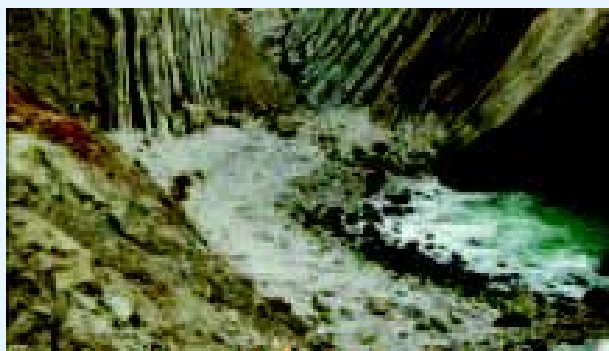


First Break Специальная тема**Petroleum geology****Геология нефти**

Из всех направлений нефтяной геологии, поиски балансовых запасов нефти и газа должны быть самыми волнующими. С учетом специальной заявленной темы в этом месяце, мы акцентируем внимание на двух регионах с непохожими историями разведки залежей углеводородов - шельфе острова Западной Гренландии и шельфе Западной Флориды.

Что эти территории имеют общего? Во-первых, мнение специалистов в области геологии состоит в том, что должны быть найдены углеводороды и, во вторых, это чувство разочарования в отсутствии путеводной нити для обоснования предположения о нефтяном богатстве. Именно представленные здесь компании, использующие совместные сейсмические проекты, TGS-NOPEC и GGS-Spectrum, первыми использовали данные, имеющие решающее значение и преобразовали заманчивые сценарии поисково - разведочных работ в разбуриваемые участки, и мы надеемся, это приведет к увеличению новых нефтяных и газовых ресурсов. Наиболее интересно в этих примерах - наблюдение, как геология нефти вносит ясность при получении убедительных фактов для дальнейших исследований.

**На подходе специальные темы**

Январь	<i>IT/Управление данными</i>
Февраль	<i>Наземная сейсморазведка</i>
Март	<i>Визуализация и интерпретация данных</i>
Апрель	<i>Геология нефти</i>
Май	<i>Скважинная и нетрадиционная сейсморазведка / Здоровье и безопасность</i>
Июнь	<i>Мультидисциплинарный выпуск</i>
Июль	<i>Образование и обучение / Горное дело</i>
Август	<i>Инженерные и экологические науки о Земле</i>
Сентябрь	<i>Обработка данных</i>
Октябрь	<i>Инжиниринг и геология коллектора</i>
Ноябрь	<i>Несейсмические методы / методы исследования с воздуха</i>
Декабрь	<i>Морская сейсморазведка</i>

В течение года могут быть добавлены новые специальные темы.

Получение подтверждения нефтяной перспективности шельфа Гренландии

Proving up petroleum prospectivity offshore Greenland

Jens Christian Olsen, TGS-NOPEC Геофизическая Компания, объясняет, как применение «хорошей старой доброй геофизики» может в конечном счете открыть глубинную нефтеносную провинцию мирового класса на шельфе Западной Гренландии

До недавнего времени, интерес к перспективности шельфа Западной Гренландии был в лучшем случае эпизодическим. Поэтому нет никакой неожиданности что исследования у западного побережья в начале 1970-х годов прошлого столетия совпало с эрой высоких цен на нефть.

В то время было получено приблизительно 21 000 км профилей не эксклюзивных 2Д сейсмических данных. Съемки обеспечили достаточно многообещающие геологические проявления, чтобы убедить шесть групп инвесторов, возглавляемых главным образом крупными многоотраслевыми нефтяными компаниями, отстрелять еще 16 000 км сейсмических данных и заложить пять разведочных скважин.

Рост активности в поисково-разведочных работах в 1970-ых был недолгим. Все пять разведочных скважин были объявлены сухими, закрыты и ликвидированы. Нефтяная промышленность быстро осуществляла поиск новых ресурсов, чтобы снабдить "голодный" мир энергией из более многообещающих и более «климатически гостеприимных» территорий, находящихся за Северным Полярным Кругом.

Это была обратная сторона Геологической съемки острова Гренландия, сегодня это Геологические проекты Дании и острова Гренландия (GEUS). Государственная нефтяная компания острова Гренландия, Nunaol, переинтерпретировала полученные раннее сейсмические данные и данные мониторинга скважин в течение 1990-ых и получила подтверждение, что нефть, мигрирующая в область Disko-Nuussuaq-Svartenhuk, могла принадлежать Юрскому периоду, Меловым или Третичным отложениям. В качестве аргумента можно сказать, что регион является активной нефтяной системой. Геофизические исследования шельфа острова Западной Гренландия компаниями GEUS и Nunaol в течение этих лет подтвердили наличие эрозивных врезов в западной области Nuuk на территории Fylla и представили геологический разрез с мощным осадочным чехлом Западного побережья острова Гренландия около Nuussuaq.

Вслед за работами, проведенными этими двумя государственными компаниями, были получены новые геофизические данные, результат был получен после поисково-разведочных работ, при разработке лицензии и разведочное бурение вряд ли требовалось. Тем не менее, единственная поисково-разведочная скважина, пробуренная в районе Nuussuaq на Западе острова Гренландия дала весьма положительный признак того, что «живые» углеводороды есть по крайней мере где-нибудь, хоть и в минимальном количестве.

Когда геофизическая компания TGS-NOPEC (TGS) пришла в Гренландию в 1999, только две области шельфа Западной Гренландии придерживались лицензионных соглашений, а все разведочные скважины на шельфе острова были "сухими". Общая площадь сейсмического профилирования составляла только 60 000 км профилей 2Д данных с чрезвычайно низким качеством сигнала, включая 37 000 км сейсмических данных, полученных в 1970-х.

Даже сегодня, остров Гренландия все еще очень плохо исследован, его перспективность как нефтяной провинции, фактически неизвестна миру, мы надеемся, эта ситуация изменится в результате работы, выполняемой относительно небольшой группой нефтяных компаний, включая TGS, и чиновников от GEUS, Nunaol, и Бюро Минеральных ресурсов и Нефти. Первоначально ссылаясь на старые геофизические данные и данные скважин, эти организации сотрудничали в течение прошлых шести лет при региональном изучении 126 000 км² шельфа Западной Гренландии. Ясная картина этой региональной переоценки - потенциальная нефтяная провинция мирового класса, простирающаяся от Лабрадорского моря до юга, к северу через пролив Davies, отделяющий Гренландию, Канаду и Баффинов залив.

В 1999, корпоративные сейсморазведочные работы были выполнены, чтобы получить современные 2-D данные с целью привести опыт пяти неудачных разведочных скважин 1970-ых в соответствие с региональным геологическим разрезом. С того дня провели 19 съемок шельфа Западной Гренландии и одну съемку побережья Лабрадора. Общие данные были объединены с отдельными съемками в пределах области профилирования, включая Лабрадорское море, пролив Davies, и Баффинов залив.

При поддержке властей в агентствах по энергетике острова Гренландия и сотрудничестве с некоторыми нефтяными



Фотография нефти, добытой из Меловых отложений Nussuaq Peninsula.

Геология нефти

компаниями, TGS получает и интерпретирует современные, открытые для всех, 2Д сейсмические данные почти каждый год - начиная с 1999 года, расширяя общую базу данных, содержащую 35 000 погонных км профилей современных 2Д сейсмических данных. Это довольно слабое покрытие территории исследований, в три раза превосходящей размер Северного моря, где для сравнения отстреливаются 3 000 000 км профилей 2Д сейсмических данных. Но устойчивый темп работы позволил применить «испытанные методы геофизики», когда гравиметрические и магнитные данные интегрируются для создания более точной модели геологического разреза. Термин "испытанные методы геофизики" означает, что, по мере того, как добавляются данные от каждой успешной съемки, и имеется время для их более полного изучения и вынесения предположений о том, как последние данные могли бы повлиять на концептуальные модели и что можно было бы дополнить в полной геологической картине шельфа Западной Гренландии.

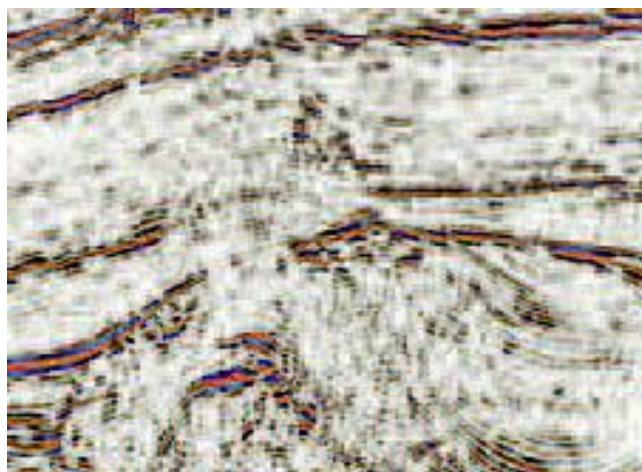
Поскольку эта программа - приграничная программа поисково-разведочных работ, заинтересованная группа не торопилась, была возможность тщательно распланировать, что будет сделано на следующем этапе. В результате фактически каждый сейсмический профиль в действующей оценке был обработан аккуратно, чтобы получить определенную информацию о разрезе. Например, если данные силы тяжести указывают на глубокий грабен и интерпретация подтверждается магнитными данными, можно добавить сейсмический профиль вкост исследуемой области, чтобы подтвердить или опровергнуть присутствие грабена.

Оспаривание фундаментальных положений

Часто, в течение последних пяти лет, процесс исследований привел к твердому убеждению, которое противоречит некоторым из фундаментальных взглядов научного сообщества о геологическом строении шельфа Западной Гренландии и, тому как это соотносится с геологией северо-восточной и морской части Канады или Севера Атлантического океана и Европы. Первоначально сложившееся мнение о том, что шельф Западной Гренландии "сухой", несколько

2006 полевая поездка

TGS, VBPR, and GEUS организуют недельную производственную практику в течение июля 2006 года для геологов – нефтяников для оценки все более и более многообещающего региона. Экскурсанты увидят выставленные образцы Меловых и Палеоценовых отложений в области Дискто-Nuussauq. Данные указывают на предполагаемые перспективные резервуары шельфа Западной Гренландии. Полевые наблюдения свойств и выделение потенциальных нефтеносных песчаников, нефтяных проявлений, и очевидность нефтематеринских свойств пород, так же как изменение фаций и нефтяных оценок вулканических горных пород в бассейне Nuussauq, будет интегрировано с шельфовыми сейсмическими данными и региональными геологическими моделями, чтобы помочь участникам оценить перспективность пластов. Цель состоит в том, чтобы оказать содействие компаниям перед лицензированием острова Гренландия, которое, как ожидают, завершится в конце 2006 года.



Мезозойская ловушка и подтвержденный прямой признак углеводородов.

преждевременно. Три из так называемых, "сухих" шельфовых скважин дали хорошие проявления нефти и одна структура, возможно, является промышленно перспективной. Кроме того, сообщили о 2.3 триллионах кубических футов газа на северном разбуренном шельфе Лабрадора, всего в нескольких милях от западной границы новой исследуемой шельфовой территории Западной Гренландии.

Первая съемка, проведенная на шельфе Западной Гренландии, Green99, имела целью проверить, какие существующие геофизические и скважинные данные, фактически востребованы. Несколькими годами ранее GEUS нашел, что несколько активных Третичных, Меловых, и Юрских нефтей проникают в береговые осадочные области на материке, близко к шельфовым породам. Съемка Green99 продемонстрировала, что имеются глубокозалегающие резервуары в целевой области и данные показали очень глубоко расположенные локальные грабены там, где до настоящего времени интерпретировалось вулканические образования. Другая положительная неожиданность съемки Green99 была в открытии крупных и глубокозалегающих Палеозойских бассейнов в части побережья, похожих на пласты Ньюфаундленда Палеозойского типа.

Картирование гравиметрических данных было начато, чтобы понять региональное распределение локального, очень глубоко тянущегося обособленного грабена, замеченного на современных данных. Выяснено, что Пролив Davies между Лабрадорским морем и Баффиновым заливом наиболее вероятно скрывал рифтовую систему, размером с грабен Viking-Central в Северном море. Идея относительно системы рифта в проливе Davies была особенно интересна, если бы это можно было бы доказать и совместить со старыми, крупными дислоцированными залежами углеводородов на Лабрадорской шельфе и с нефтью, берущей начало на шельфе Западной Гренландии, покрывающей территорию размером с Восточный Шотландский бассейн.

Рекогносцировочная съемка SW00 ставила задачу изучения некоторых из глубинных областей грабена сейсмическими методами, включая два региональных сейсмических профиля, идущих от побережья острова Гренландия к побережью Канады, еще один профиль простирался в пределах западного грабена системы рифта Ungava. В дополнение к подтверждению присутствия

системы рифта, указанной гравиметрическими моделями, съемка SW00 также обнаружила небольшое количество очень интересных геологических объектов вверх по восстанию, на шельфе обоих континентов и намного более мощную Мезозойскую пачку, чем ожидалось.

Сразу после съемки SW00, была получена региональная съемка Green00, которая заполняла и детализировала данные, полученные съемкой Green99 и отстреленная с захватом новых областей в бассейне, нанесенных на гравиметрическую карту. Также в 2000, была выполнена сейсмическая съемка KR00 с более плотной сеткой 1200 км², чтобы лучше обозначить сложные хребты, где скважина, частично вскрывшая целевую структуру, выявила некоторое количество углеводородов.

Неудача сухих скважин

Данные, полученные в 2000 году, доказали TGS, что был выбран правильный путь и что компания должна продолжить детальное изучение региональной геологии шельфа Западной Гренландии. Однако, рост международного интереса к перспективности Западной Гренландии, резко уменьшился в сентябре 2001, когда Statoil и партнеры сообщили, что разведочная скважина Qulleq 1, в лицензионной области Fylla, приблизительно 140 км к западу от столицы острова Гренландия Nuuk, будет остановлена и ликвидирована как «сухая» скважина. Место работ находилось фактически к югу и вверх по восстанию от области изучаемой TGS. Делалось заключение, что одна сухая скважина на такой большой области, - особенно если один целевой интервал с предполагаемым прямым углеводородным индикатором (DHI), как позже выяснилось, был опал-кварцевой жилой внедренной в аргиллиты, - не должна заставить TGS отказаться от исследований.

Пользуясь поддержкой чиновников острова Гренландия, компания возобновила получение сейсмических данных шельфа острова в 2001. Съемка GRC01, состоявшая из 600 км сейсмических профилей, связывающих самую северную нефтяную залежь на шельфе Лабрадора с геологическим строением побережий Канады и Гренландии, оставила в TGS некоторые сомнения в существовании рифтовой зоны Ungava и перспективах новой приграничной нефтяной провинции. Съемка Green01, позднее, в том же году, дала некоторую более полезную информацию при использовании метода мониторинга геологических процессов миграции нефти в шельфовой зоне Гренландии и более северных районов, восточной части Ungava рифта.

2002 год - время для корректного оконтуривания других геологических аномалий, выделенных по данным гравиразведки. Съемка GRC02 в глубоководной части северного Лабрадорского моря явилась дополнением к съемке GRC01 для дальнейшего документирования рифта Ungava и демонстрации аномальных толщин Лабрадорских морских отложений, которые предварительно относят к вулканическим образованиям Эоценового возраста. Эта съемка также показала, что Бассейн Lady Franklin был изолирован от вытянутых провинций других исследуемых территорий.

Завершение съемки KF02 Кар Farvel в южной части Острова Гренландия принесло большой сюрприз, потому что съемка практически не продемонстрировала различия в сейсмических сигналах

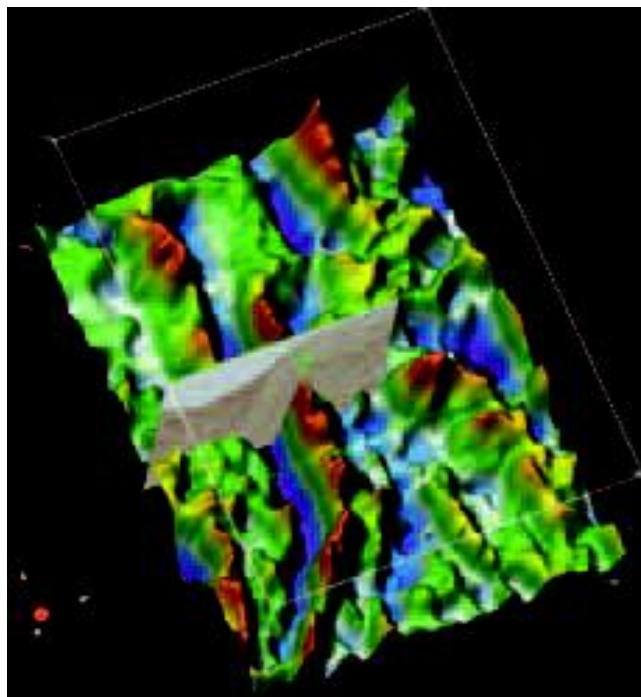
в исследуемом бассейне и бассейне Orphan в Канаде. Результаты региональной съемки DW02 и съемки Green02, полученные по отдельным участкам разведочных работ на юге Баффинового залива взволновали всех, и BMR незамедлительно решил получить лицензионное соглашение Open Door Гренландии, для северных областей и начать планировать будущие работы в этой области.

Хотя несколько нефтяных компаний проявило интерес к лицензированию острова Гренландия в 2002 году, только EnCana прошла через эту процедуру. Ей поручили 3965 км² лицензионной области Atammik на глубине 200-1000 м в бассейне Nuuk, для объединения с данными поисково-разведочных работ в Восточной системе грабена Ungava.

Детальное картирование прямых признаков углеводорода

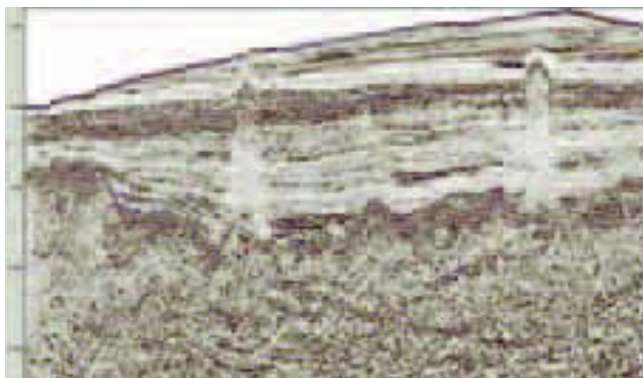
Важным достижением в 2002 был выпуск Геофизического Атласа Западных Бассейнов острова Гренландия как рекомендации для нефтяных компаний, он был выпущен TGS и VBPR, в сотрудничестве с GEUS.

В 2003, TGS продолжил получение дальнейших 7400 км профилей не эксклюзивных 2-D данных. Следствия пяти съемок шельфа Западной Гренландии - KF03, BLF03, FBSE03, Green03, и KW03 - впервые доказали значимость прямых признаков углеводородов. Съемка KF03 - самый длинный сейсмический профиль, отстрелянный от Острова Гренландия до расстояния в 200 навигационных миль от канадского побережья к северу от бассейна Orphan - выявила региональный грабен 1 400 км длиной и 100 км шириной, в середине Лабрадорского Моря, с возможными ловушками на склонах грабена и в глубоководных отложениях. KF03 также выделила несколько возможных Мезозойских ловушек, которые контролируются расширяющимися разломами на шельфовой зоне.



3D гравиметрическое представление рифта Ungava.

Геология нефти



Системы подвижной нефти и Палеозоя

Последний сейсмический профиль был отстрелян в середине декабря и сейсмическое судно оставило область съемки, когда работы были закончены. Выполнение работ в декабре показывает, что сейсмическая съемка может выполняться круглогодично в большинстве шельфовых районов Западной Гренландии.

Неэсклюзивные данные, полученные в течение 2003 года, были доступны для компаний, участвующих в лицензировании острова Гренландия в 2004 году. И вновь, только Epsara провела всю работу корректно. Компания проводила двухлетние поисково-разведочные работы и получила лицензию на эксплуатацию для участка площадью 2897 км² в Бассейне Lady Franklin в январе 2005.

Расположение линий профилей данных, полученных в прошлом году, имело целью заполнить пробелы в существующем профилировании и обеспечить большую детальность поисково-разведочных работ в локальных и региональных бассейнах, полутрабенах и замкнутых наклонных структурах в Лабрадорском море, Баффиновом заливе, и шельфе Кар Фарвел, включая детальность некоторых прямых признаков углеводородов (DHIs).

Съемка ENCo5 была небольшой по размеру, и предназначена, для заполнения данными съемок Green99, Green00, и Green03, для оценки DH1 в бассейне Nuuk. Съемка BFL05 обеспечила заполнение данными разведочных участков Бассейна Lady Franklin, и дала информацию для будущей добычи в Лабрадорском море, путем подтверждения множества замкнутых наклонных структур с прямыми признаками углеводородов (DHIs).

Наиболее важной съемкой, для текущих лицензий, однако, была съемка DW05, дополняющая предыдущие съемки за пределами территории лицензирования. Сетка этой съемки покрывала глубинные бассейны, потенциальные пути миграции углеводородов, замкнутые наклонные структуры и потенциальные ловушки разных размеров, давая надежду на "крупную добычу", но одновременно с этим и на исследования традиционных масштабов. Сейсмическое судно снова ушло с шельфа в декабре!

Понимание возможностей

В течение последних пяти лет, проблема состояла в помещении геофизических данных, в рамки геологической перспективы.



Ловушки в нефтяном бассейне Lady Franklin.

Например, было неутешительным фактом, что съемки в 1999 и в 2000 г.г. не давали признаков углеводородов. Тогда стало понятно, что, по крайней мере, при интервалах в 20 - 30 км, отделяющими сейсмические профили, ловушки с пространственно замкнутой структурой площадью около 1000 км² могли быть потеряны среди существенно более крупных структур, которые отмечались на разрезе. Это означало, что было маловероятным нахождение признаков углеводородов в тех первых изыскательных сейсмических исследованиях. Как только некоторые из последующих съемок были приведены к размеру сетки 10x10 км, мы действительно идентифицировали множество признаков углеводородов (DHIs) в процессе интерпретации.

Нефть на территории суши, просачивающаяся в области Disko-Nuussuaq Западной Гренландии, также говорит о возможном шельфовом нефтяном потенциале острова Гренландия. Разведочная скважина 450 м глубиной вскрыла одну из залежей с нефтепроявлениями, с нефтенасыщенностью пород, встречающихся в интервале 90 м с преобладанием вулканических пород и 10%-ой пористостью. Вычисления предполагают, что залежь могла содержать приблизительно 4.5 миллиона баррелей. Интересная экстраполяция состояла в том, что соседние грабены тоже продуктивны. Если дело обстоит так, то должна существовать "нефтяная кухня" в Баффиновом заливе. Вытянутый бассейн, обособленно существующий на краю Baffin, вероятно, имеет ряд грабенов, тянущихся на 800 или 900 км, вниз через пролив Davies. Они заканчиваются недалеко от побережья Лабрадора, где расположено самое большое северное газовое месторождение Канады. Данные TGS показывают, что только одна из четырех крупных замкнутых структур главного грабена Baffin может иметь региональную замкнутую структуру порядка 3500 км². Так, если есть корреляция между углеводородами Канады и нефтью, находящейся в Гренландии, тогда здесь возможно существование нового Северного моря.

Возможно, еще более захватывающим фактом является то, что данные с шельфа в северной части пролива Davies, соседнего с областью мигрирующей нефти Диско-Nuussuaq, говорят о более глубоких и более обширных нефтяных бассейнах, содержащих огромные структуры, некоторые из которых имеют региональные замкнутые структуры, размер которых в 10 раз превышает размеры бассейна, заполненного нефтью.

Несмотря на то, что все еще ощущается недостаток в современных геофизических данных из многих районов, нефтяной потенциальный шельфа Западной Гренландии может быть огромен.

