

Директор Департамента государственной политики и регулирования в
области геологии и недропользования Минприроды России
А.В. Орёл утвердил 23 августа 2013 г

УТВЕРЖДАЮ
Директор Департамента
государственной политики и регулирования
в области геологии и недропользования
Минприроды России

_____ А.В. Орёл
«__» _____ 2013 г

СОГЛАСОВАНО
Директор
ФГУНПП «Геологоразведка»

_____ В.В. Шиманский
«__» _____ 2013 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-методического Совета
по геолого-геофизическим технологиям поисков и разведки
твердых полезных ископаемых (НМС ГГТ) Минприроды России
20 июня 2013 г.
(84-я сессия)

Председатель Научно-методического
совета ГГТ Минприроды России

В.П. Кальварская

Санкт-Петербург

Очередная (84-я) сессия Научно-методического совета по геолого-геофизическим технологиям поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (НМС ГГТ) Минприроды России по тематике **«Морские инновационные геолого-геофизические технологии. Состояние. Направление развития»**, состоялась 20 июня 2013 г. на базе ФГУП «ВНИИОкеангеология» (Санкт–Петербург).

В составе Программы сессии были рассмотрены

1. Доклады

1.1. Основные направления развития современной морской геофизики (ООО «Сейсмо–Шельф», Санкт-Петербург).

Автор и докладчик – Ю.В. Рослов, заместитель руководителя секции НМС «Морские работы», заместитель директора ООО «Сейсмо-Шельф», к.ф.-м.н.

1.2. Геолого-геофизическая изученность и проблемы ресурсного потенциала арктического шельфа России (ФГУП «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург) Авторы: А.Л. Пискарев, В.Ю. Глебовский.

Докладчик – А.Л. Пискарев, главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИОкеангеология», д.г.-м.н.

1.3. Геохимический образ рудных объектов от региональных до локальных. Основа прогноза и поисков месторождений (компания Guleva, Сидней, Австралия, Казахстан). Авторы: И.С. Гольдберг, Г.Я. Абрамсон, В.Л. Лось.

Докладчик – И.С. Гольдберг, главный геохимик компании Guleva (Сидней, Австралия), к.г.-м.н., член Международной геохимической ассоциации.

1.4. Электрохимическое профилирование – перспективный метод поисковых работ на нефть и газ на шельфе (ОАО «МАГЭ», Мурманск; НМСУ «Горный», ФГУП «ВНИИОкеангеология», НП «Центр Инновационных Технологий», Санкт-Петербург). Авторы: Г.С. Казанин, С.П. Павлов, О.Ф. Путиков, В.М. Анохин, М.А. Холмянский.

Докладчик – М.А. Холмянский, главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИОкеангеология», д.г.-м.н.

2. Разное

2.1. Проект плана работы НМС на III – IV кв. 2013 и 2014 гг.

Докладчик В.П. Кальварская, председатель НМС ГГТ Минприроды, главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», д.г.-м.н.

В работе 84 сессии Совета приняли участие 19 специалистов из 6 организаций, в их числе членов Совета – 12 (приложение 1).

На сессии рассмотрены основные направления развития морской геофизики, связанные с исследованиями на континентальном шельфе (перспективном на обнаружение значительных запасов углеводородного сырья), имеющие стратегическое значение в арктическом бассейне и дальневосточных морях при обосновании внешней границы континентального шельфа России (ВГКШ), а также разработки, нацеленные на создание рентабельных технологий промышленной добычи металлов со дна Мирового океана.

В сообщении Ю.В. Рослова (доклад 1.1) представлены четыре основных направления технологического развития современной морской геофизики, включая

1. Традиционную морскую сейсморазведку с плавающими косами, в том числе и высокоразрешающую;
2. Донную сейсморазведку;
3. Несейсмические методы морских исследований;
4. Обработку, комплексирование и интерпретацию геолого-геофизической информации.

По каждому направлению автором показаны основные тенденции их развития и на основе анализа зарубежных разработок в области технико-технологического обеспечения (ТТО) морских геолого-геофизических работ дана оценка их перспективности.

Проблемы, связанные с геолого-геофизическим изучением областей Северного Ледовитого океана (СЛО), прилегающими к берегам России, представлены в докладе (1.2) А.Л. Пискарева и В.Ю. Глебовского (ФГУП «ВНИИОкеангеология»). Во главу угла поставлено решение двух главных из них: определение перспектив открытия новых месторождений углеводородов и обоснование Заявки РФ на расширение внешних границ континентального шельфа. При этом особое внимание авторами было уделено необходимости развивать площадные аэрогеофизические (магнитометрические и гравиметрические) исследования, которые должны предшествовать дорогостоящим сейсмическим и буровым работам. Основное назначение работ этого направления – надёжное обоснование и укрепление позиции России по геолого-геофизическому обоснованию ВГКШ.

В последнее десятилетие повысилось внимание к использованию геоэлектрохимических (ГЭХ) методов для прогноза и поисков минеральных ресурсов, в том числе для решения задач морской геологии. Это обусловлено с одной стороны высокой разрешающей способностью и дешёвизной геоэлектрохимических исследований, выполняемых на суше (Вешев С.А. и др., 2000; Гольдберг И.С. и др., 2006), с другой – разработкой вопросов теоретического обоснования подобных работ в водной среде (Путиков О.Ф. и др., 2009) и опытом проведения их в морских условиях для решения прогнозно-поисковых задач на углеводороды силами ОАО «МАГЭ», ФГУП «ВНИИОкеангеология», НМСУ «Горный» (Холмянский М.А., Путиков О.Ф. и др., 2008).

Начало геоэлектрохимических исследований, как «прямых» методов поиска рудных месторождений и рудопроявлений, относится к 50-м годам прошлого века. Под руководством д.г.-м.н. Ю.С. Рысса работы, начатые в ВИТРе, были продолжены в ВИРГе и сейчас ведутся в ФГУНПП «Геологоразведка». Если раньше объектом исследований методами ГЭХ были в основном месторождения твёрдых полезных ископаемых (ТПИ), то сегодня востребованными стали прогноз и поиски углеводородов, задачи инженерной геологии.

Доклад 1.3 и сопровождающий его доклад «**Поиски золота на территории Австралии на основе технологии IONEX**» (компания Guleva, Сидней, Австралия, Казахстан), авторы: И.С. Гольдберг, Г.Я. Абрамсон, В.Л. Лось были заслушаны с большим интересом и обсуждены на научном семинаре НМСГГТ 17 мая с.г. Оба доклада сделаны И.С. Гольдбергом. Результаты рассмотрения работ австралийских специалистов участниками семинара (с согласия И.С. Гольдберга) было предложено включить в состав документов 84-й сессии НМС ГГТ, что в настоящем протоколе и Заключении Совета реализовано.

Ранее сообщения по этой тематике были сделаны И.С. Гольдбергом в ВИМСе, ИМГРЭ, на Геолфаке МГУ, ВСЕГЕИ. У российских специалистов методология и технология австралийских коллег получили высокие оценки и были рекомендованы к опубликованию.

В условиях арктического шельфа и Балтики возможная эффективность методов ГЭХ научно и практически обоснована материалами ФГУП «ВНИИОкеангеология», НМСУ «Горный», ОАО «МАГЭ» и НП «Центр Инновационных Технологий» (доклад 1.4), полученными в 2001 – 2012 гг. с помощью современного аппаратно-методического обеспечения морских работ (комплексы Спрут-М, ИОЛ-УВ, ПИСК-1). Результаты последних лет позволили перейти к широкомасштабным электрохимическим работам на арктическом шельфе. Методика и технология электрохимических работ на море к настоящему времени запатентована специалистами ФГУП «ВНИИОкеангеологии». По совокупности показателей эту разработку следует признать инновационной в решении прогнозно-поисково-разведочных задач морской геологии и задач инженерной геологии.

Таким образом, на 84-й сессии была реализована рассмотренная повестка дня.

1. Доклады

1.1. В работе ООО «Сейсмо-Шельф» представлены основные направления развития современной морской геофизики. Автор и докладчик Ю.В. Рослов (приложение 2).

Автором выполнен анализ зарубежных технологических разработок в области традиционной морской сейсморазведки, донной сейсморазведки, несейсмических геофизических

методов, обработки и интерпретации геолого-геофизических материалов. Показаны их возможности, достоинства и недостатки по сравнению с используемыми в России средствами. Особое внимание уделено надёжности получаемых результатов – достоверности геологических построений (моделей, разрезов и пр.) по геофизическим данным.

Отправными экономическими факторами отличия морских нефтегазовых объектов от сухопутных являются геологические риски и стоимости проектов. На суше стоимость бурения значительно ниже. Возможные затраты от начала добычи и начала окупаемости проекта до полного обустройства месторождения на море, включая стоимость бурения морской, особенно глубоководной скважины, составляют сотни миллионов долларов, вследствие чего ошибки в построенных геологических моделях, на основании которых принимается решение о бурении, могут иметь катастрофические финансовые последствия. Отсюда следует необходимость опережающего развития геолого-геофизических технологий, повышающих достоверность исследований и построения геологических моделей.

В связи с тем, что в настоящее время разновидности технологии 2D морской сейсморазведки практически достигли своего технического предела, наибольший интерес представляет развитие технологий **3D морской сейсморазведки с плавающими косами**.

Разработка и использование набора технологий MAZ, WAZ, и RAZ инициируется компаниями BHP, BP, Chevron, Техасо. Их использование повышает геологическую эффективность работ, но многократно увеличивает их стоимость в сравнении со стандартной технологией NAZ.

Компанией Schlumberger активно развивается технология FAZ (fullazimuth), в составе которой судно-источник движется не по прямой, а по дугообразной траектории, что за счет инерционного выноса плавающих кос улучшает азимутальное покрытие.

Перспективна технология P-cable норвежской компании, которая реализует эффективную трехмерную высокоразрешающую съемку.

До настоящего времени ни одна из вышеперечисленных технологий не применялась в России.

Донная сейсморазведка продолжает ускоренно развиваться в основных 3-х модификациях. По сфере применения их можно разделить на три типа: транзитно-мелководные зоны, для мелкого шельфа (до 300-500 метров) и глубокого шельфа (более 300-500 метров). Основные технологии на этом рынке представлены компаниями Fairfield Nodal, Geospase, Fugro-CGG, ION. Интерес представляет сравнение эффективности работ с донными косами ОВС (oceanbottomcable) и донными станциями ОВН (oceanbottomnode). В мире собрано еще недостаточно статистических данных для уверенных оценок, но текущие тенденции показывают, что ОВС эффективнее на малых глубинах до 100 метров, а ОВН на больших.

Морские электромагнитные (ЕМ) исследования, продвигаемые флагманом данного направления компанией EMGS, в настоящее время рассматриваются как дополнительная к сейсморазведке технология исследований, позволяющая разбраковывать потенциальные структуры по признакам вода/газ/нефть.

Технологии обработки и интерпретации морских геофизических данных совершенствуются в соответствии с усложнением возникающих геолого-геофизических задач. На рынке услуг предлагаются технологии подавления кратных и частично кратных сейсмических волн, использование двухкомпонентных морских кос (гидрофон + геофон). Комплексная программно-техническая реализация данной технологии представлена компанией PGS.

По результатам обсуждения (Глебовский В.Ю., Цирель В.С., Телегин А.Н., Кальварская В.П., Павленкин А.Д.)

НМС отмечает:

- В настоящее время в России наблюдается увеличение объемов морских геологоразведочных работ. Появляются единичные отечественные разработки новых геофизических технологий, что дает основание рассчитывать на создание собственных импортозамещающих технологий с возможностью их последующего экспортирования.

- Одновременно с развитием стандартной морской сейсморазведки, главной целью которой являются поиски углеводородов, происходит и активное развитие высокоразрешающей морской сейсморазведки, применяемой в основном для решения инженерных задач и оценки геологических рисков при создании подводной инфраструктуры.

НМС рекомендует:

1. Информацию, содержащуюся в докладе принять к сведению. Автору уделить особое внимание анализу и оценке предложенных к рассмотрению зарубежных технологий морских геолого-геофизических работ, включая факторы экономического характера и их сопоставления с отечественными разработками.

2. Принять во внимание, что (с ростом объемов сейсморазведочных работ на море и усложнением решаемых геолого-геофизических задач) известные передовые технологии или их более совершенные модификации будут востребованы при исследованиях российского арктического шельфа.

3. Опубликовать материалы доклада в журнале «Геофизика», издаваемом Евро-Азиатским геофизическим обществом.

4. Развивать адресную программу помощи развитию российских морских геолого-геофизических технологий (независимо от форм финансирования) с целью их апробации, коммерциализации, внедрения в производство, повышения конкурентоспособности вплоть до вывода на зарубежные рынки.

1.2. Вопросы геолого-геофизической изученности и проблемы ресурсного потенциала арктического шельфа России рассматривались в докладе А.Л. Пискарева (ФГУП «ВНИИ-Океангеология») (приложение 3).

Континентальные окраины Северного Ледовитого океана (СЛО) сегодня являются важнейшим резервом углеводородного сырья XXI века. Однако для огромной части океана полученные оценки минеральных ресурсов выполнены на основе очень скудных геолого-геофизических данных.

Преобладающей концепцией формирования Евразийского бассейна остается признание непрерывного на протяжении всего кайнозоя медленного спрединга, ось которого находится на хребте Гаккеля. Хребет Ломоносова при этом рассматривается как фрагмент прежней Баренцево-Карской континентальной окраины, отделившийся от нее на рубеже позднего мела/кайнозоя.

Многие данные геофизических и батиметрических наблюдений вступают с этой концепцией в прямое противоречие. К таким данным относятся асимметрия распределения глубин, асимметрия магнитных и гравитационных аномалий в восточной части Евразийского бассейна, особенности распределения по площади сейсмических горизонтов и их мощностей. Все это свидетельствует о более сложной истории эволюции региона.

Аэромагнитные данные, на которых, в основном, и производится анализ эволюции Евразийского бассейна, получены в 60-е годы прошлого века при высокой погрешности в навигации. Сами съемки по своему характеру являются рекогносцировочными. Авторы первых публикаций о результатах этих работ, сделавшие открытие полосового (океанического) характера магнитных аномалий региона, отмечали, что остается множество проблем и разночтений в возрастной привязке аномалий.

Ввиду суровых климатических условий и высокой стоимости полевых исследований глубоководная часть СЛО слабо изучена сейсмическими методами. Геологические данные ограничены немногочисленными результатами опробования самой верхней части осадочного чехла, а единственная скважина пробурена в 2004 году на хребте Ломоносова.

Следствием отмеченных ситуаций является недостаточная геолого-геофизическая изученность шельфовых морей восточной Арктики для формирования геологической модели и оценки углеводородных ресурсов.

По результатам обсуждения работы (Холмянский М.А., Кальварская В.П., Павленкин А.Д., Половков В.В., Глебовский В.Ю., Цирель В.С.)

НМС отмечает:

- Геолого-геофизическая изученность шельфовых морей восточного сектора Арктики (Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского), по-прежнему, остается недостаточной для решения региональных вопросов геологии.

- Модели геологического строения и количественные оценки углеводородных ресурсов этой обширнейшей части российского арктического шельфа весьма приблизительны. Они базируются, в основном, на результатах немногочисленных сейсмических съемок, материалах старых гравиметрических и магнитных исследований неудовлетворительного качества, а также на геологических данных по прилегающей суше и островам (при полном отсутствии скважин на акватории).

- Уточнение ресурсного (в первую очередь нефтегазового) потенциала шельфовых морей Арктики и примыкающей к ним глубоководной акватории невозможны без дополнительных дорогостоящих сейсмических и буровых работ. Этим работам (для сокращения их объемов), несомненно, должны предшествовать площадные аэрогеофизические (магнитометрические и гравиметрические) исследования. Они значительно дешевле сейсмических работ и обеспечивают возможность в сжатые сроки оперативно изучить огромные территории арктической акватории и прилегающей суши.

НМС рекомендует:

1. В связи с низким качеством магнитных съемок восточной части Евразийского бассейна и других районов СЛО, ограниченной возможностью их использования для составления Заявки по расширению ВГКШ и прогнозных построений, считать необходимым выполнение здесь новых, современных по методике региональных съемок по Федеральному заказу.

2. Признать выполнение новых аэромагнитных съемок необходимым для анализа эволюционной истории регионов и количественных расчетов мощности осадочного чехла.

3. Научное сопровождение проектирования и выполнения такого рода съемок поручить ФГУП «ВНИИОкеангеология», а экспертизу – НМС ГГТ Минприроды РФ.

1.3. В докладе И.С. Гольдберга (компания Guleva, Сидней, Австралия) показаны материалы работ австралийских специалистов по формированию современных геохимических образцов рудных объектов (с учетом естественных электрических полей) – как основы прогноза и поисков месторождений полезных ископаемых (приложение 4).

Рудные объекты в геохимических полях традиционно рассматриваются как области аномально повышенных концентраций металлов. На этом же признаке построены геохимические поисковые технологии и геохимические модели рудных объектов.

Одновременно установлено, что геохимические системы рудных объектов различного состава и строения включают также области пониженных концентраций тех же элементов. Это явление еще мало изучено. Однако оно имеет прямое отношение к проблеме источников металлов в месторождениях и к проблеме их поисков.

В существующих моделях процессы мобилизации, транспортировки и концентрирования металлов рассматриваются с участием только тепловой, механической и химической энергий. Ни в одной работе, рассматривающей модели рудообразования, не учитывается электрическая энергия. Вместе с тем под действием электрических потенциалов в водосодержащих горных породах неизбежно протекают различные электрохимические процессы. Они включают: селективное извлечение отдельных форм рудных элементов из пород, раздельную миграцию анионных и катионных форм элементов, создают фронтальную миграцию элементов к областям отложения с формированием зон дефицита металлов и др.

Привлечение электрохимического механизма к процессам рудообразования дает новые критерии при обсуждении генезиса месторождений. В результате селективного извлечения

элементов должны формироваться полярные геохимические системы: области мобилизации элементов (отрицательные аномалии) пространственно объединяются с областью отложения (положительными аномалиями), которые представляют ядерные части систем.

Авторами установлен однотипный образ геохимических систем с полярной структурой по рудным объектам различных рангов от региональных до локальных (месторождений) по основным металлам и основным типам месторождений. Районы исследований расположены в России, Казахстане, Китае, Австралии, Канаде, США. На основе этих данных последовательно картируются рудные геохимические системы с полярной структурой от региональных к локальным. Использование такой технологии, названной авторами «IONEX», открывает путь для быстрой и опережающей оценки территорий при проведении поисковых работ.

Над скрытыми месторождениями в поверхностных отложениях по анализу металлов в почвах методами фазовой геохимии также фиксируются полярные системы, включая области негативных аномалий. Контуры этих систем близки проекции глубинных систем и именно по этому критерию оценивается перспективность площадей при проведении поисков в закрытых районах.

Практика показывает, что наличие геохимических систем с выделением отрицательных аномалий как в открытых, так и в закрытых районах является важным критерием при оценке природы источников металлов в рудных объектах, а также прогнозе и поисках месторождений.

В подтверждение эффективности разработанной австралийскими специалистами технологии дополнительно представлен содоклад (тех же авторов) с результатами по конкретным объектам «**Поиски золота на территории Австралии на основе технологии IONEX**» (приложение 5).

По результатам обсуждения материалов на семинаре (Савицкий А.П., Калинин Д.Ф., Штокаленко М.Б., Авдевич М.М., Ржевский Н.Н., Ворошилов Н.А., Алексеев Е.П., Михайлов Г.Н., Краснов А.И., Кальварская В.П.)

НМС отмечает:

- Вовлечение в рассмотрение геохимического образа рудных объектов электрических полей, по мнению авторов, представляется перспективным с позиций расширения круга решаемых геологоразведочных задач при прогнозно-поисковых работах.
- Представляется оправданным формирование геоэлектрохимической технологии в увязке с геофизической съемкой и бурением скважин.
- Досадным упущением в работах является недостаток в геофизической информации, как до проведения геоэлектрохимических исследований, так и по скважинам. Это с одной стороны снижает геологическую информативность полученных материалов, а с другой – увеличивает стоимость работ, не позволяя авторам выстроить стройную систему исследований во взаимодействии всех составляющих геолого-геофизического и геоэлектрохимического комплекса в увязке с бурением.

НМС рекомендует:

1. Оценить положительно работы компании Guleva (Австралия) в части развития геоэлектрохимических исследований (с вовлечением в состав рассматриваемой технологии электрических полей) при прогнозе и поисках рудных месторождений, как эффективные и перспективные.
2. Считать целесообразным составление монографии по геоэлектрохимии на базе материалов, представленных И.С. Гольдбергом в докладах.
3. В 2014 г. предусмотреть публикацию статей по заслушанным докладам в «Российском геофизическом журнале».

1.4. В докладе М.А. Холмянского получило развитие электрохимическое профилирование как перспективный метод поисковых работ на нефть и газ на шельфе (приложение 6).

В течение ряда лет при участии авторов доклада электрохимическая модификация электроразведки вводится в практику поисково-разведочных работ в морских условиях на углеводороды. К настоящему времени перспективность таких работ обоснована теоретически, выполнен определен объем поисково-разведочных работ на шельфе и в переходных зонах, метод подготовлен к производственному внедрению [Вешев и др., 2000; Путиков и др., 2008; Путиков, 2009].

Из результатов электрохимических работ **в условиях суши** следует, что на их основе среди выявленных сейсморазведкой структур можно дифференцировать нефтегазоносные и «пустые», уточнив генезис, морфологию и тип залежей. Это экономит затраты и время на проведение геологической части разведочных работ. Разрешающая способность электрохимических исследований на суше позволяет выявлять месторождения, залегающие на глубине до трех километров.

В морских электрохимических исследованиях наиболее важно определить, какие области экранов, перекрывающих нефтяные или газовые залежи, являются наиболее проницаемыми для потока флюидов, несущих микроэлементы тяжелых металлов.

Авторы доказали на основании буровых, инженерно-геологических, гравиметрических и сейсмических работ, выполненных в Балтийском и арктических морях, что в отложениях, перекрывающих **газовые и газоконденсатные** месторождения, основные трещиноватые ослабленные зоны находятся над центральными частями залежей. **А нефтяные** месторождения характеризуются приуроченностью таких зон к периферийным частям месторождений. Это в свою очередь определяет местоположение электрохимических аномалий. Применяемая технология позволяет 1) разделить типы залежей на газовые, газогидратные, газоконденсатные и нефтяные, 2) установить, что глубокозалегающим месторождениям в разрезе шельфа, часто сопутствуют скопления газогидратов в придонных слоях морских отложений. Газогидраты и скопления газа в этих слоях четко выделяются на сейсмоакустических записях.

Для проведения работ использовались морские аппаратурно-методические комплексы Спрут-М, ИОЛ-УВ, ПИСК-1. На их основе были реализованы одновременно сейсмоакустические, гидролокационные, электроразведочные (электрохимические) профилирования, обеспечивающие решение поисково-разведочных, инженерно-геологических и экологических задач.

Наиболее современным из средств технико-технологического обеспечения (ТТО) является ИОЛ-УВ, включающий набортный и забортный подкомплексы, позволяющие для решения поисковых задач определять активность ионов тяжелых металлов (меди, свинца) и серы. Точность определения составляет десятые доли мВ. Поисковые работы проводятся методом букс–6 узлов. Глубина моря над основными перспективными на нефть и газ площадями достигает 200 – 350 м. При этом длина измерительной линии равна 400 м.

С помощью указанной аппаратуры в 2001 – 2012 годах проведены электрохимические работы на ряде месторождений Баренцева и Карского морей (Штокмановское газоконденсатное месторождение, Медынское, Полярное, Приразломное – нефтяные месторождения и др.). В 2010 году специализированные работы выполнены на Ленинградском и Русановском газоконденсатных месторождениях. При этом отмечена высокая эффективность использованной технологии и созданного морского поискового комплекса. По результатам исследований удалось уточнить контуры залежей. Геохимический анализ проб воды и донных осадков позволил уточнить природу залежей.

В 2011 году оказалось возможным перейти к производственным работам на перспективной площади Вала Минина в Карском море в пределах ранее выделенных структур – Воронинской и Обручевской.

В 2012 году работы методами электрохимического профилирования и высокочастотного акустического профилирования проводились на Приямальском шельфе.

Полученные в течение последних лет результаты, позволили перейти к широкомасштабным электрохимическим работам на арктическом шельфе.

Работы ведутся как по госбюджету, так и на ассигнования нефтяных и газовых коммерческих компаний.

Методика и технология электрохимических работ на море к настоящему времени запатентованы.

По результатам обсуждения материалов доклада (Каулио В.М., Кальварская В.П., Жолондз С.М., Рослов Ю.В., Пискарёв А.Л., Черкашов Г.А., Глебовский В.Ю.)

НМС отмечает:

- Коллективом авторов ЦИТ ФГУП «ВНИИОкеангеология», ОАО «МАГЭ» и НМСУ «Горный» выполнена инновационная разработка по совершенствованию геоэлектрохимического метода применительно к поискам нефтегазовых залежей на шельфе.

- Разработана методика и аппаратура для регистрации геоэлектрохимическим методом с ионоселективными электродами струйных ореолов рассеяния над нефтегазовыми залежами на шельфе без отбора проб (в движении).

- Экспериментально открыто неизвестное ранее природное явление на шельфе – формирование струйных ореолов рассеяния микрокомпонентов углеводородов в водной толще над нефтегазовыми залежами.

НМС рекомендует:

1. Предприятиям Минприроды РФ включить геоэлектрохимический метод с использованием ионоселективных электродов в рациональный геофизический комплекс методов, применяемых при поисках нефтегазовых залежей на шельфе, с целью выявления структур типа ловушек и неструктурных залежей.

2. Признать рассмотренное направление работ инновационным, как по разработке вопросов теории геоэлектрохимических методов для условий водной среды, так и по его назначению, а именно, для решения прогнозно-поисково-разведочных задач морской геологии и задач инженерной геологии.

3. По результатам работ авторам составить НТД – Методическое пособие (Требования, Методические рекомендации или др.) для производственного внедрения разработки.

Апробацию НТД реализовать посредством экспертизы работы в НМС ГГТ в 2014 – 2015 годах.

4. Считать целесообразным развитие направления исследований в рамках федеральной тематики Роснедра силами ЦИТ ФГУП «ВНИИОкеангеология» совместно с Полярной морской геологоразведочной экспедиции (ФГУНПП «ПМГРЭ») в части разработки глубоководного варианта (до 3 – 5 км) электрохимического комплекса для поиска глубинных полиметаллических сульфидов (ГПС).

2 Разное

2.1. Проект плана работы НМС на III – IV кв. 2013 и 2014 гг., сформированный по письмам научно-исследовательских и производственных организаций отрасли, НИИ РАН и вузов РФ представлен председателем НМС В.П. Кальварской. В его составе предложены следующие работы:

2.1. Доклады

2.1.1. Комбинированная технология прогноза полезных ископаемых на основе вероятностно-статистических методов с использованием результатов многомерной классификации геоданных и результатов моделирования среды по данным гравиметрической и магнитных съемок (ФГУНПП «Геологоразведка»). Авторы: Д.Ф. Калинин, М.К. Овсов, О.И. Погарева, М.Б. Штокаленко.

2.1.2. Динамические характеристики медленных волн деформации и их иерархическая структура как отклик массива на сильные взрывные воздействия (Институт геофизики УрО РАН, УрФУ, Институт математики и компьютерных наук, Таштагольский филиал ОАО «Евразруда»). Авторы: **О.А. Хачай**, О.Ю. Хачай, В.К. Климов, О.В. Шипев.

- 2.1.3. Техногенная сейсмичность при проведении горных работ (НМСУ «Горный»).** Автор и докладчик С.В. Цирель.
- 2.1.4. Методические проблемы экогеохимических исследований (РГЭЦ-филиал ФГУП «Урангео»).** Автор и докладчик А.В. Горький.
- 2.1.5. Геологическая опасность селитебных грунтов, генерирующих биогаз на территории Санкт-Петербурга (ФГУНПП «Геологоразведка»)** Авторы: **И.В. Виноградова**, А.Л. Павлов, В.В. Шаулкин .
- 2.1.6. Повышение эффективности индукционной электроразведки на основе корреляционного метода с шумоподобными сигналами «СТЕМ» (ФГУНПП «Геологоразведка»).** Авторы: **А.Б. Великин**, А.А. Великин.
- 2.1.7. О коррекции сейсмограмм донных станций.** (ООО «Сейсмо-Шельф»). Автор и докладчик Е.Г. Жемчужников.
- 2.1.8. Сейсмическое моделирование сложно неоднородного коромантийного слоя и его отображение в поле рассеянных волн по наблюдениям в ближней и дальней зонах (ФГУНПП «Геологоразведка»).** Авторы: **Н.А. Караев**, Ю.П. Лукашин.
- 2.1.9. Результаты использования высокочастотного и сонарного профилирования при проведении государственного мониторинга шельфовых зон (ОАО «Севморгео»).** Авторы О.Ю. Корнеев, **А.Е. Рыбалко**, А.И. Свечников.
- 2.1.10. Переоценка рудного потенциала исследованных ранее территорий (ФГУНПП «Геологоразведка»).** Автор и докладчик М.М. Авдевич.
- 2.1.11. Словарь-каталог химических составов минералов и его использование при прогнозе и поисках месторождений твердых полезных ископаемых (СПбГУ).** Авторы: **Т.Г. Петров**, Н.И. Краснова.
- 2.1.12. Учет априорной петрофизической информации при решении 3D задач магниторазведки и гравиразведки (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»).** Автор и докладчик А.В. Тарасов.
- 2.1.13. Использование спутниковых цифровых моделей рельефа (ЦМР) для обработки гравиметрических данных (ЗАО «НПП ВИРГ-Рудгеофизика»).** Авторы: А.А. Лихачев, Д.Е. Зубов.
- 2.1.14. 4D томографическое моделирование гравитационного поля при разработке месторождений УВ (ОАО «Севморгео»).** Авторы: **А.И. Атаков**, Ю.Н. Гололобов, Г.Е. Кривицкий.
- 2.1.15. Геолого-геофизическое моделирование доюрских комплексов севера Западно-Сибирской НПП по комплексу сейсмогравимагнитных данных (ОАО «Севморгео»).** Авторы: **И.Ю. Винокуров**, А.И. Атаков, А.П. Каленич А.П.
- 2.1.16. Аттестация организаций на право проведения геофизических исследований и работ (ЕАГО).** Автор и докладчик О.В. Горбатьюк.
- 2.1.17. Опыт проведения аэромагнитных съемок беспилотным самолетом применительно к поискам кимберлитов (компания «Sea Dird Exploration»).** Автор и докладчик Е.Г. Васильева.
- 2.1.18. Современное состояние абсолютной гравиметрии и ее приложения (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»).** Авторы: **Л.Ф. Витушкин**, О.А. Орлов.
- 2.1.19. Техничко-технологическое обеспечение глубоководного бурения при выполнении поисков и разведки месторождений ТПИ в Мировом океане (ОАО «Севморгео»).** Авторы: **Ю.И. Кузьмин**, В.Х. Рождественский.

2.1.20. Возможности прикладной магнитной картографии при решении задач регионального геологического изучения России (ФГУП «ВСЕГЕИ», ВНИИОкеангеология). Авторы: Т.П. Литвинова, В.Ю. Глебовский.

2.2. Экспертиза

Технология (методическое обеспечение)

2.2.1. Методические рекомендации по комплексированию петрофизического и сейсмогеологического моделирования с составлением альбома типовых петрофизических, геоакустических и сейсмогеологических моделей карбонатных и терригенных отложений основных нефтегазоносных провинций РФ (ФГУП «ВНИГРИ»). Авторы: И.А. Кушмар, В.И. Митасов и др.

2.2.2. Руководство по методно-технологическому сопровождению применения палеонтологического метода в составе ГРР для повышения достоверности литогенетических реконструкций и палеогеографического моделирования при прогнозировании УВ-объектов (ФГУНПП «Геологоразведка»). Авторы: Н.В. Танинская и др.

2.2.3. Цели, задачи и методика использования высокочастотных профилографов при решении геоэкологических и инженерно-геологических задач (ОАО «Севморгео»). Авторы: О.Ю. Корнеев, А.Е. Рыбалко, А.И. Свечников.

Аппаратура (техническое обеспечение)

2.2.4. Высокоточные аэромагнитные съемки на акваториях в условиях высоких широт (ФГУП «ВНИИОкеангеология»). Авторы: В.К. Паламарчук, Н.В. Глинская, С.Н. Кирсанов, Л.А. Прялухина, К.П. Субботин, О.Н. Мищенко, Е.В. Бурдакова.

2.2.5. Методические рекомендации по буровому технологическому комплексу «ТК-15» (ОАО «Севморгео»). Авторы: В.Х. Рождественский, Ю.И. Кузьмин.

2.2.6. Методические рекомендации по применению детерминистического и статистического анализа аномалий потенциальных полей для построения трехмерных моделей земной коры (ОАО «Севморгео»). Автор и докладчик А.И. Атаков.

2.3. Сообщения

2.3.1. Оптико-волоконные системы регистрации сейсмического сигнала (ОАО «МАГЭ»). Автор и докладчик С.П. Павлов.

2.3.2. 1-я редакция проекта национального стандарта «Геолого-геофизические исследования параметрических скважин. Общие требования» (ОАО «НПЦ «Недра», МОО ЕАГО). Авторы: О.А. Есипко, О.В. Горбатюк.

Принято единогласно.

Секретарь Совета

Т.А. Кудрявцева

**СПИСОК
ПРИСУТСТВУЮЩИХ НА СЕССИИ НМС ГГТ МПР РОССИИ**

20 июня 2013 г.

г. Санкт–Петербург

Члены Совета

Кальварская В.П. главный научный сотрудник ФГУНПП «Геологоразведка», д.г.-м.н. (председатель)
Васильева Е.Г. ведущий инженер компании «Sea Dird Exploration», к.т.н.
Глебовский В.Ю. заведующий отделом ФГУП «ВНИИОкеангеология», к.г.-м.н.
Жолондз С.М. заведующий сектором ФГУП «ВНИИОкеангеология», к.г.-м.н.
Каулио В.М. ведущий геофизик ФГУНПП «ПМГРЭ»
Павленкин А.Д. главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИОкеангеология», д.г.-м.н.
Пискарев А.Л. главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИОкеангеология», д.г.-м.н.
Поляков А.В. ученый секретарь ФГУНПП «Геологоразведка», к.г.-м.н.
Рослов Ю.В. заместитель директора ООО «Сейсмо-Шельф», к.ф.-м.н.
Телегин А.Н. профессор НМСУ «Горный», д.г.-м.н.
Холмянский М.А. главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИОкеангеология», д.г.-м.н.
Цирель В.С. начальник отдела ФГУНПП «Геологоразведка», к.т.н.

Приглашенные

Ануфриева Е.Г. ведущий научный сотрудник ФГУП «ВНИИОкеангеология», к.г.-м.н.
Жолондз А.С. научный сотрудник ФГУП «ВНИИОкеангеология»
Кудрявцева Т.А. инженер 1 кат. ФГУНПП «Геологоразведка»
Половков В.В. ведущий инженер ООО «Сейсмо-Шельф», к.г.-м.н.
Савин В.А. инженер 1 кат. ФГУП «ВНИИОкеангеология»
Терминасов С.Ю. ведущий инженер ФГУНПП «Геологоразведка»
Черкашов Г.А. заместитель директора ФГУП «ВНИИОкеангеология», д.г.-м.н.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ МОРСКОЙ ГЕОФИЗИКИ

Ю.В. Рослов (ООО «Сейсмо-Шельф», Санкт-Петербург)
Тезисы доклада

В настоящее время в мире на море добывается каждая третья тонна нефти. В России соотношения объемов добычи нефти на море и на суше существенно ниже. Очевидно, что поступательное развитие морской нефтегазодобычи в мире будет продолжаться, а Россию в ближайшие десятилетия ждет бум морских исследований.

Основным экономическим отличием разработки морских нефтегазовых объектов от сухопутных являются геологические риски и cashflowпроектов. Если на суше стоимость бурения не исключительно велика, и возможно начало добычи, а стало быть и начало окупаемости проекта, до полного обустройства месторождения, то на море ситуация противоположная. Стоимость бурения морской, особенно глубоководной, скважины составляет сотни миллионов долларов, и ошибки в построенных геологических моделях, на основании которых принимается решение о бурении, могут иметь катастрофические финансовые последствия. Таким образом, роль геолого-геофизических исследований на море имеет принципиально иное значение, чем на суше, в связи с чем, морские геофизические технологии развиваются в настоящее время семимильными шагами. К сожалению, в силу узости российского морского рынка геофизических услуг, основные технологии развиваются, апробируются и используются на зарубежных рынках, поэтому тенденции современного развития морской геофизики в настоящем докладе представлены, в основном, на основе накопленного зарубежного опыта. С другой стороны, в России есть позитивные изменения: увеличение объемов морских геологоразведочных работ, появление единичных собственных разработок новых геофизических технологий, что дает надежду не только на рост объемов закупаемого зарубежного технологического оборудования и программного обеспечения, но и создание собственных импортозамещающих технологий с возможностью их последующего экспортирования.

В докладе выделены четыре основных направления технологического развития современной морской геофизики:

1. Традиционная морская сейсморазведка с плавающими косами, в том числе и высоко-разрешающая;

Наибольший интерес представляет развитие технологий 3D морской сейсморазведки с плавающими косами, так как технологии 2D морской сейсморазведки практически достигли своего технического предела. Основная проблема современной 3D морской сейсморазведки с плавающими косами состоит в том, что стандартная конфигурация наблюдений (один источник и несколько кос разведенных от центральной линии судна) позволяют получить только узкоазимутальные данные NAZ (narrowazimuth), что на этапе обработки приводит к ограниченными возможностям в построении объемных моделей. В настоящее время предлагаются модификации систем наблюдений MAZ (multi-azimuth), WAZ (wideazimuth) и RAZ (richazimuth). Технология MAZ представляет собой отстрел одной площади судном, проходящим эту площадь под разными углами, WAZ – использование дополнительных судов с источниками, двигающихся на некотором перпендикулярном удалении от основного судна с косами, RAZ – комбинация технологий MAZ и WAZ. Данные технологии позволяют существенно улучшить азимутальное покрытие, особенно RAZ, но, тем не менее, ни одно из них не дает классического равномерного азимутального покрытия, достигаемого при сухопутных работах или при работах с донными станциями. Разработка данного набора технологий инициировалась компаниями BHP, BP, Chevron, and Техасо. Стоит также отметить, что использование технологий MAZ, WAZ, и RAZ многократно увеличивает стоимость работ в сравнении со стандартной технологией NAZ. Еще одной активно развиваемой технологией является coilseismic – FAZ (fullazimuth). Основная идея метода состоит в том, что если судно-источник двигается не по прямой, а по дугообразной траектории, то инерционный вынос

плавающих кос призван улучшить азимутальное покрытие. Более перспективной модификацией данной технологии является dualcoil, в реализации которой принимают участие два сейсмических судна, каждое из которых движется по дугообразной траектории при взаимной регистрации сейсмических сигналов. Реализацию этой технологии предлагает, в частности, компания Schlumberger. До настоящего времени ни одна из вышеперечисленных технологий не применялась в России. Очевидно, что с ростом объемов сейсморазведочных работ на море и усложнением решаемых геолого-геофизических задач, данные технологии или их более совершенные модификации будут востребованы на российском арктическом шельфе.

Одновременно с развитием стандартной морской сейсморазведки, главной целью которой являются поиски углеводородов, происходит и активное развитие высокоразрешающей морской сейсморазведки, применяемой в основном для решения инженерных задач и оценки геологических рисков при создании подводной инфраструктуры. Здесь следует отметить технологию P-cable одноименной норвежской компании, которая реализует эффективную трехмерную высокоразрешающую съемку.

2. Донная сейсморазведка;

В мире донная сейсморазведка продолжает ускоренно развиваться. Все донное оборудование можно разделить на три типа по сфере его применения: транзитно-мелководные зоны, мелкий шельф (до 300–500 метров) и глубокий шельф (более 300–500 метров). Основные технологии на этом рынке представлены компаниями FairfieldNodal, Geospase, Fugro-CGG, ION. Интерес представляет сравнение эффективности работ с донными косами ОВС (ocean-bottomcable) и донными станциями ОВН (oceanbottomnode). В мире собрано еще недостаточно статистических данных для уверенных оценок, но текущие тенденции показывают, что ОВС эффективнее на малых глубинах до 100 метров, а ОВН на больших. Этот факт, в частности, подтверждается банкротством компании RXT, специализировавшейся на глубоководных работах с донными косами.

Если расположение сейсмических приемников на морском дне представляет собой уже хорошо известное техническое решение, то разработка и использование донных сейсмических источников – вопрос ближайшего будущего.

3. Несейсмические методы морских исследований;

Наиболее бурно, несмотря на кризис 2008 года, продолжают развиваться морские электромагнитные (ЕМ) исследования, продвигаемые вперед, в первую очередь, флагманом данного направления компанией EMGS. В после кризисные годы EMGS нашло правильное решение и перестало позиционировать ЕМ, как уникальный самодостаточный метод поиска месторождений углеводородов. В настоящее время ЕМ рассматривается как дополнительная к сейсморазведке технология исследований, позволяющая разбраковывать потенциальные структуры по признакам вода/газ/нефть. Такое позиционирование, вообще говоря, верно и для других несейсмических методов морских исследований. Несмотря на ряд положительных примеров использования ЕМ для поиска углеводородов, этой технологии еще предстоит пройти нелегкий путь самоутверждения, так как ее первоначальные возможности оказались завышены. Так как электромагнитные измерения уже реализованы в донном варианте, следующий шаг развития – создание и применение донных гравиметров.

4. Обработка, комплексирование и интерпретация геолого-геофизической информации.

Технологии обработки и интерпретации морских геофизических данных усложняются пропорционально усложнению возникающих геолого-геофизических задач. Если рассмотреть сугубо морские особенности обработки и интерпретации, то можно отметить следующее:

Развитие технологий подавления кратных и частично кратных сейсмических волн. Использование двухкомпонентных морских кос (гидрофон + геофон) предоставляет возможность подавления кратных волн благодаря различной физике регистрации продольных волн различными сенсорами. Комплексная программно-техническая реализация данной технологии представлена компанией PGS.

Как уже было сказано во введении, сложность геолого-геофизических задач и величина геологических рисков на этапе поискового бурения принуждает морских геофизиков комплексировать различные геофизические методы: сейсморазведку и ЕМ, сейсмо- и гравиразведку и др. Данное комплексное направление, несомненно, будет развиваться в будущем.

Приложение 3

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ

А.Л. Пискарев, В.Ю. Глебовский (ФГУП «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург)

Тезисы доклада

Геолого-геофизическое изучение прилегающих к берегам России областей Северного Ледовитого океана (СЛО) направлено на решение двух главных проблем: определение перспектив открытия новых месторождений углеводородного сырья и обоснование заявки РФ на расширение внешних границ континентального шельфа (ВГКШ). Очевидно, что решение проблемы ВГКШ связано с изучением глубоководных и шельфовых областей. Перспективы же изучения нефтегазоносности СЛО связаны не только с исследованиями шельфа. В настоящее время разработка месторождений нефти уже производится и у подножия континентального склона при глубинах моря до 3000 м. При оценке перспектив СЛО важную роль играет определение тектонического типа бассейнов, раскрытие их эволюционной истории.

Предполагается, что суммарные потенциально извлекаемые запасы углеводородов российских континентальных окраин СЛО огромны. Их численные оценки постоянно возрастают и увеличились более чем 140 млрд. тонн условного топлива. Это позволяет считать континентальные окраины СЛО важнейшим резервом углеводородного сырья XXI века. Однако для огромной части СЛО приведенные выше оценки выполнены на основе очень скудных геолого-геофизических данных.

В настоящее время большинством геологов мирового сообщества принимается трехстадийная схема эволюции Северного Ледовитого океана, впервые обоснованная сразу же по завершении регионального этапа аэромагнитной съемки Северного Ледовитого океана. Преобладающей концепцией формирования Евразийского бассейна остается признание непрерывного на протяжении всего кайнозоя медленного спрединга, ось которого находится на хребте Гаккеля. Хребет Ломоносова при этом рассматривается как фрагмент прежней Баренцево-Карской континентальной окраины, отделившийся от нее на рубеже позднего мела/кайнозоя.

В то же время многие данные геофизических и батиметрических наблюдений вступают с этой концепцией в прямое противоречие. К таким данным относятся асимметрия распределения глубин, асимметрия магнитных и гравитационных аномалий в восточной части Евразийского бассейна, особенности распределения по площади сейсмических горизонтов и их мощностей. Все это свидетельствует о более сложной истории эволюции региона.

Следует учитывать, что аэромагнитные данные, на которых, в основном, и производится анализ эволюции Евразийского бассейна, получены в 60-е годы прошлого века при высокой погрешности в навигации, и сами съемки по своему характеру являются рекогносцировочными. Авторы первых публикаций о результатах этих работ, сделавшие замечательное открытие о полосовом (океаническом) характере магнитных аномалий региона, не скрывали, что остается множество проблем и разночтений в возрастной привязке аномалий. К сожалению, в дальнейшем пространственная привязка наблюденных аномалий была постулирована.

Ввиду суровых климатических условий и высокой стоимости полевых исследований глубоководная часть СЛО слабо изучена сейсмическими методами. Геологические данные ограничены немногочисленными результатами опробования самой верхней части осадочного чехла, а единственная скважина пробурена в 2004 году на хребте Ломоносова.

Уровень сейсмической изученности российского арктического шельфа в целом выше, чем в прилегающих глубоководных котловинах, но существенно различается в западной и восточной частях. Степень достоверности и обоснованности оценок возможного прироста ресурсов нефти и газа по сейсмическим данным наиболее высоки в морях западного сектора (в Печорском, Баренцевом и в южной части Карского). Именно в этом секторе, поэтому, оказались сконцентрированы все морские поисково-разведочные и опорно-параметрические скважины, а позднее выявлены месторождения нефти, газа и газоконденсата.

Геолого-геофизическая изученность шельфовых морей восточного сектора Арктики (Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского), по-прежнему, остается недостаточной даже для решения региональных вопросов геологии. В связи с этим, модели геологического строения и количественные оценки углеводородных ресурсов этой обширнейшей части российского арктического шельфа весьма приблизительны. Они базируются в основном на результатах немногочисленных сейсмических съемок, на материалах старых гравиметрических и магнитных исследований неудовлетворительного качества (при полном отсутствии скважин на акватории), на геологических данных по прилегающей суше и островам.

Уточнение ресурсного (в первую очередь нефтегазового) потенциала шельфовых морей Арктики и примыкающей к ним глубоководной акватории невозможны без дополнительных дорогостоящих сейсмических и буровых работ. Тем не менее, этим работам, несомненно, должны предшествовать площадные аэрогеофизические (магнитометрические и гравиметрические) исследования, которые обеспечивают возможность в сжатые сроки оперативно изучить огромные территории арктической акватории и прилегающей суши и, по стоимости значительно привлекательнее сейсмических работ. Современные технологии комплексной интерпретации данных потенциальных полей позволяют с достаточно высокой степенью достоверности экстраполировать результаты сейсмических исследований, полученных по редкой, неравномерной сети профилей на значительные площади.

Гравитационные аномалии, плотность наблюдения которых в Евразийском бассейне СЛО составляет, как правило, величину гораздо меньше единицы на 100 км^2 , могут быть использованы в рамках построения комплексных геофизических моделей строения земной коры. Использование для вычисления мощности осадочного чехла измеряемых спутниковыми системами гравитационных аномалий, а также аномалий, представленных в рамках проекта AGP, не представляется возможным, так как в спектре этих аномалий подавлена высокочастотная составляющая.

На большей части российского сектора СЛО возможности использования магнитометрических данных для оценки мощности осадочного чехла отсутствуют ввиду низкого качества выполненных магнитометрических работ. К примеру, в восточной части Евразийского бассейна магнитометрические данные получены в 1960-е годы, на начальном этапе геофизического изучения Северного Ледовитого океана. Погрешность привязки маршрутов этих съемок чрезвычайно высока, межпрофильное расстояние составляет 20 и более километров (за исключением района хребта Гаккеля). Перенос аномалий на карту в 60-е годы осуществлялся вручную, и форма аномалий отображалась, видимо, с большими искажениями.

В связи с низким качеством магнитных съемок восточной части Евразийского бассейна и других районов СЛО и ограниченной возможностью их использования для составления Заявки по расширению ВГКШ и прогнозных построений нами перед руководством Минпроироды РФ неоднократно ставился вопрос о необходимости выполнения новых (современных по методике) региональных съемок в этом регионе. Только выполнение новых аэромагнитных съемок может открыть возможности для анализа эволюционной истории регионов и количественных расчетов мощности осадочного чехла. Научную экспертизу проектирования и выполнения такого рода съемок целесообразно возложить на Научно-методический Совет.

**ГЕОХИМИЧЕСКИЙ ОБРАЗ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ РЕГИОНАЛЬНЫХ ДО
ЛОКАЛЬНЫХ. ОСНОВА ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

И.С. Гольдберг, Г.Я. Абрамсон¹, В.Л. Лось² (1 Австралия, 2 Казахстан)

Тезисы доклада

1. Рудные объекты различных рангов в геохимических полях концентрации металлов традиционно рассматриваются как области аномально повышенных их концентраций. Этот признак положен в основу всех геохимических моделей рудных объектов и на этом признаке построены геохимические поисковые технологии.

Вместе с тем к настоящему времени установлено, что геохимические системы рудных объектов различного состава и строения включают также области пониженных концентраций тех же элементов. Это явление еще мало изучено. Однако оно имеет прямое отношение к проблеме источников металлов в месторождениях и к проблеме их поисков.

2. Как известно, с момента зарождения геологической науки дискуссия о происхождении месторождений не прекращается. Такая ситуация очевидно свидетельствует о неполноте наших знаний в первую очередь о природе источников металлов и соответственно недостаточности критериев, по которым оценивается механизм концентрирования металлов в земной коре.

3. В существующих моделях процессы мобилизации, транспорта и концентрирования металлов рассматриваются с участием только тепловой (Т), механической (Р) и химической (С) энергий.

4. Ни в одной обсуждаемой в литературе модели рудообразования не учитывается электрическая энергия (Е). Как известно в литосфере существуют различные источники электрической энергии. Под действием электрических потенциалов в водосодержащих горных породах неизбежно протекают различные электрохимические процессы. Они включают: селективное извлечение отдельных форм рудных элементов из пород, раздельную миграцию анионных и катионных форм элементов, создают фронтальную миграцию элементов к областям отложения с формированием зон дефицита металлов и др.

5. Привлечение электрохимического механизма к процессам рудообразования дает новые критерии при обсуждении генезиса месторождений. В результате селективного извлечения элементов должны формироваться полярные геохимические системы; при этом области мобилизации элементов (отрицательные аномалии) пространственно объединяются с областью отложения (положительными аномалиями). Последние представляют ядерные части систем. Геохимические системы полярной структуры самоподобны (фрактальные). Типичная их форма – эллиптическая.

6. Нами установлен однотипный образ геохимических систем с полярной структурой по рудным объектам различных рангов от региональных до локальных (месторождений) по основным металлам и основным типам месторождений. Районы исследований включают Россию, Казахстан, Китай, Северную Америку, Австралию.

7. В системах ранга рудных провинций и рудных районов отмечается прямая зависимость их размеров с масштабами рудной минерализации и выявлена линейная зависимость между размерами геохимических систем ранга рудных месторождений и их ресурсами.

8. На основе этих данных разработана поисковая технология IONEX, в которой последовательно картируются рудные геохимические системы с полярной структурой от региональных к локальным. Использование такой технологии открывает путь для быстрой и ранней оценки территорий при проведении поисковых работ.

9. Вместе с тем, при геохимическом картировании полярных геохимических систем возникает проблема возраста: геохимические системы накладываются на породы значительно более молодые, чем установленный по геологическим и изотопным данным возраст месторождений.

Над скрытыми месторождениями в поверхностных отложениях по анализу металлов в почвах методами фазовой геохимии также фиксируются полярные системы, включая области негативных аномалий. Контуры этих систем близки проекции глубинных систем и именно по этому критерию оценивается перспективность площадей при проведении поисков в закрытых районах.

Очевидно, что это только часть проблем, которые связаны с мало изученным явлением. Мы надеемся, что исследование геохимических систем с полярной зональностью примет более широкие масштабы.

10. Однако уже сейчас ясно, и практика это показывает, что наличие геохимических систем с выделением отрицательных аномалий как в открытых, так и в закрытых районах является важным критерием при оценке природы источников металлов в рудных объектах и очевидно при прогнозе и поисках месторождений.

Приложение 5

ПОИСКИ ЗОЛОТА НА ТЕРРИТОРИИ АВСТРАЛИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ IONEX

Г.Я. Абрамсон, И.С. Гольдберг¹, В.Л. Лось² (1 Австралия, 2 Казахстан)

Тезисы доклада

В настоящее время проблема поисков месторождений, перекрытых чехлом рыхлых отложений, на глубинах более десяти метров решается путем применения фазовых методов по подвижным формам металлов. Среди них, разработанные под руководством Ю.С. Рысса группой геоэлектрохимиков ВИТР-ВИРГа в 70-х годах прошлого столетия, методы МПФ, ТМГМ, МДИ, ЧИМ, а так же другие фазовые методы, разработанные в разных странах, которые используются в России и в мировой поисковой практике на закрытых территориях.

При интерпретации данных фазовых анализов проб поверхностных отложений используются те же критерии, которые разработаны для литохимических съемок с отбором проб по коренным породам, по потокам рассеяния или делювиально-алювиальным отложениям.

В Технологии IONEX, которая обсуждается в докладе, картируются не аномалии, а геохимические системы. Они включают: ядерную часть системы, образованную положительной аномалией рудных элементов и зоны их отрицательных аномалий. В ядерной части систем выделяется группа сидерофильных элементов. Они образуют кольцевые структуры положительных аномалий на периферии ядерной части и нередко области пониженных значений в пределах ядра системы. Отрицательные аномалии рудных элементов, географически связанных с положительными аномалиями, и их размеры для систем одного ранга являются основным оценочным критерием перспективности поисковых площадей. Такие системы установлены по коренной геохимии на ряде месторождений Австралии: в штате Виктория (Bendigo и др.) и в Новом Южном Уэльсе (Idalway).

Вопрос о механизме формирования в почвенном покрове таких геохимических систем остается открытым. Однако их заверка на известных объектах с рудной минерализацией, не выходящей на дневную поверхность, подтверждает эффективность использования такой модели. Например: Burkes Flat (методы ЧИМ, МПФ) и Clunes (метод ТМГМ) в штате Виктория; месторождения Мандама (метод МПФ) и Кингсворд (метод ТМГМ) в штате Новый Южный Уэльс.

В настоящее время поисковыми работами подготовлены две площади под буровые работы в штатах Новый Южный Уэльс и Виктория. В Центральной части штата Новый Южный Уэльс было проведено геохимическое картирование, включающее 4 стадии работ: от масштаба 1:500 000 (стадия I, площадь ~ 6000 кв. км) до масштаба 1:10 000 (стадия IV, площадь ~ 2-3 кв. км). Выделены два участка под буровые работы. В настоящее время пробурены 5 скважин, которые под рыхлыми отложениями мощностью от 100 до 120 м вскрыли зо-

ны окологрудных изменений и минерализации, которые по предварительным оценкам соответствуют золото-порфировому типу.

В штате Виктория на площади, перекрытой молодыми базальтами мощностью более 100 м, было проведено геохимическое картирование, также включающее 4 стадии работ: от масштаба 1:500 000 (стадия I, площадь ~20 000 кв. км) до масштаба 1:10 000 (стадия IV, площадь ~ 4 кв. км). Выделен участок, перспективный на золото-кварцевое оруденение.

Запроектирована серия поисковых скважин, которые предполагается пробурить в ближайшие полгода.

Приложение 6

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПРОФИЛИРОВАНИЕ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ НА ШЕЛЬФЕ

*Г.С. Казанин*¹, *С.П. Павлов*¹, *О.Ф. Путиков*², *В.М. Анохин*³, *М.А. Холмянский*^{3, 4} (1 ОАО «МАГЭ», Мурманск; 2 НМСУ «Горный», 3 ФГУП «ВНИИОкеангеология», 4 НП «Центр Инновационных Технологий», Санкт-Петербург)

Тезисы доклада

В течение ряда лет ФГУП «ВНИИОкеангеология», совместно с Центром Инновационных Технологий (ЦИТ), Национальным минерально-сырьевым университетом «Горный» и Мурманской арктической геологоразведочной экспедицией внедряет электрохимическую модификацию электроразведки в практику поисково-разведочных работ на морские месторождения углеводородов. Перспективность таких работ обоснована теоретически. Это известная теория возникновения струйных ореолов рассеяния над источниками поступления микроэлементов тяжелых металлов в вышележащую среду [1].

В условиях суши выполнен достаточно большой объем электрохимических работ. Результаты этих работ позволили среди выявленных сейсморазведкой структур определить нефтегазоносные и «пустые», уточнить генезис, морфологию и тип залежей. Это экономит затраты и время на проведение геологической части разведочных работ.

Имеются примеры успешного применения электрохимического метода для решения нефтепоисковых задач на суше. Разрешающая способность этих геофизических исследований позволяет выявлять месторождения, залегающие на глубине до трех километров.

Важнейшим вопросом морских электрохимических исследований является: определить какие области экранов перекрывающих нефтяные или газовые залежи являются наиболее проницаемыми для потока флюидов, несущих микроэлементы тяжелых металлов [2, 3].

Нам удалось убедительно доказать на основании буровых, инженерно-геологических, гравиметрических и сейсмических работ, выполненных в Балтийском и арктических морях, что в отложениях перекрывающих газовые и газоконденсатные месторождения основные трещиноватые ослабленные зоны находятся над центральными частями залежей. Нефтяные месторождения характерны приуроченностью таких зон к периферийным частям месторождений. Это, в свою очередь, определяет местоположение электрохимических аномалий. Применяемая нами технология позволяет разделять типы залежей на газовые, газогидратные, газоконденсатные и нефтяные. Глубокозалегающим месторождениям в разрезе шельфа, часто сопутствуют скопления газогидратов в придонных слоях морских отложений. Газогидраты и скопления газа в этих слоях четко выделяются на сейсмоакустических записях.

Несколько слов о методике и технологии морских электрохимических работ.

Для проведения работ используются морские аппаратно-методические комплексы Спрут-М, ИОЛ-УВ, ПИСК-1. Все эти комплексы разработаны нами. Они предназначены для одновременного проведения сейсмоакустического, гидролокационного, электроразведочного (электрохимического) профилирования. Решаются поисково-разведочные, инженерно-геологические и экологические задачи.

Наиболее современным является комплекс ИОЛ-УВ.

Он включает наборный и заборный подкомплексы. Для решения поисковых задач определяется активность ионов тяжелых металлов: меди, свинца, серы.

Точность определения составляет десятые доли мВ. Поисковые работы проводятся методом букс–6 узлов. Глубина моря над основными перспективными на нефть и газ площадями достигает 200–350 м. Поэтому длина измерительной линии равна 400 м.

С помощью этой аппаратуры в 2001–2012 гг. выполнены электрохимические работы на ряде месторождений Баренцева и Карского морей (Штокмановское газоконденсатное месторождение, Медыньское, Полярное, Приразломное – нефтяные месторождения и др.). В 2010 году проведены специализированные работы на Ленинградском и Русановском газоконденсатных месторождениях, показавшие высокую эффективность использованной методики и созданного морского поискового комплекса. Полученные результаты позволили уточнить контуры залежей, их природу по геохимическому анализу проб воды и донных осадков. В 2011 году производственные работы были выполнены на перспективной площади Вала Минина в Карском море в пределах ранее выделенных структур – Воронинской и Обручевской.

Работы методами электрохимического профилирования и высокочастотного акустического профилирования проводились на Приамальском шельфе в 2012 г. Акустические и электрохимические измерения выполнялись одновременно. Заглубление электродов приемной линии при проведении электрохимического профилирования составляло 5–20 м.

Сопоставлением электрохимических и сейсмоакустических данных в районах распространения газонасыщенных осадков удалось установить устойчивую зависимость уровня потенциалов ионоселективных электродов от степени удаленности их от донной поверхности.

На эхограмме, полученной при измерениях по профилю 17, выделена значительная по протяженности (15 км) гидроакустическая аномалия, связанная с поступлением газа в водную толщу из донных осадков. Гидроакустические аномалии выражаются на эхограммах локальными затемнениями, вызванными рассеянием пузырьками газа. При сопоставлении этих данных с электрохимическими по этому профилю наблюдается отчетливая корреляция аномальных участков. Наиболее значительная аномалия (до 100 мВ) получена от активности ионов свинца.

В другом случае, при сопоставлении данных по профилю 13 гидроакустическая аномалия, протяженностью около 9 км, локализуется в придонном слое водной толщи в пределах глубин 20–30 м. Ей соответствуют локальные электрохимические аномалии активностей свинца и меди амплитудой до 40 мВ.

Методика и технология электрохимических работ на море запатентованы.

Полученные в течение последних лет результаты, позволяют перейти к широкомаштабным электрохимическим работам на арктическом шельфе.

Эти работы выполняются на ассигнования государства и ряда нефтяных и газовых компаний.

Литература

1. *Путиков О.Ф.* Основы теории нелинейных геоэлектрохимических методов поисков и разведки. СПб.: СПГИ (ТУ), 2009. 534 с.+3 вклейки.

2. *Вешев С.А.* Возможности геоэлектрохимических методов при поисках углеводородов на шельфе и в переходных зонах /С.А.Вешев, Н.А.Ворошилов, К.И.Степанов// 300 лет горно-геологической службе России: Тезисы докл. Медунар. геофиз. конф. / ВИРГ, НПО «Рудгеофизика». СПб., 2000. С. 328-329.

3. *Путиков О.Ф.* Поиски нефтегазовых месторождений на шельфе геоэлектрохимическими методами изучения водной толщи /О.Ф. Путиков, М.А. Холмянский, Н.А. Касьянкова // ДАН. 2008. Т. 423. № 4. С. 530–532.