

## Расширяя границы Арктики

ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ КОМПАНИИ ION ДЛЯ АРКТИКИ ОБЕСПЕЧИЛО УВЕЛИЧЕНИЕ РАДИУСА ОХВАТА И ПЕРИОДА РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ

## Pushing Arctic Boundaries

ION'S ARCTIC SOLUTION EXTENDS DATA ACQUISITION REACH AND SEASON

По расчетам Службы геологической съёмки США (USGS) в Арктике может находиться 25% пока еще не открытых мировых запасов углеводородов. В то же время, несмотря на свой огромный потенциал, этот регион является уникальным по своему характеру и заставляет решать трудные задачи по построению изображений. Компании, которые ведут разведку и добычу в Арктике, инвестируют миллионы долларов в лицензии на поисково-разведочные работы, однако традиционно вынуждены принимать решения при недостаточной или отсутствующей изученности нефтегазоносных систем или геологического строения по причине отсутствия сейсмических данных.

С момента своего первого исследования Арктики в 2006 году, компания ION Geophysical постоянно демонстрирует инновационный подход, предоставляя нефтяным компаниям информацию для точной оценки перспективности наиболее богатого углеводородами района неиспользованных запасов нефти в мире. В прошлом году ION разработана уникальная система комплексной регистрации данных, предназначенная для проведения работ в условиях ледового покрытия. С помощью своего решения по проведению работ в Арктике [IA] компания выполнила большой объем работ в морской части на северо-востоке Гренландии, собрав исторически недоступные сейсмические данные протяженностью 5 300 км, результаты которых по объемам добычи намного превосходят ожидания.

В этом году компания ION закладывает прочный фундамент своего успеха с помощью двух дополнительных ледовых арктических программ (in-ice Arctic). В течение своего второго сезона проведения работ на северо-востоке Гренландии компания уже выполнила больший объем работ, чем за прошлый год, получив дополнительные данные на участке, протяженностью более 6 500 км далее на север в более тяжелом льду. Кроме того, компанией получены данные с участков моря Бофорта, которые никогда не исследовались ранее. Исследования проводились вне рамок обычного сезона регистрации данных после завершения другими компаниями своих работ, для выполнения которых необходима более высокая температура воды. При выполнении обеих программ компания ION расширила традиционные границы регистрации данных, охватив новые территории, и существенно увеличила диапазон профилирования.

Шон Райс, вице-президент подразделения ION по технологиям проведения комплексных сейсморазведочных работ, так объясняет значение данных исследований: «До настоящего времени сейсмических данных, полученных в этих районах, было недостаточно, или они вообще отсутствовали. Трудности имеют



непростой характер, а риски при отсутствии необходимых решений могут быть значительными. ION удалось преодолеть непреодолимые в прошлом препятствия, а также разработать и реализовать технику регистрации данных, обеспечивающую возможность построения изображений при значительной толщине льда и предоставления ценной информации нашим заказчикам».

Эксперты компании используют специальные технологии для уменьшения рисков и увеличения вероятности успеха исследований в некоторых самых трудных условиях окружающей среды. Карты ледовой обстановки в режиме реального времени обеспечивают команду информацию о постоянно меняющихся условиях; современный морской сейсморазведочный кабель обеспечивает безопасное управление оборудованием на льду и подо льдом; ледостойкие буи GPS обеспечивают точное позиционирование без риска повреждения льда; новый командно-контрольный модуль Orca® ICE обеспечивает синхронную навигацию сейсморазведочного судна, которое следует в кильватере ледокола. В ходе всех трех исследований, твёрдогелевая система регистрации данных DigiSTREAMER™ компании ION обеспечила менее 2% простоя по техническим причинам, несмотря на регистрацию данных при толщине льда до одного метра.

«Технологии, кадры и опыт проведения работ являются ключом к нашим успехам. Наличие судна 'ледового' класса не является гарантией успешного выполнения работ в Арктике. Нужен опыт выполнения работ. Нужен персонал. И нужны правильные технологии, – говорит директор ION по арктическим решениям и технологиям Джо Гальярди. – ION последовательно выполняет все эти три условия и успешно проводит работы, справедливо обеспечивая нам репутацию надежного партнера для сейсморазведочных построений в Арктике».

В конце этого сезона библиотека данных компании ION ArcticSPAN™, одна из самых больших в данном регионе, будет включать более 40 000 км данных. Компания ION разрабатывает полную картину бассейна Danmarkshavn в Гренландии, имеющего самый высокий потенциал в регионе и наименьшую степень изучен-

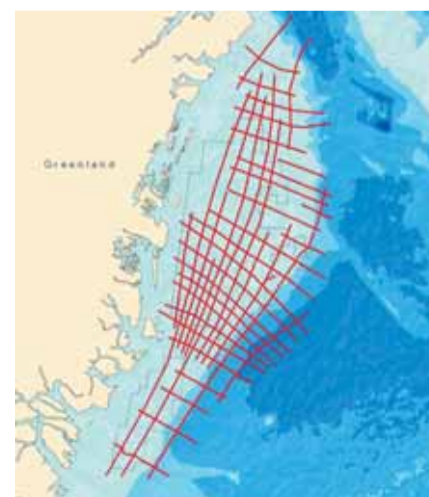
ности. Изучение взаимосвязи различных микробассейнов в Danmarkshavn имеет большое значение для уменьшения рисков и стоимости разведки.

Уникальное, изготовленное по заказу оборудование компании ION и опытные эксперты нефтегазовой отрасли обеспечивают увеличение возможностей по построению арктических изображений. В районах, где погодные условия позволяли проводить регистрацию данных всего два месяца в году, продолжительность работы ION в бассейнах Арктики может составлять до пяти месяцев. ION продолжает расширять горизонты, используя последние достижения для построения арктических изображений и впервые получая данные по геологически важным участкам.

The United States Geological Survey (USGS) estimates the Arctic could contain 25 percent of the world's undiscovered hydrocarbon resources. Yet despite its tremendous potential, the region presents unique and formidable imaging challenges. E&P firms exploring the Arctic invest millions of dollars for exploration licenses but have traditionally had to make decisions with little or no knowledge of petroleum systems or geology due to the lack of seismic data.

Since its first Arctic survey in 2006, ION Geophysical has been challenging industry conventions to deliver data for oil companies to accurately assess prospectivity in one of the most hydrocarbon-rich, untapped petroleum resources in the world. Last year, ION developed a unique, integrated acquisition system designed to operate within an ice covered regime. Using its [IA] Arctic solution, the company made major strides offshore NE Greenland, gathering 5,300 km of historically unattainable seismic data, far surpassing production expectations.

This year, ION is building on that success with two additional in-ice Arctic programs. During their second season in NE Greenland, they have already surpassed last year's production record, acquiring an additional 6,500+ km of data further north in



розыгрыш  
бейсболки  
win a cap



5 ebed ees / 5 .cnp .no

heavier ice. In addition, they have acquired data in the never-before-explored areas of Beaufort Sea, beyond the traditional acquisition season when others had concluded their surveys in search of warmer water. In both programs, ION has expanded traditional acquisition boundaries into new territory and extended the shooting window far beyond what was previously possible.

Shawn Rice, VP of Operations in ION's Integrated Seismic Solutions business unit, explains the significance of these surveys, "Until now, there has been little or no seismic data collected in these areas. The obstacles aren't trivial, and the risks can be considerable if not handled properly. ION has managed to overcome what was insurmountable in the past and has developed and implemented an acquisition technique capable of imaging in significant ice regimes and delivering valuable data to our clients."

The company's operational experts utilize purpose-built technology to reduce risks and increase the likelihood of survey success in some of the most challenging environmental conditions. Real-time ice maps inform the crew of constantly changing conditions; cutting-edge streamer steering safely maneuvers equipment around and under ice; ice-resistant GPS buoys provide accurate positioning without risk of ice damage; and a new Orca® ICE command and control module provides synchronized navigation for the seismic vessel to follow in the wake of the ice breaker. In all three surveys, ION's solid gel DigiSTREAMER™ data acquisition system allowed less than 2 percent technical downtime, despite acquisition in ice up to a meter thick.

Joe Gagliardi, ION's Arctic Solutions and Technology Director, says, "Technology, people, and experience are the keys to our success. Just because you have an 'ice-class' vessel does not mean you can work in the Arctic. It takes experience. It takes the right people. And it takes the right technology. ION seamlessly combines all three into a successful solution, rightfully earning us the reputation as the 'go to company' for seismic imaging in the Arctic."

At the end of this season, ION's ArcticSPAN™ data library will include over 40,000 km of data, one of the largest of its size in this region. ION is putting together the full picture of Greenland's Danmarkshavn basin, the least explored, potentially highest yielding basin in the region. Understanding the relationship of the different micro basins in the Danmarkshavn is paramount in reducing exploration risk and cost.

ION's unique, custom-designed equipment and skilled industry experts have expanded Arctic imaging possibilities. Where historically a good season was two months of acquisition, ION can work in Arctic basins for up to five months. ION continues to push the envelope with the latest in Arctic imaging, acquiring data in geologically important areas for the first time ever.

# Разработка нетрадиционных коллекторов

СПЕЦИАЛИСТЫ КОМПАНИИ ION ОТМЕЧАЮТ СУЩЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТОЙ РОЛИ, КОТОРУЮ ИГРАЮТ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛАНЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

## Unlocking Unconventional Reservoirs

ION SEES DRAMATIC SHIFT IN ROLE OF SEISMIC IN SHALE PLAYS

В условиях интенсивного роста объема работ по разведке и добыче на сланцевых месторождениях Северной Америки, которые помогают операторам сланцевых месторождений оценить качество площадок скважин и составлять программы строительства скважин на сланцевых месторождениях с помощью использования сейсмических данных, задачей компании ION Geophysical остается предоставление этих сейсмических данных. Начиная с 2003 года, компания ION предоставила обработанные данные по нетрадиционным коллекторам по всему миру на площади 12 000 квадратных миль. В течение данного периода, как считают специалисты компании, значение и роль сейсмических данных для проведения работ на сланцевых месторождениях значительно изменилась.

Рентабельность сланцевых месторождений, в основном, обеспечивается посредством развития двух инженеринговых технологий – горизонтального бурения и вызова притока с помощью гидроразрыва. На начальном этапе, сейсмические данные не считались важным инструментом для разработки нетрадиционных коллекторов. Результаты сейсмических исследований использовались не более, чем для решения дополнительных вопросов в ходе установления мест геологических нарушений и предотвращения других рисков. Тем не менее, за последние годы, как отмечают специалисты компании, эта точка зрения меняется. Операторы приходят к выводу о том, что их предыдущие операционные модели составлены без учета текущих и прогнозируемых цен на газ.

«Изначально сланцевые породы считались более или менее однородными. Как показывает опыт, крайне большая неоднородность пород обуславливает необходимость изучения физических свойств и механических аспектов коллектора, – считает Дон Читвуд, региональный операционный менеджер Технологического Центра по обработке данных ION в Денвере. – Оценку этих свойств пород можно выполнять с помощью косвенных методов оценки различных сейсмических характеристик, а это правильное представление обеспечивает нашим заказчикам возможность более эффективной разработки своих месторождений запасов и

более разумного управления своими капитальными затратами».

Большинство операторов сланцевых месторождений сегодня используют результаты сейсмических исследований для подготовки структуры интервала коллектора, что помогает буровому инженеру «бурить в пределах зоны» и избегать рисков при бурении боковых стволов с очевидным преимуществом минимизации потерянных суток бурения. Результаты сейсморазведочных исследований все в больших масштабах используются операторами для расчета напряжений пласта, характеристики плотности и ориентации природных трещин и расчета хрупкости пород. Правильное представление об этих свойствах помогает операторам оценить качество своих участков и оптимизировать программы своих работ по проведению гидроразрывов.

Практические результаты, конечно, имеют самое большое значение. Операторы сланцевых месторождений все в больших масштабах используют сейсморазведочные данные для приоритизации расположения участков и площадок бурения, что обеспечивает максимальное увеличение движения денежной наличности с помощью бурения на этих площадках с более высокими ожидаемыми предельными извлекаемыми запасами (EUR) или ожидаемым начальным дебитом скважины (IP). Правильное представление о «разрываемости» пород на основании сейсморазведочных данных также дает операторам возможность избежать избыточного бурения или недостаточной добычи на своем участке с помощью использования специальных стратегий дренирования и оптимальных проектов работ по гидроразрыву.

Заглядывая вперед, можно утверждать, что соблюдение требований по ОТ, ТБ и ООС при разработке нетрадиционных коллекторов представляет собой сложную задачу, но также дает возможность с помощью сейсморазведочных исследований получить добавленную стоимость. По мнению Читвуда, «Загрязнение месторождений грунтовыми водами в результате вызова притока с помощью работ по гидроразрыву представляет собой растущую проблему в Северной Америке. Собственные решения компании ION по изучению зависимости амплитуды отражения от удаления и свойств

пород вместе с другими технологиями, такими как методы микросейсмических исследований, помогают определить устойчивость границ гидроразрыва коллектора. Применение этих технологий может помочь компаниям выполнять нормативные требования и избегать штрафов и задержек».

С учетом дополнительных сложностей, возникающих вместе с необходимостью более подробной характеристики сланцевых коллекторов и ожиданием усиления контроля со стороны нормативных органов, многие операторы работ по разведке и добыче в настоящее время находятся в поиске сейсморазведочных решений, которые охватят всю схему работ. Компанией ION выполнено много таких полномасштабных проектов на нескольких сланцевых месторождениях Северной Америки. Последняя программа компании – мультikomпонентные исследования на площади 200 квадратных миль для нескольких заказчиков в округе Клирфилд, штат Пенсильвания, является примером выполнения работ по данному направлению. Компания ION, с помощью своего комплексного предложения решений по разработке сланцевых месторождений, будет осуществлять руководство и реализацию всей программы, включая без ограничения проект исследований, получение разрешительной документации, контроль работ по регистрации данных с использованием бескабельной системы INOVA's FireFly и цифрового датчика VectorSeis, обработку данных, а также анализ и инверсию сейсмических характеристик. Получение данных намечено на четвертый квартал.

Комментируя результаты выполнения исследований 3D в Клирфилде, Скотт ЛаБаум, вице-президент ION по решениям для Северной Америки, отметил: «Это самый последний пример реализации предложения нашей компании по интегрированным решениям. Работая с системой получения данных Conquest-Tesla и FireFly, мы можем не только получать широкоазимутные мультikomпонентные данные для целей выполнения задач наших клиентов в области геологии и интерпретации, но также эффективно выполнять эти работы со многими землевладельцами в районе с уязвимой природной средой».

ЛаБаум подводит итоги: «Мы видим громадное преимущество в выполнении работ на сланцевых месторождениях Северной Америки и в мировом масштабе, и рады выступать в роли партнеров наших заказчиков по разведке и добыче с целью продолжения расширения перспектив использования сейсмических данных, что помогает нашим заказчикам эффективно управлять своими капитальными инвестициями и получать максимальную прибыль на свои инвестиции в разработку сланцевых месторождений. В течение последних нескольких лет мы достигли значительного прогресса, но во многих вопросах только приступили к работе».

While E&P activities in North American shale plays continue to heat up, helping shale operators high-grade well locations and design well programs in shale plays through the use of seismic is nothing new to ION Geophysical. Since 2003, ION has delivered over 12,000 square miles of processed unconventional reservoir data from around the world. During that time, the company says it has seen a dramatic shift in the value and role of seismic data in shale operations.

Economic viability in shale plays has been achieved primarily through advancements in two engineering technologies – horizontal drilling and hydraulic fracture stimulation. Initially, seismic wasn't considered to be a critical tool in unconventional reservoir development. At most, it addressed the secondary concerns of locating faults and other hazard avoidance. In recent years, however, the company says that mindset is changing. Operators are finding that their former operating models are

not sustainable with current and forecasted gas prices.

According to Don Chitwood, Regional Operations Manager of ION's Denver GX Technology Processing Center, "Shales initially were considered to be more or less homogeneous. Experience has shown though that they are very heterogeneous, and with that comes the need to understand the rock physics and mechanical aspects of the reservoir. These rock properties can be estimated indirectly through various seismic attributes, and with this insight, our clients are able to more efficiently develop their resource plays and more judiciously manage their capital expenditures."

Most shale operators today are now using seismic to provide a structural picture of the reservoir interval, to help the drilling engineer "stay in zone" and avoid hazards while drilling laterals, with the obvious benefit of minimizing lost drilling days. There is a growing use of seismic to also help operators estimate in-situ stress conditions, characterize the density and orientation of natural fractures, and estimate the rock brittleness. With this rock property insight, operators are able to high-grade their acreage and optimize their hydraulic fracturing programs.

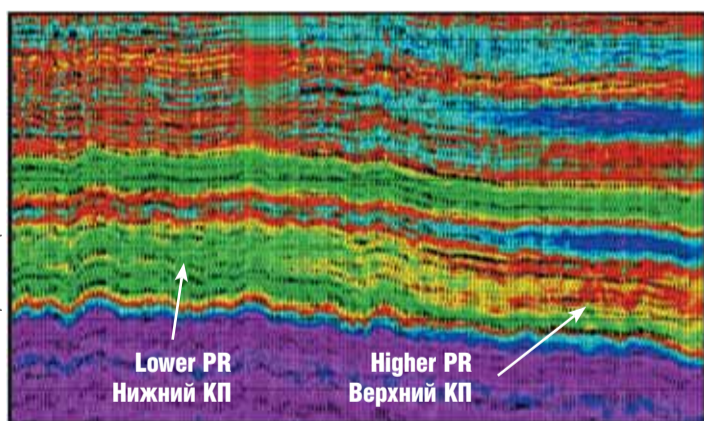
What matters most, of course, is the bottom line. Shale operators are increasingly using the information gained through seismic data to prioritize acreage positions and drilling locations, maximizing cash flow by drilling those locations with higher Expected Ultimate Recovery (EUR) or expected Initial Production (IP). Seismic insight on the "fracability" of the rock is also enabling operators to avoid over-drilling or under-producing their acreage through customized drainage strategies and optimized frac designs.

Looking ahead, Health, Safety and Environmental (HSE) compliance in unconventional reservoirs is a challenge, but also an opportunity for seismic to add value. According to Chitwood, "An increasingly sensitive issue in North America is contamination of ground water supplies as a result of hydraulic fracture stimulation. ION's proprietary AVO and rock properties solutions, along with other techniques such as microseismic, help measure competence of reservoir frac barriers. These technologies can help companies stay in compliance with regulations, avoiding penalties and delays."

Given the added complexity that comes with the need for a finer scale characterization of shale reservoirs and the expected increase in regulatory oversight, many E&P operators are now looking for seismic solutions that span the entire workflow. ION has executed many such full-scope projects in several North America shale plays. The company's latest program, a 200 square mile, multicomponent, multi-client survey in Clearfield County, Pennsylvania, epitomizes this trend. ION, with its integrated shale solutions offering, will manage and execute the entire program, including but not limited to survey design, permitting, overseeing acquisition using INOVA's FireFly cableless system and VectorSeis digital sensor, processing of the data, and seismic attribute analysis and inversion. Acquisition is set to being in the fourth quarter.

Scott LaBaume, ION's Vice President of Solutions for North America, commenting on the Clearfield 3D survey, noted, "This is the latest example of our integrated solutions offering in action. Working with Conquest-Tesla and the FireFly acquisition system, we are not only able to acquire wide-azimuth multicomponent data to meet our clients' geologic and interpretation objectives, but do it efficiently in an environmentally sensitive area with many land owners."

LaBaume sums it up, "We see tremendous upside for shale operations in North America and globally, and we're excited to partner with our E&P clients to continue to push the limits of the use of seismic data to help them effectively manage their capital investments and maximize the return on their shale investments. Over the past few years, we've made tremendous strides, but in many respects, we've only begun to scratch the surface."



Зоны коллектора с более низким коэффициентом Пуассона (КП) могут указывать на более легко раскалывающуюся породу, в то время как зоны с относительно более высоким КП могут указывать на породу, в меньшей степени подверженную раскалыванию. Эта информация позволяет геофизикам оказать помощь инженерам по заканчиванию в оптимизации проекта гидроразрыва, поскольку легко раскалываемые зоны могут потребовать меньшего количества ступеней гидроразрыва и/или меньших объемов обработки гидроразрывом по сравнению с зонами, менее подверженными раскалыванию.

Reservoir zones with lower Poisson's Ratio (PR) may indicate more brittle rock whereas zones with relatively higher PR may indicate less brittle rock. This information allows the geophysicist to help the completions engineer to optimize the hydraulic frac design since more brittle zones may require fewer frac stages and/or smaller frac treatment volumes than less brittle zones.