонтальных скважин на 20–30% за счет строительства горизонтальных и боковых стволов с учетом геологических и тектонических особенностей строения коллекторов. Использование конструкций скважин типов «Змея» и «Дракон» обеспечивают вовлечение в эффективную разработку дополнительных запасов нефти в остаточных целиках и линзах; новых залежей нефти, приуроченных к литологическим, тектоническим ловушкам и подкозырьковым залежам. В целом по РФ прирост извлекаемых запасов нефти может составить 1–3% (регион Сахалин-2, месторождения Колымской группы).

В рамках данного направления создан многокритериальный подход к выбору оптимального варианта разработки конкретного месторождения УВ.

Обоснованы технологические решения (принципы) разработки нефтегазоконденсатных залежей со слоисто-неоднородными, низкопроницаемыми коллекторами, базирующиеся на совместном отборе углеводородных флюидов и воды из скважинных систем с псевдогоризонтальными стволами и позволяющие увеличивать как нефте-, так и конден-

сатоотдачу пластов при существенном сокращении энергозатрат на добычу углеводородов.

Построена теория газоотдачи, основанная на установленных теоретически и экспериментально новых механизмах замещения газов пластовой водой (в высокопроницаемых пластах).

Обоснована возможность энергосбережения при разработке нефтяных месторождений за счет существенного снижения объемов закачиваемой воды при вытеснении нефти и повышения нефтеотдачи на основе установления закономерности пластового макродиспергирования нефти.

Для различных технологий добычи разработаны новые математические модели, описывающие процесс вытеснения углеводородов в случае переменной проницаемости пород. Созданы научные основы компьютерного моделирования процессов разработки газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений, в том числе:

- современное математическое обеспечение (алгоритмы и программные комплексы) для решения задач прогнозирования, анализа и регулирования разработки месторождений нефти и газа в трехмерной, многофазной постановке с учетом неоднородности и анизотропии коллекторских свойств продуктивных пластов;
- обоснованный многочисленными математическими экспериментами метод увеличения продуктивности скважин Астраханского ГКМ путем бескомпрессорного перепуска газа.

Создана методика многокритериального анализа успешности использования методов обработки призабойной зоны и мероприятий по повышению производительности скважин, которая позволяет ранжировать эти методы по степени удовлетворения поставленным целям и отбирать наиболее эффективные для более широкого последующего их применения.

Обоснованы критерии выбора технологий повышения продуктивности скважин на основе согласования механизмов процессов поражения пласта и восстановления его фильтрационных свойств.

Предложена процедура оценки неопределенности в конечных технологических показателях разработки и устойчивости решений уравнений подземной гидромеханики на основе использования методов нечеткой математики, которая предназначена для повышения обоснованности проектных решений при освоении нефтяных месторождений.

Разработаны основополагающие принципы освоения морских месторождений нефти и газа с использованием подводного бурения.

Создана система автоматизированного проектирования разработки нефтяных месторождений (САПР РНМ) с применением тепловых методов увеличения нефтеотдачи и внутрислоевого горения.

Учеными Института обоснованы:

- технология доработки месторождения с резко неоднородными коллекторами;
- комбинированные энергосберегающие технологии разработки трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов;
- энергосберегающая технология теплового воздействия на нефтяные пласты и соответствующее скважинное оборудование.

На основе теории двунаправленных процессов циклического замещения газа водой разработаны и внедряются методика оперативного мониторинга изменения показателей подземных хранилищ газа в процессе их циклической эксплуатации и пакет компьютерных программ, обеспечивающий получение данных для принятия обоснованных технологических решений и прогнозирования эффективного технологического регламента работы таких объектов.

Учеными Института изучаются:

- возможности регулирования свойств глинистых минералов как основы для создания технологии разработки низкопроницаемых и глиносодержащих коллекторов;
- роль дисперсности системы нефть – вода – порода в процессах вытеснения нефти из пористых сред;
- возможности повышения качества очистки нефтесодержащих сточных вод за счет гидродинамических эффектов;
- проблемы учета деформационных изменений проницаемости пластов в технологиях повышения нефтеотдачи;
- основные этапы трехмерного гидродинамического моделирования процессов разработки месторождений природных УВ;
- возможности реализации трехмерных многофазных задач прогнозирования, анализа и регулирования разработки месторождений нефти и газа.

Получены научные решения для слабо (или недостаточно) формализованных задач разработки нефтяных месторождений в условиях неопределенности и нечеткости исходных и текущих параметров.

Предложена процедура формирования типовых проектных ситуаций и выбора рационального варианта из них на основе использования теории нечетких множеств, что позволит сократить затраты на проектирование и повысить эффективность проектных решений.

Разработаны рациональные процедуры принятия решения в нечетких условиях на базе системного подхода по выбору метода воздействия и метода обработки призабойной зоны, выделению эксплуатационных объектов, выбору системы размещения скважин, что позволит на ранних стадиях проектирования рассматривать широкий спектр возможных методов воздействия, систем размещения и способов добычи. Созданы методики выделения эксплуатационных объектов в разрезе и по простиранию многопластовых нефтяных залежей при наличии неполной и нечеткой информации, полученной после проведения разведочных работ, с целью достижения более равномерной выработки запасов.

Создана методологическая основа для систем искусственного интеллекта разработки нефтяных месторождений, таких, как САПР, экспертные системы и системы принятия решений на базе нечеткой логики (использование которых способствует дальнейшей компьютеризации нефтегазовой отрасли), а также база данных, управляемая СУБД dBase по промышленным методам воздействия на нефтесодержащие пласты, для выбора метода повышения нефтеотдачи после заводнения.

Разработана методика системного анализа динамики процессов на поздних стадиях разработки нефтяных месторождений на основе теории нечетких множеств и вероятностно-статистических методов для контроля за проектными решениями и макрорегулирования данными процессами.

Созданные учеными Института технологии вошли в проектные документы по разработке Талинского нефтяного, Штокмановского, Оренбургского, Северо-Васюганского, Астраханского газоконденсатных, Яро-Яхинского, Прибрежного и Карачаганакского нефтегазоконденсатных месторождений.

Они были востребованы при совместных исследованиях на зарубежных месторождениях Тролл, Осеберг, Томмелитен-Гамма (Норвегия), на подземных газохранилищах Лаухштад и Кетцин (Германия).

К значительным достижениям последних лет следует отнести технологию извлечения высокомолекулярного сырья, опробованную на Оренбургском газо-конденсатном месторождении. НТС ОАО "Газпром" рекомендовал ее к широкомасштабному внедрению.

Разработаны:

- Технологический регламент на процесс комплексной глубокой переработки тяжелых остатков (высокомолекулярного сырья) мощностью 500–600 тыс. тонн в год;
- технико-экономические предложения по созданию комплексного опытно-промышленного производства по добыче и переработке в товарные продукты высокомолекулярного сырья;
- технико-экономические соображения по строительству Комплекса по глубокой переработке в моторные топлива сернистых газовых конденсатов и нефтей ОНГКМ производительностью до 1,5 млн. тонн в год по сырью;
- Бизнес-план строительства на базе ОПЗ технологического комплекса по глубокой переработке в моторные топлива сернистых нефтей и газовых конденсатов ОНГКМ с опытно-промышленным производством металлов из тяжелых остатков;
- Технико-экономическое обоснование строительства на площадке Оренбургского ОПЗ технологического комплекса по глубокой переработке газовых конденсатов и нефтей ОНГКМ.

Для осуществления возможности добычи матричной нефти (высокомолекулярного сырья (ВМС) газоконденсатного месторождения) вместе с газом и конденсатом с помощью ароматических растворителей на Оренбургском ГКМ на основе подготовленных исходных данных (в 2001–2002 гг.) в 2003 году проведена предпроектная проработка строительства на площадке месторождения (в районе УКПГ-2) опытной установки по производству ароматического растворителя, в составе которой находится блок глубокой переработки тяжелых фракций матричной нефти (ВМС) способом прямой каталитической гидрогенизации на гомогенных нанокатализаторах во фракции моторных топлив (производительностью 20 тыс. тонн в год) с получением в процессе регенерации катализатора имеющихся в сырье ценных металлов (ванадия, никеля, галлия, концентратов серебра) и их товарных продуктов.

Разработана Методика оценки дополнительных, неучтенных при подсчете запасов нефти и газа, сырьевых ресурсов в залежи Оренбургского НГКМ, представляющих собой высокомолекулярное сырье.

Выполнена в 2004 году, представлена в ГКЗ и прошла экспертизу оценка геологических запасов высокомолекулярного сырья Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения.

В протоколе заседания экспертной комиссии ГКЗ МПР РФ (2005 г.) отмечено:

1. Согласиться с количественной оценкой высокомолекулярного сырья в недрах ОНГКМ в объеме 2,59 млрд тонн нефтяного эквивалента.

2. В связи с тем, что высокомолекулярное сырье ОНГКМ содержит масла, относящиеся к хорошо растворимым в конденсатах жидким углеводородам, наиболее легко извлекаемым вместе с конденсатом, рекомендовать включить масляные компоненты высокомолекулярного сырья в геологические запасы УВ категории С2 в объеме 578 млн тонн нефтяного эквивалента.

3. Высокомолекулярное сырье в объеме 2012,00 млн. тонн нефтяного эквивалента рекомендовать оценить как перспективные ресурсы с возможностью перевода их в запасы на основе проведения на ОНГКМ опытно-промышленных работ по отработке технологий добычи ВМС.

Выявлен спектр распространения металлов по залежи (в т.ч. ванадия, галлия, никеля, серебра и др.) в высокомолекулярном сырье месторождения и в природном газе.

Проведены работы в опытных скважинах ОНГКМ (скв. 101Д – 1 объект разработки, скв. 2003 – 1 объект разработки, скв. 2062 – 1 объект разработки, скв. 1-ВМС в 9-ти опытных объектах всего продуктивного разреза) по закачке в пласт ароматических растворителей с целью выявления возможностей их использования для направленной добычи матричной нефти – высокомолекулярного сырья (ВМС) ОНГКМ. Опытными работами на скважинах и аналитическими исследованиями добываемой жидкой продукции помимо высокомолекулярных компонентов (асфальтенов, смол, масел) подтверждено наличие большого количества жидких нефтяных углеводородов в составе матричной нефти (высокомолекулярного сырья) ОНГКМ и показана принципиальная возможность добычи матричной нефти. Установлено, что воздействие на газонасыщенный пласт ароматическими рабочими агентами способствует появлению в добываемой продукции, помимо газа и конденсата, нефтяных углеводородов с растворенными в них битуминозными высокомолекулярными компонентами (масел, смол, асфальтенов).

Проведены комплексные литолого-петрографические, петрофизические, геохимические, электронно-микроскопические, структурно-емкостные исследования керн, ото-

бранного при бурении поисково - оценочной скважины 1-ВМС (3000 образцов при почти 100% выносе керна) в центральной части ОНГКМ и горизонтальных стволов в эксплуатационных скважинах восточной и западной частей ОНГКМ (около 800 образцов). Исследования проводились на основе разработанных программ исследования керна.

На основе проведенных комплексных исследований установлено:

- карбонатные отложения Оренбургского НГКМ являются нефтегазоматеринскими толщами;

- на основании индекса окраски конодонтов (ИОК) 1 и 1,5 и на основании стерановых параметров термической зрелости C29BBAА (C29 $\alpha\beta\beta/(aaa+\alpha\beta\beta)$) и C29SSR (C29 20S/(20S+20R)) хлороформенных экстрактов из образцов керна поисково-оценочной скважины показано, что преобразования органического вещества ОНГКМ в зонах газонасыщения соответствуют интервалу: конечная стадия протокатагенеза ПК₃ (стадия интенсивной газогенерации – ранней газогенерации) ÷ стадия нефтяного окна (МК₁–МК₂) – главная зона нефтеобразования;

- кероген (керогеноподобный нерастворимый органический полимер) в породах карбонатных газонасыщенных продуктивных отложений ОНГКМ характеризуется атомным соотношением Н/С = 1,43 и О/С = 0,14. В соответствии с классификацией керогенов Ван Д. Кревелена изучаемый керогеноподобный полимер относится к нефтяному керогену II типа.

Разработана методика дифференцированной оценки концентраций высокомолекулярных компонентов матричной нефти суммарных и отдельно по компонентам (асфальтенам, смолам, маслам) и жидких углеводородов матричной нефти.

На основе замеренной интегральной гамма-активности всего вынесенного керна, выпиленных из керна образцов и данных по пористости этих образцов проведена тщательная привязка отобранного керна и выпиленных образцов к материалам ГИС, что позволило:

- разработать палетки для оценки по данным ГИС суммарных концентраций высокомолекулярных компонентов матричной нефти (асфальтенов, смол, масел) и жидких углеводородов матричной нефти, а значит и концентраций матричной нефти в целом;

- построить представительные связи «Керн – ГИС» и создать на их основе следующие фильтрационно-емкостные, геохимические и физико-химические математические

модели для порово-трещинных и поровых коллекторов всех стратиграфических подразделений центральной, западной и восточной частей ОНГКМ;

- создать структурно-емкостную 3D модель, в том числе модель эффективной пористости; модель структурно-защемленной нефтегазонасыщенности; модель динамической пористости; геолого-геохимическую 3D модель распределения концентраций компонентов матричной нефти на Оренбургском НГКМ, в том числе концентраций жидких углеводородов матричной нефти; суммарных концентраций высокомолекулярных компонентов матричной нефти (масел, смол, асфальтенов); концентраций масел; концентраций смол; концентраций асфальтенов; физико-химическую модель избирательной смачиваемости углеводородами и водой коллекторов продуктивных отложений месторождения.

На основе разработанной уточненной методики и созданных геолого-геохимических моделей в 2012 г. для Оренбургского НГКМ проведен уточненный подсчет перспективных ресурсов матричной нефти по ее отдельным компонентам: жидким углеводородам, маслам, смолам, асфальтенам.

Суммарные ресурсы матричной нефти (высокомолекулярного сырья) Оренбургского НГКМ составляют 3,058 млрд тонн, в том числе жидких нефтяных углеводородов 2,42 млрд тонн, масел 337,72 млрд тонн, смол и асфальтенов 299,48 млн тонн.

Сконструированы, изготовлены и прошли промысловые испытания уже в течение 2-х лет в нефтяной скважине (ассельская нефтяная залежь) скважинные варианты инвертора потоков и устройства для закачки в пласт стимулирующих агентов, которые подтвердили эффективность закачки в пласт ароматических рабочих агентов для увеличения дебитов скважин по жидким нефтяным углеводородам, работают в скважине в течение почти двух лет.

Разработаны регламент на проведение в скважинах ОНГКМ опытных работ по отработке технологий одновременной добычи газа, конденсата и высокомолекулярного сырья и закачки в пласт стимулирующих агентов с применением скважинного инвертора потоков и устройства для закачки с целью обеспечения бесперебойной работы скважин и предотвращения образования АСПО и водонефтяных эмульсий; регламент на проведение в скважинах опытных работ по добыче высокомолекулярного сырья (матричной нефти) вместе с газом и конденсатом циклическим воздействием на пласт ароматическим растворителем в сочетании с другими рабочими агентами (конденсат, газ, вода и др.) с завер-

шающей прокачкой сухого газа для доизвлечения из пласта легко испаряемой в пластовых условиях ОНГКМ ароматики.

Проведен полный цикл опытных работ по циклической прокачке ароматического рабочего агента и газа в высоко неоднородном по проницаемости разрезе (на опытной скважине в центральной части ОНГКМ). Результаты опытных работ позволили провести адаптацию моделирования процессов добычи матричной нефти на локальных гидродинамических моделях

Для планируемого опытного полигона по отработке технологий добычи матричной нефти ИПНГ РАН проведено совместно с ООО «ВолгоУралНИПИгаз» адаптированное к результатам опытных работ локальное моделирование процессов добычи высокомолекулярного сырья по разработанному методу на опытных участках Центральной части ОНГКМ.

При авторском сопровождении ученых Института ООО «Центр высокомолекулярных технологий» вместе с ООО «ВУНИПИгаз» проведен технико-экономический анализ результатов опытных работ по разработке и апробации технологий добычи высокомолекулярного сырья вместе с газом и конденсатом циклическим воздействием на пласт ароматическим растворителем в сочетании с другими рабочими агентами (конденсат, газ, вода и др.) и технологиями, результаты которого дали положительную оценку при определенных технологических вариантах.

На основании анализа результатов опытных работ и проведенного технико-экономического анализа разработан технологический регламент на добычу высокомолекулярного сырья на Оренбургском НГКМ.

Изучены сорбционные свойства индивидуальных высокомолекулярных компонентов матричной нефти (асфальтенов, смол, масел, твердых парафинов) по индивидуальным компонентам газов (метана, этана, пропана, CO₂, азота) при давлениях до 250 атм. и температурах 30, 50 и 70°C. Полученные результаты и разработанные математические модели распределения этих компонентов матричной нефти в залежи ОНГКМ дают возможность оценить неучтенные запасы природного газа, связанного этими компонентами.

Начато изучение сорбционных свойств керогена по индивидуальным компонентам природного газа, выделяемого из ядра продуктивных отложений ОНГКМ. Первые результаты исследований по сорбции метана указывают на аномальную газосорбционную способность керогена ОНГКМ и на огромные неучтенные запасы природного газа, скон-

центрированные в запасах керогена продуктивных отложений ОНГКМ, в том числе в трещинных коллекторах, в которых также наблюдаются максимально высокие скопления органического вещества, преобразованного до керогеноподобного полимера.

Разработка способа оценки концентраций керогена по материалам ГИС, создание геолого-геохимической математической модели распределения концентраций керогена и оценка сорбционных свойств керогена по индивидуальным компонентам природного газа в широком диапазоне пластовых давлений и температур позволят существенно прирастить запасы природного газа в нефтегазоматеринских толщах газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений.

При оценке ресурсов высокомолекулярных компонентов матричной нефти, а также дополнительных объемов этих компонентов, растворенных в жидких углеводородах матричной нефти, неизбежно возникнет задача оценки прогнозных ресурсов попутных компонентов – редких, редкоземельных, благородных металлов (в т.ч. ванадия, галлия, никеля, серебра) и других ценных микроэлементов, сконцентрированных в высокомолекулярных компонентах матричной нефти.

Как показали исследования в 1993–2003 гг., высокомолекулярное сырье Оренбургского НГКМ отличается в ряде зон промышленными концентрациями галлия, ванадия, никеля, титана, хрома, цинка, меди, стронция.

На основе изучения концентраций микроэлементов в АСПО аппаратов всех установок комплексной подготовки газа ОНГКМ можно говорить об их неравномерном распределении по объектам разработки и по залежи в целом. На основе изучения концентраций микроэлементов в отдельных высокомолекулярных компонентах (асфальтенах, смолах, маслах) и геолого-геохимической модели распределения их концентраций на ОНГКМ будет разработана методика оценки прогнозных ресурсов отдельных микроэлементов для ОНГКМ.

К значительным достижениям ученых Института относится создание высокоэффективных технологий комплексной глубокой переработки (до 90–95%) тяжелого углеводородного сырья, включая высоковязкие нефти, мазутные и гудроновые фракции нефтей и конденсатов с высоким суммарным выходом неэтилированных (в полном объеме) бензинов и низкосернистых дизельных топлив, а также товарных соединений металлов (пятиокись ванадия и др.), чистых металлов (металлический галлий и др.) и зольных промышленных концентратов благородных, редкоземельных и цветных металлов (серебра, золота,

платины и др.). Это делает рентабельными строительство и эксплуатацию установок комплексной глубокой переработки сложного по составу и свойствам высокомолекулярного сырья, а также позволяет вывести из зоны риска малотоннажные заводы по производству моторных топлив.

IV. Достижения в области экологии нефтегазовых природно-техногенных систем

Разработаны модели современных деформационных процессов земной поверхности (формирующихся на разных стадиях разработки месторождений УВ и эксплуатации подземных хранилищ газа), оказывающих влияние на структуру ландшафта и процессы его деградации.

Проведен анализ изменений углов наклонов и базисов эрозии при развитии современных деформаций земной поверхности, обусловленных процессом разработки месторождений УВ, влияющих на изменения проектных параметров грунтов-оснований объектов НГК (зданий и сооружений), а также способствующих уменьшению сроков эксплуатации данных объектов и приводящих к активизации опасных геологических и инженерно-геологических процессов, которые, в свою очередь, снижают уровень эколого-промышленной безопасности этих объектов. Разрабатываются методы оценки трансформации ландшафтов (в том числе субарктических), воздействия на них природно-техногенных процессов вследствие освоения территорий нефтегазовых месторождений.

Создана и реализована методика системного тематического картографирования территорий подземных хранилищ газа (на примере Щелковского ПХГ), позволяющая проводить эколого-геодинамическое районирование на основе алгоритма последовательных преобразований картографических моделей и их интегрирования, выявлять зоны геодинамической опасности, оказывающие негативное воздействие на экологическое состояние природно-технических систем.

По заданию Правительства РФ разработана совместно с ИФЗ РАН концепция создания и развертывания системы наземно-космического мониторинга экологических и геодинамических процессов в районах освоения крупных и уникальных месторождений углеводородного сырья. Определены состав и структура такой системы мониторинга, а также развитие основных ее элементов, их реализация на объектах НГК.

На основе исследований показано, что на территориях разрабатываемых месторождений УВ эндогенно-индуцированные воздействия на недра, связанные с применением методов увеличения газо и нефтеотдачи, приводят к деградации зональных и локальных ландшафтных структур, а также к потере их экологических функций и утрате разнообразных природных ресурсов. Основными процессами, приводящими к деградации ландшафтных структур и к быстрым изменениям рельефа, являются: подтопление и заболачивание территории, изменения русловых процессов, активизация оползней, карстовых проявлений, водной эрозии, оврагообразования, а в районах распространения многолетнемерзлых пород – активное развитие термокарста, термоэрозии, бугров пучения, наледей, хасыреев и т. п.

Проявление данных процессов приводит к снижению запаса прочности деформационных свойств грунтов-оснований и фундаментов сооружений НГК.

Выявленные временные рамки и параметры участков активных проявлений вертикальных движений земной поверхности в зонах разломов позволяют по-новому взглянуть на локальные процессы изменения рельефа земной поверхности и выделить в рамках геоморфологических исследований новое направление – современную геодинамику земной поверхности, зональных и локальных пространств и территорий активного воздействия на недра при разработке месторождений УВ.

Многолетний опыт исследований на нефтегазовых месторождениях Западной Сибири и ПХГ, расположенных в платформенных регионах, показал, что ранжированный подход к структурному дешифрированию территорий на основе аэрокосмической информации позволяет с новых позиций современной геодинамики подойти к геоэкологической оценке территории. Речь идет о моделях отображения структурных закономерностей накопления и распределения вещества на различных срезах земной коры, включая ее поверхность, а также об определяемых анизотропией свойствах геологической среды и пространственно-временной схеме геофильтрации. Такому отображению соответствует слоисто-блоковая модель строения литосферы.

На основе системных аэрокосмических исследований в нефтегазоносных регионах выявлено преобладающее влияние физических полей Земли и околоземного пространства на пространственно-временное распределение загрязняющих веществ, разработаны технологии построения физико-геологических моделей территории (объектов) и их примене-

ния при прогнозной оценке распределения и трансграничного переноса загрязняющих веществ (в том числе радионуклидов).

Установлено, что в результате строительства и последующей эксплуатации нефтегазопроводов происходит эволюция природной геолого-геоморфологической системы, в которой постепенно усиливаются факторы, способствующие появлению опасных напряжений и коррозии металла трубопровода. Такие процессы наиболее активно протекают на границах современных тектонических блоков осадочного чехла и в областях развития многолетнемерзлых толщ.

Строительство и эксплуатация технических объектов в районах распространения многолетнемерзлых пород связаны с повышенными производственными и экологическими рисками. Реакцией многолетнемерзлых грунтов на техногенное воздействие могут быть просадки или всплытие сооружений, активизация солифлюкционных процессов, обводнение и заболачивание, способствующие разрывам трубопроводов, падению опор ЛЭП, деформациям свайных конструкций и т.д. В этой связи в ИПНГ РАН проводятся системные исследования процессов взаимодействия мерзлых грунтов с объектами НГК. В частности, уже сегодня на практике применяются разработанные сотрудниками Института рекомендации по мониторингу и прокладке нефте- и газопроводов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов, что позволяет существенно снизить аварийность трубопроводного транспорта.

Разработаны основы новых технологий экологического картографирования и мониторинга территорий освоения нефтегазовых месторождений Арктики и Субарктики с использованием данных дистанционного зондирования Земли. Впервые по данным космической съемки проведена количественная оценка масштабов антропогенного воздействия на природные комплексы крупнейшего газодобывающего региона – Тазовского полуострова. Установлено, что за 40 лет с начала освоения месторождений трансформированию подверглось не менее 14% территорий региона. Разработаны и опробованы новые методы оценки неоднородностей многолетнемерзлых пород и методы выявления опасных геокриологических процессов с использованием данных аэрокосмических наблюдений в видимом и ИК-тепловом диапазонах длин волн. В целом, разрабатываемые методы аэрокосмического мониторинга позволяют повысить эффективность инженерно-геологических изысканий и мероприятий по обеспечению эколого-промышленной безо-

пасности при освоении нефтегазовых месторождений в арктических и субарктических зонах.

Создан и внедрен высокоэффективный конкурентоспособный аппаратно-методический комплекс для оперативного ИК – спектрометрического количественного анализа многокомпонентных углеводородных растворов. Комплекс позволяет повысить точность измерений, в десятки раз увеличить производительность работ и существенно снизить производственные затраты в аналитических лабораториях предприятий нефтегазовой отрасли. Наиболее значимый экономический эффект получен при использовании методик измерения массовой концентрации воды в диэтиленгликолевых растворах, диэтиленгликоля в диэтиленгликолевых растворах, нефти в стабильном газовом конденсате.

Разработаны научные основы оценки геодинамической опасности и геодинамического риска с использованием математических моделей современных аномальных деформаций, позволяющие прогнозировать уровень геодинамической опасности при активизации разломов и рекомендовать безопасное размещение объектов нефтяной и газовой промышленности на стадии их проектирования. Получены формулы для расчета времени безопасного функционирования объектов и степени рисков.

Надежные факты показывают, что роль и масштабы проявления этих процессов явно недооценивались при решении проблем обеспечения промышленной и экологической безопасности природно-технических систем нефтегазового комплекса. К таким событиям относятся, в первую очередь, проявления современного аномального геодинамического состояния недр в форме суперинтенсивных деформаций в зонах асейсмичных разломов.

Разработаны методы расчета риска, физических и экологических последствий аварий на объектах газовой и нефтяной промышленности, а также произведены расчеты физических эффектов и моделирование последствий аварий на магистральных газо- и конденсатопроводах, дана количественная оценка последствий гипотетического разрыва подводного газопровода в акватории Черного моря, предложены модели прогнозирования развития и экологических последствий аварийных ситуаций в нефтегазовом комплексе.

Проведено моделирование физических воздействий на водную среду при авариях на подводных газопроводах и экологических последствий аварий. Впервые для отрасли были разработаны и подготовлены к практическому использованию газодинамические модели загрязнения окружающей среды предприятиями нефтегазового комплекса. Создана теоретическая основа и предложена соответствующая методология оценки вероятных

последствий предполагаемых аварийных ситуаций в нефтегазовой промышленности различных областей РФ.

Намечены пути и способы усовершенствования экологического мониторинга основных объектов нефтегазового комплекса. Уточнены геодинамические и другие критерии оценки наносимого фактического и вероятного ущерба.

Дано обоснование экологических требований к прокладке газопровода Россия–Турция по дну Черного моря.

Намечены основные типы геоэкологических рисков освоения нефтегазовых месторождений Севера России, и определены некоторые способы их предотвращения, главным образом, в областях развития многолетнемерзлых пород.

Создана концепция системы обнаружения, идентификации и оценки параметров разливов нефти и степени угроз окружающей среде при эксплуатации объектов морской нефтегазодобычи в транзитных зонах. Сформулированы основные задачи системы геоэкологического мониторинга разливов нефти в режиме реального времени на морских акваториях, вовлеченных в промышленное освоение: оценка фонового состояния экосистемы акватории до и после промышленного развития; до и после аварий и катастроф, связанных с разливом нефти; экомониторинг параметров природной среды и отходов при нефтегазодобыче в транзитной зоне; робототехнический контроль технического состояния подводных объектов нефтегазового комплекса для прогнозирования степени опасности его повреждения; анализ и обобщение результатов аэрокосмических, судовых и радиолокационных методов контроля за состоянием морской поверхности в районах промышленного освоения акваторий; создание системы управления базами данных в режиме реального времени по гидрофизическим, гидрохимическим, геологическим, биологическим, атмосферным и социально-экономическим характеристикам транзитных зон шельфа РФ.

Основные положения концепции локальной геодинамики осадочных бассейнов использованы для анализа районов аварий магистральных газопроводов и выявления природной компоненты в их генезисе. Установлено, что значительная доля аварий действительно является природообусловленной, а техногенные факторы служат лишь "проявителями" природной обусловленности. Развитием названной концепции стало рассмотрение системы магистральных газопроводов как индикатора современных тектонических процессов. Обнаружены специфические волны тектонических деформаций, в пределах которых располагается 70–90% аварий трубопроводов, в местах пересечения волн происходит

концентрация аварий. На этих же трассах располагаются эпицентры крупных землетрясений. Природа обнаруженных волн требует дальнейшего исследования, поскольку они имеют природу, отличную от сейсмических. Их изучение позволит установить новые детали формирования современной геодинамики осадочных бассейнов и повысить надежность прогнозирования аварийно-опасных мест и аварийно-опасных периодов времени.

Оценено влияние геодинамических факторов на размещение проектируемых и эксплуатируемых действующих подземных хранилищ газа. Эффективность метода показана на примере Калужского, Якшуновского, Щелковского и Касимовского подземных хранилищ газа.

Аномальные геодинамические события природного генезиса надежно зарегистрированы в нефтегазоносных регионах и на отдельных месторождениях УВ, расположенных на обширных платформенных территориях, что радикально меняет представления о современной геодинамике недр этих территорий. Природно-технические системы нефтегазового комплекса (месторождения, скважины, объекты обустройства, нефте- и газопроводы и др.) в период их длительного функционирования находятся в обстановке постоянного активного воздействия на них природных деструктивных геодинамических процессов.

Изучаются взаимосвязи коэффициента аэрозольного ослабления в видимом диапазоне спектра с концентрацией загрязняющих веществ в атмосфере. Практическая значимость исследования состоит в возможности создания метода определения концентрации поллютанта естественного или промышленного происхождения по оптическим измерениям видимости в атмосфере загрязненного воздуха.

Исследуется проникающая конвекция в нейтральной и устойчивой среде над точечными, линейными и плоскими источниками тепла и импульса.

Разрабатываются теоретические основы экологически безопасного развития нефтегазового комплекса. Исследуется экологически неблагоприятное влияние на нефтегазоносные территории ряда природных и антропогенных, длительно и краткосрочно действующих факторов глобального, межрегионального и локального уровней.

Установлено, что предотвращение геоэкологической опасности в основных нефтегазоносных регионах России лишь посредством совершенствования сугубо инженерных технологий при отсутствии научных основ совершенствования стратегии охраны окружающей среды вряд ли возможно.

Разработана концепция совершенствования научных основ перспективного развития нефтегазодобывающей отрасли. С целью предотвращения или минимизации негативных последствий в ней заложен принцип обязательного дифференцированного учета при освоении нефтегазовых месторождений вероятности различных геоэкологических процессов, приводящих к многофакторному воздействию на объекты НГК природных и техногенных факторов различного масштаба и уровня (от глобальных длительно действующих до межрегиональных и локальных краткосрочных). Научные разработки в данном направлении апробированы на региональных, федеральных и международных конференциях и форумах, нашли отражение в отечественных и зарубежных печатных изданиях.

V. Результаты в области экономики и устойчивого развития НГК

Экономические исследования ученых Института направлены на выявление геолого-экономических показателей освоения нефтегазовых ресурсов.

Исследования позволили:

- оценить эффективность новых газовых проектов России;
- дать сравнительную оценку эффективности и определить очередность освоения газовых ресурсов п-ова Ямал, месторождений Обско-Тазовской губы, Штокмановского газоконденсатного месторождения, газовых ресурсов ачимовской свиты;
- разработать методику оценки уровня и конкурентоспособности технологий и методов увеличения нефтеотдачи;
- обосновать модель экономической оценки вариантов разработки месторождений на условиях Соглашения о разделе продукции (СРП);
- создать альтернативную модель оценки вариантов разработки месторождений на условиях СРП;
- разработать научно-методические принципы экономической оценки и налогообложения в инвестиционных проектах разработки нефтяных месторождений;
- дать экономическую оценку вариантов разработки месторождений с применением биополимеров отечественного производства;
- провести экономические исследования по обоснованию информационной базы для оценки вариантов разработки в инвестиционных проектах.

Разработана концепция экономической оценки ресурсов и разведанных запасов.

Важное место в исследованиях ученых Института занимают проблемы устойчивого развития нефтегазового комплекса России. Ученые Института приняли участие в разработке "Энергетической стратегии России на период до 2020 года". Представление об этом направлении исследований может дать перечень названий статей и работ ученых Института, опубликованных в академических и отраслевых научно-аналитических изданиях:

- "Либерализация газового рынка в Европе";
- "Энергетическая составляющая устойчивого развития России";
- "Топливо-энергетический комплекс страны: состояние и перспективы";
- "Ресурсная база нефтяной и газовой промышленности России";
- "Восточные нефтегазовые проекты России";
- "Приоритеты российской нефтедобычи в современных условиях";
- "Газовая Директива Европейского Союза и последствия ее реализации для стран-производителей природного газа";
- "Новые инвестиционные проекты России и технологии интеллектуальных систем";
- "Энергетическая безопасность и либерализация газового рынка Европы";
- "Условия и возможные направления формирования стратегии рыночного поведения ОАО "Газпром".

VI. Общественная и инновационная деятельность

Сотрудники ИПНГ РАН принимали активное участие в государственной экспертизе всех важнейших проектов в нефтяной и газовой промышленности, в работе ЦКР Роснедра в качестве членов газовой и нефтяной секций, а также в экспертизе целого ряда проектных документов по линии ЦКР Роснедра, ГКЗ РФ, по заданию Правительства РФ.

Положительный отклик имеет общественная и аналитическая деятельность ученых Института, а именно:

1. Координация работ институтов РАН по нефтегазовой тематике:
 - подготовка и обсуждение в РАН и отраслевых министерствах программы "Нефть и газ России";
 - выступление на Президиуме РАН с докладом о задачах академической науки в развитии нефтегазового комплекса России;

- подготовка предложений о создании Объединенного института нефти и газа РАН и Государственного нефтяного института;
- подготовка и проведение совместного заседания Президиума РАН и Правления ОАО "Газпром";
- подготовка общеакадемической (объединяет 30 институтов РАН) программы научных исследований РАН для газовой промышленности; координация работ по программе "Фундаментальный базис новых технологий в нефтегазовой промышленности"; подготовка совместного заседания Президиума РАН и Коллегии Минэнерго РФ.

2. Работа по подготовке документов исполнительной и законодательной власти РФ по проблемам нефтегазового комплекса:

- участие в подготовке программы "Энергетическая стратегия России на период до 2020 года";
- подготовка аналитических записок РАН для Президента и Правительства РФ по вопросам развития ресурсной базы нефтяной и газовой промышленности, законодательства в сфере недропользования;
- участие в разработке программы социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа на период до 2030 г.;
- экспертиза проектов Правительства России и законодательных актов Госдумы по проблемам нефтегазового комплекса.

3. Развитие инновационной деятельности РАН в области нефти и газа – участие в создании (в качестве соучредителей) инновационных научно-технических организаций:

- "Интеллектуальные системы" (совместно с Роснефтегазстроем, ИО РАН и ИГЭ РАН);
- "НефтьГазАэрокосмос" (совместно с компанией "Росшельф", дочерними предприятиями ОАО "Газпром" и группой предприятий ВПК);
- "Национальные нефтегазовые технологии" (совместно с РАН как юридическим лицом);
- "Морские нефтегазовые технологии" (совместно с ИО РАН);
- "Интергеокосмос" (совместно с ИЗМИРАН).

ИПНГ РАН имеет обширные научные связи. В рамках исследований по приоритетным направлениям РАН и проектам РФФИ, хоздоговорным работам, международным грантам сотрудники Института проводили совместные работы с 10 организациями РАН и

3 университетами Минобразования РФ, а также участвовали в реализации 3 международных проектов.

Институт является важным связующим звеном во взаимодействии нефтегазовых компаний с министерствами и ведомствами (Министерство природных ресурсов РФ, Министерство энергетики РФ, РКК "Энергия", Министерство обороны РФ). Некоторые сотрудники принимали активное участие в разработке новых технологий двойного применения совместно с ЦЕНИ ИОФ РАН (тема "АКВА-РАН" Отделения физики РАН), НТЦ "Орион" ФАПСИ (тема по прикладной геофизике), Воронежским КБ антенно-фидерных устройств (тема "СВЧ радиолокация объектов с малым значением эффективной поверхности рассеяния").

Сотрудниками ИПНГ РАН активно ведется подготовка кадров высшей квалификации – кандидатов и докторов наук, осуществляется чтение курсов лекций в РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, а также в рамках программ повышения квалификации сотрудников научно-исследовательских и производственных организаций нефтегазового профиля.

Перманентный технологический прорыв в нефтяной и газовой промышленности, да и всей энергетической отрасли невозможен без необходимого и достаточного задела фундаментальных исследований в области нефтегазовой геологии, геофизики и геохимии, гидротермодинамики УВ-систем, экологии. Такой задел необходимо постоянно пополнять, формировать его единую структуру. Данную задачу и призван решать Институт проблем нефти и газа РАН.

Фундаментально-ориентированные технологии – это основа модернизации нефтегазового комплекса России. Ученые Института разработали стратегию ресурсно-инновационного развития экономики страны. Стратегия предусматривает более эффективное использование ресурсного и инновационного потенциалов за счет смещения приоритетов с добычи ресурсов на их глубокую переработку. Применительно к нефтегазовому комплексу инновационное развитие должно охватить как добывающие, так и перерабатывающие отрасли с развитием нефте- и газохимической промышленности. Развитие перерабатывающих отраслей позволит России «уйти» от сырьевого варианта развития экономики. Реализация дорогостоящих продуктов нефте- и газохимии позволит быстро увеличить финансовые ресурсы страны и создаст мощный инвестиционный потенциал для эффективного развития наукоемких отраслей (нано- и биотехнологии и т.п.). Выполненные расчеты показывают, что удвоение ВВП за счет ресурсно-инновационного развития

экономики страны может быть реализовано в 2,0–2,5 раза более быстрыми темпами по сравнению с другими вариантами.

Новые наукоемкие инновационные технологии должны обеспечить:

- развитие минерально-сырьевой базы;
- эффективную эксплуатацию обводненных месторождений;
- добычу трудноизвлекаемых запасов нефти;
- увеличение нефтеотдачи продуктивных пластов;

а также повышение эффективности освоения нефтегазовых ресурсов:

- арктического шельфа;
- в сложных горно-геологических и природно-климатических условиях;
- на больших глубинах, в условиях высоких давлений и температур;
- нетрадиционных ресурсов нефти и газа.

Особое внимание должно быть уделено совершенствованию технологий транспорта и созданию новых нефтегазохимических продуктов.

Ученые Института в последние годы ввели в практику своей работы фундаментально-ориентированные исследования. Подобный подход позволил значительно повысить эффективность научных исследований. В частности, предложены новые научно-технические и технологические решения, обеспечивающие повышение эффективности прогноза, поиска, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, транспорта и переработки нефти и газа.

Реализация инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности позволит не только избежать падения добычи нефти на 40,0–50,0 млн тонн к 2020 году в связи с истощением запасов легкой маловязкой нефти, но и увеличить ее добычу на 10,0–15,0 млн тонн.

Переход к инновационным технологиям в нефтегазовом комплексе, реализация наукоемких технологий в нефтегазохимии дает возможность обеспечить масштабные инвестиции и поддержать инновационные процессы в других отраслях экономики России.