

**Информация о проекте, выполняемом в рамках федеральной целевой программы
"Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-
технологического комплекса России на 2014-2020 годы"**

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: № [14.607.21.0187](#) от 26 сентября 2017 г.

Тема: Разработка программно-аппаратных комплексов для поиска, разведки, геофизического и геохимического мониторинга разработки месторождений углеводородов, в т.ч. в труднодоступных регионах и сложных природно-климатических условиях

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

Критическая технология: Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи

Период выполнения: 26.09.2017 - 30.06.2019

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова"

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "Центр морских исследований МГУ имени М.В.Ломоносова"

Ключевые слова: Сейсмоакустические исследования, физические и прочностные свойства придонных грунтов, опасные геологические процессы, газогидраты, мерзлые породы, динамический анализ, поиск и разведка углеводородов, малошумящий усилитель, система самовсплывания, геохимический мониторинг.

Научный руководитель: кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Токарев М.Ю.

1. Цель проекта

Цель проекта - разработка программно-аппаратного комплекса, предназначенного для дистанционной разведки, мониторинга месторождений углеводородов.

Успешная реализация данной цели включает в себя следующее:

1. Разработка новых технологических решений использования геофизических методов на шельфах и береговых зонах Арктического региона РФ.
2. Разработка лабораторного комплекса и методики анализа образцов донных осадков в условиях судовой лаборатории. Повышение достоверности прогноза при поисках и разведке шельфовых месторождений за счет комплексирования сейсмических и несейсмических методов.
3. Понижение рисков при бурении и обустройстве месторождений, связанных с опасными геологическими процессами и явлениями за счет использования двумерной и трехмерной высокоразрешающей сейсморазведки и сейсмоакустики, направленной на изучение строения и свойств морских грунтов в рамках инженерно-геологических изысканий.
4. Внедрение инновационные технологии в практику нефтегазовых и сервисных компаний, что позволит решить ряд задач импортозамещения и будет способствовать повышению рентабельности добычи углеводородов в труднодоступных регионах и сложных природно- климатических условиях.

2. Состав выполненных работ

- 1 Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИЭР, в том числе обзор научных информационных источников
- 2 Проведение теоретических исследований, направленных на определение наилучших алгоритмов, методов, научно-технических решений для поиска, разведки, геофизического и геохимического мониторинга разработки месторождений углеводородов, в т.ч. в труднодоступных регионах и сложных природно-климатических условиях.
- 3 Составление геохимических моделей субаквальных нефтегазопроявлений по исследуемым нефтегазоносным акваториям, рассмотрение научно-методических основ морских геохимических нефтегазопоисковых исследований и особенности формирования геохимических аномалий в водной толще (на глубинных горизонтах и дне) акваторий.
- 4 Разработка системы мониторинга, позволяющая обеспечить выявление новых месторождений нефти и газа.
- 5 Разработка и исследование вариантов возможных решений задач ПНИ и выбор оптимального варианта.
- 6 Проведение патентных исследований в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96.
- 7 Выбор и обоснование перечня закупаемого оборудования и комплектующих необходимого для создания экспериментальных образцов и выполнения работ по проекту.
- 8 Осуществление закупки оборудования и комплектующих в соответствии с п.1.7.
- 9 Проведение работ по анализу данных необходимых и достаточных для экспериментальных исследований, направленных на определение наилучших алгоритмов, методов, научно-технических решений для поиска, разведки, геофизического и геохимического мониторинга разработки месторождений углеводородов, в т.ч. в труднодоступных регионах и сложных природно-климатических условиях в Карском и Белом морях, Онежском озере:
 - 9.1. Полевой контроль качества геолого-геофизических данных
 - 9.2. Анализ образцов донных осадков и проб придонных вод в стационарной лаборатории
 - 9.3. Анализ результатов сейсмоакустических наблюдений
 - 9.4. Комплексование сейсмических и несейсмических данных
 - 9.5. Интерпретации результатов теоретических и полевых исследований.
- 10 Осуществление закупки оборудования и комплектующих в соответствии с п.1.7
- 11 Организация и проведение полевых наблюдений для сбора данных необходимых и достаточных для экспериментальных исследований, направленных на определение наилучших алгоритмов, методов, научно-технических решений для поиска, разведки, геофизического и геохимического мониторинга разработки месторождений углеводородов, в т.ч. в труднодоступных регионах и сложных природно-климатических условиях Карского и Белого морей, Онежского озера:
 - 11.1. Сбор сейсмоакустических данных на полигонах,
 - 11.2. Отбор донных осадков и проб придонных вод
 - 11.3. Анализ образцов донных осадков и придонных вод в условиях судовой лаборатории

3. Основные результаты проекта в 2017 году

1. Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИЭР.
2. Проведены теоретические исследования, направленных на определение наилучших алгоритмов, методов, научно-технических решений для поиска, разведки, геофизического и геохимического мониторинга разработки месторождений углеводородов, в т.ч. в труднодоступных регионах и сложных природно-климатических условиях.
3. Составлены геохимические модели субаквальных нефтегазопроявлений по исследуемым нефтегазоносным акваториям, рассмотрены научно-методические основы морских геохимических нефтегазопоисковых исследований и особенности формирования геохимических аномалий на глубинных горизонтах в водной толще и дне акваторий.
4. Разработана система мониторинга, позволяющая обеспечить выявление новых месторождений нефти и газа.
5. Разработаны и исследованы варианты возможных решений задач ПНИ и выбора оптимального варианта.
6. Проведены патентные исследования.
7. Выбран и обоснован перечень закупаемого оборудования и комплектующих необходимого для создания экспериментальных образцов и выполнения работ по проекту.
8. Осуществлены закупки оборудования и комплектующих в соответствии с п.7.
9. Проведены работы по анализу данных необходимых и достаточных для экспериментальных исследований, направленных на определение наилучших алгоритмов, методов, научно-технических решений для поиска, разведки, геофизического и геохимического мониторинга разработки месторождений углеводородов, в т.ч. в труднодоступных регионах и сложных природно-климатических условиях в Карском и Белом морях, Онежском озере, в том числе 9.1. Выполнен полевой контроль качества геолого-геофизических данных
- 9.2. Проведен анализ образцов донных осадков и проб придонных вод в стационарной лаборатории
- 9.3. Проведен анализ результатов сейсмоакустических наблюдений
- 9.4. Выполнено комплексирование сейсмических и несейсмических данных
- 9.5. Выполнена интерпретация результатов теоретических и полевых исследований.
10. Осуществлены закупки оборудования и комплектующих
11. Организованы и проведены полевые наблюдения для сбора данных необходимых и достаточных для экспериментальных исследований, направленных на определение наилучших алгоритмов, методов, научно-технических решений для поиска, разведки, геофизического и геохимического мониторинга разработки месторождений углеводородов, в т.ч. в труднодоступных регионах и сложных природно-климатических условиях Карского и Белого морей, Онежского озера, в том числе
- 11.1. Собраны сейсмоакустических данных на полигонах.
- 11.2. Выполнен отбор донных осадков и проб придонных вод.
- 11.3. Осуществлен анализ образцов донных осадков и придонных вод в условиях судовой лаборатории.

4. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

База данных результатов лабораторного анализа материалов придонной газогеохимической съемки, Уведомление ФИПС. Дата подачи заявки - 27.12.2017

5. Назначение и область применения результатов проекта

Арктический шельф является одним из наиболее слабоизученных регионов планеты в виду сложных природно-климатических условий и труднодоступности региона. При этом Арктика является уникальной сокровищницей полезных ископаемых, в первую очередь нефти и газа. Ввиду выгодного географического и геополитического положения России в арктическом секторе, данный регион может и должен стать основным локомотивом развития страны в 21 веке. Однако, до сих пор нерешенным остается основной вопрос, связанный с концепцией освоения богатств северных морей, в частности с грамотной реализацией геологоразведочных работ и инженерно-геологических изысканий.

Очевидно, что основная цель подобных исследований – снижение геологических рисков на этапе поиска и разведки, повышение эффективности, а также минимизация экологических рисков на этапе разработки и эксплуатации месторождений. К сожалению геологические и экологические риски максимальны при работах именно в арктическом регионе. Стоимость бурения одной морской скважины достигает 100 миллионов долларов, что грубо определяет возможные потери в случае неверного выбора ее местоположения. Повреждение нефтегазовых сооружений (нефтяных платформ, трубопроводов и т.п.) может привести к уничтожению уникальной экосистемы Арктики. Именно поэтому морские геофизические, а также геохимические технологии в последние годы стремительно развиваются в поисках любой возможности снижения обозначенных выше рисков. При этом наблюдается тенденция комплексирования геофизических и геохимических методов. Основным методом выделения так называемых опасных геологических процессов (газонасыщенных осадков, газогидратов, зон мерзлых пород, зон аномально высокого пластового давления), которые могут привести к обрушению конструкции и последующей экологической катастрофе, является сейсмоакустическое профилирование. В подавляющем большинстве случаев профилирование выполняется с приповерхностными плавающими системами в одноканальном варианте, когда длина приемной расстановки много меньше целевой глубины исследования. В результате по сейсмическим данным невозможно определить скорости упругих волн в изучаемой среде, оценить зависимость амплитуд отражения от угла падения волны, обеспечить идентичные условия возбуждения и приема колебаний, достигнуть приемлемого отношения сигнал/шум и т.п. Таким образом, нельзя воспользоваться достижениями современных методов обработки сейсмических данных, применяемых в нефтегазовой сейсморазведке для изучения упругих свойств среды, анализа газовых скоплений, оценить соотношение скоростей продольных и поперечных волн и т.д. При этом проектировщики требуют от геофизических исследований все более точных и детальных сведений о строении грунта, данных о структуре отложений и об их физико-механических свойствах, точном определении и оконтуривании зон аномально высокого пластового давления (АВПД), участков газонасыщенных и мерзлых пород. Типовые методы съемки не позволяют получить необходимую информацию. Необходимо развивать методики сейсмоакустического профилирования и разрабатывать технологию проведения многоканальной высокоразрешающей сейсморазведки в частотном диапазоне 150 – 5000 Гц, как с приповерхностными, так и с заглубленными приемно-излучающими системами с возможностью регистрации сейсмических отражений, не осложненных влиянием поверхностных условий. Особенно актуальна такая проблема для акваторий Арктической зоны РФ, где задача изучения областей распространения газонасыщенных пород в верхней части геологического разреза осложняется коротким периодом экспедиционных работ и требует повышения производительности работ, за счет увеличения ширины полосы наблюдений при однократном проходе судна при применении трехмерной методики. Внедрение методики многоканальных сейсмоакустических наблюдений с заглубленными системами в практику инженерно-геологических исследований на

мелководье позволит повысить детальность исследований в плане и по глубине, достоверность оценки упругих свойств осадков, и, как следствие, снижения рисков технологических катастроф на Арктическом шельфе. Прямые геохимические поиски нефти и газа являются разновидностью геологоразведочных работ, направленных на прогноз нефтегазоносности территорий и оценку продуктивности конкретных площадей на основе изучения геохимических полей – концентраций углеводородов, связанных с ними химических соединений или элементов в перекрывающих залежи породах, вплоть до поверхности. Придонная газогеохимическая съемка является одной из важнейших составляющих при производстве нефтегазопоисковых работ. Объектами исследований при проведении геохимических исследований на шельфе, как правило, выступают донные отложения. Для выделения зон, характеризующихся наличием подтока углеводородов из недр осадочного чехла, необходимо проведение комплексных геохимических исследований, включающих изучение органического вещества осадков, газообразных и жидких углеводородов, поровых вод. Крайне важно обеспечить максимальную сохранность отобранных образцов грунта, а в идеале, выполнять лабораторные измерения сразу после отбора образцов, то есть на судне.

Основным преимуществом выполнения аналитических исследований на борту судна является возможность минимизировать потери при обработке, транспортировке и хранении образцов. При этом большинство аналитических исследований комплексны, длительны по времени выполнения и требуют сложного высокоточного оборудования, что в условиях повышенной мобильности судов представляется невозможным. Тем не менее, ряд исследований, которые дают представление о газо- (нефте-) насыщенности осадка и позволяют с высокой степенью точности выделить аномальные зоны (зоны повышенных концентраций УВ в осадочном чехле) могут быть выполнены в условиях судовой лаборатории. К ним относятся: дегазация придонных осадков; хроматография газовой углеводородной (УВ) и не углеводородной (не-УВ) фазы; люминесцентно-битуминологические исследования; измерение водородного показателя (рН), окислительно-восстановительного потенциала (Eh) и влажности донных отложений; отжим поровых вод. Для этого предлагается разработать следующие методики анализа проб, пригодные в условиях судовой лаборатории: методика отбора проб для изучения газовой фазы в судовой лаборатории; методика извлечения газовой компоненты из донны осадков; методика газохроматографического определения содержания углеводородных газов и углекислых газов (CO₂); методика изучения образцов донных отложений в судовой лаборатории (включая люминесцентную битуминологию, измерение рН, Eh, а также влажности донных отложений); методика выделения поровых вод из образцов донных отложений.

6. Эффекты от внедрения результатов проекта

В результате реализации данного проекта появится возможность получать комплекс сведений, достаточных для выделения аномальных зон с повышенной концентрацией углеводородов на судне в режиме близком к реальному времени, что чрезвычайно важно для работ в труднодоступных регионах и сложных природно-климатических условиях. Разработка геофизического программно-аппаратного комплекса для поиска, разведки, и мониторинга месторождений УВ, позволяющего проводить сейсмоакустические исследования в широком диапазоне частот, позволит существенно повысить достоверность интерпретации данных для определения зон субаквальных нефтегазопоявлений, Отбор геологических проб в таких зонах для геохимические исследований в судовой лаборатории и дополнение лабораторного комплекса средствами литологического и геотехнического анализа, позволят снизить геологические и экологические риски при освоении месторождений. Получаемая при этом информация будет не только оперативной, но и максимально надежной, так как потери, связанные с

транспортировкой и хранением образцов минимальны. Разработка собственной аппаратурной и методической базы геофизических и геохимических исследований будет не только способствовать развитию импортозамещающих технологий, но позволит создать принципиально новые технологии геофизической съемки, не имеющие на сегодняшний день аналогов в мире, в частности – многоканального комплекса для проведения двумерных и трехмерных сейсмоакустических наблюдений с заглубленной регистрирующей системой.

7. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Оптимальная бизнес-модель коммерциализации результатов проекта включает в себя оказание услуг на рынке геолого- геофизических изысканий на акваториях и создание мелкосерийного производства программно-аппаратных комплексов, При этом первое, в большей части, относится к отечественному рынку, в второе - к зарубежному, В настоящее время общий объем морских инженерно-геологических работ основных Российских нефтегазовых компаний оценивается в 4 млрд. руб. год и около 0.75 млрд. они тратят на геохимические исследования. Первым этапом при проектировании строительства буровых платформ является сейсмоакустическая съемка для детального изучения верхней части разреза с целью выявления возможных опасностей для установки буровой платформы, а также обработка полученных данных. Соответственно, рост рынка нефтесервиса и добычи нефти влечет за собой увеличения спроса на услуги сейсмоакустических исследований. Внедрение технологий двумерных и трехмерных наблюдений позволит компании-индустриальному партнеру завоевать лидирующее положение и претендовать на получение 30-40% рынка, и достичь годового оборота 1-1,5 млрд. рублей, Кроме того к увеличению доли отечественных компаний на российском рынке нефтесервисных услуг может привести реализация программы импортозамещения. В настоящее время 80–90% оборудования, необходимого для проведения нефтесервисных услуг, представлено иностранными производителями. Реализация проекта позволит сократить долю импорта средств сейсмоакустических изысканий до 20%. Таким образом, наличие современного российского оборудования и технологий позволит отечественным компаниям расширить спектр оказываемых услуг и составить конкуренцию западным высокотехнологичным компаниям, что в конечном итоге приведет к увеличению их доли не только на российском, но и на зарубежном рынке нефтесервисных услуг.

До 2030 года общий объем государственного финансирования геологоразведочных работ на Арктическом шельфе, по данным Минприроды России, запланирован в размере 22 млрд рублей. Разработанные новые технологические решения использования геофизических методов на шельфах и береговых зонах Арктического региона РФ при региональных геохимических исследованиях и мониторинге состояния окружающей среды позволят компании-индустриальному партнеру, совместно с Московским Государственному Университету имени М.В, Ломоносова, принять активное участие и в этих работах.

8. Наличие соисполнителей

Отсутствуют