

Quanta Geo

Schlumberger

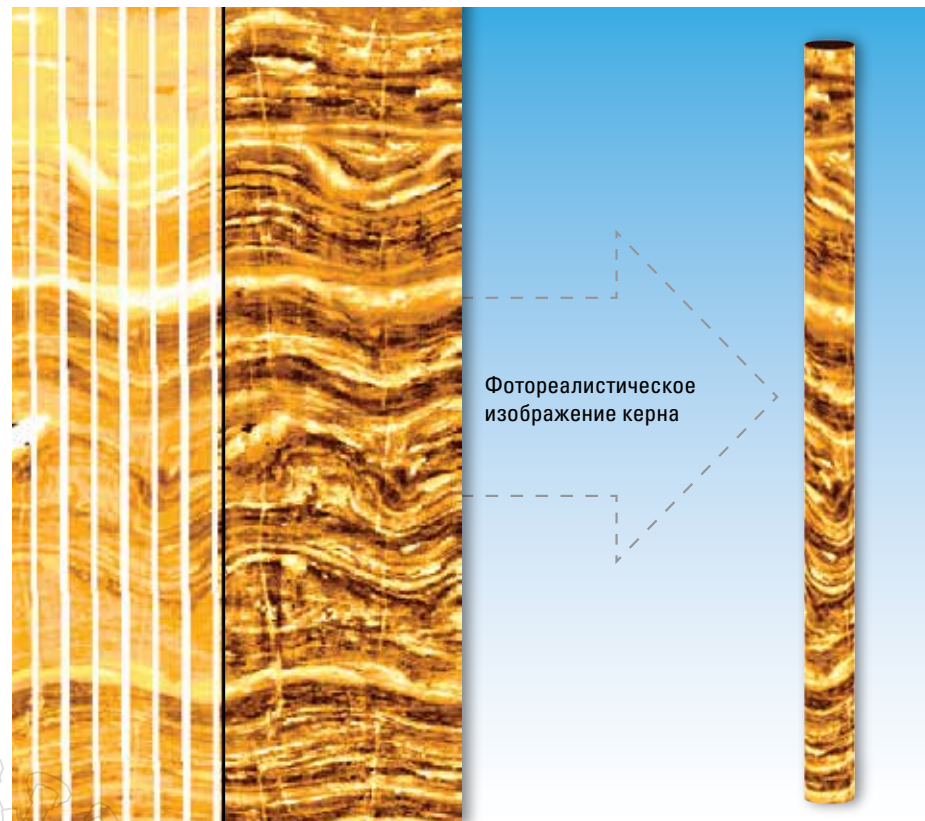


slb.com/qgeo

Schlumberger

Quanta Geo

Сервис: фотореалистические изображения пласта



Фотореалистическое изображение керна

Области применения

- Получение изображений стенок ствола скважины (электрических имиджей) высокого разрешения
 - Стволы скважин с непроводящими буровыми жидкостями и буровым раствором на углеводородной основе (PVO)
 - Наклонно-направленные скважины и горизонтальные скважины
 - Регистрация данных, как в высокоомных, так и в породах с низким сопротивлением
 - Получение качественных имиджей в карбонатных, терригенных породах, а также в нетрадиционных коллекторах
- Седиментология и сейсмостратиграфия
 - Детерминистическое и стохастическое моделирование коллекторов
 - Определение условий образования осадочных тел и их границ

Способность технологии Quanta Geo получать изображения, как высокоомных, так и низкоомных пластов с превосходным разрешением, дает истинное визуальное представление геологического строения пласта в виде каротажных диаграмм и виртуального керна, получаемого с помощью программной платформы моделирования скважин Techlog.*

- Построение вертикальных профилей гранулометрического состава и напластования
- Определение направления палеосноса
- Структурный анализ и моделирование
 - Структурное 3D-моделирование вдоль ствола скважины и межскважинного пространства
 - Построение геологических разрезов
 - Выявление и классификация разломов, осей складок и несогласий
 - Точное определение элементов залегания вскрытого скважиной разреза
- Характеристика и моделирование трещиноватого коллектора
 - Построение дискретной модели сети трещин (DFN)
 - определение геометрии, морфологии и плотности трещин
- Оценка вторичной пористости в карбонатных и вулканогенных коллекторах
 - Выявление на имидже интервалов с развитой вторичной пористостью
 - Количественное определение степени неоднородности разреза

- Тонкослоистые коллектора
 - Определение истинных границ пластов для получения их петрофизических свойств
 - Определение коэффициента песчаности разреза и оценки истинной эффективной нефтенасыщенной мощности
 - Визуализация пластов до миллиметровой шкалы
- Характеристика пород-коллекторов
 - Ручная или автоматическая классификация электрофаций и типов пород-коллекторов
 - Получение петрофизических характеристик по каждому типу пород-коллекторов
 - Выявление возможной анизотропии разреза, непроницаемых барьеров (флюидоупоров) и проницаемых путей фильтрации
- Геомеханика
 - Определение современного направления пластового напряжения
 - Калибровка геомеханической модели
 - Рекомендации по удельному весу бурового раствора

- Дополнение к программам отбора керна и опробований испытателями пласта
 - Точная привязка и ориентирование полноразмерного керна
 - Описание коллектора в интервалах с плохим выносом керна или интервалах неохарактеризованных керном
 - Информация о коллекторе до получения данных анализа керна
 - Выбор точек для отбора керна, сверлящим боковым грунтоносом, замеров давления и интервалов отбора проб пластоиспытателем на кабеле

Преимущества

- Принятие обоснованных решений при исследовании сложнопостроенных коллекторов на основе фотореалистичных изображений с высоким разрешением в скважинах, заполненных РУО, где ранее невозможно было получить четкое изображение.
- Построение моделей залежей, подкрепленных фактической информацией о типе и геометрии пласта.
- Повышение качества интерпретации за счет более полного охвата стенок ствола скважины и оптимизации контакта между прижимным зондом и пластом, вместо аппроксимирования данных в участках ствола скважины неохваченных прижимными башмаками приборов предыдущего поколения.
- Повышенная эксплуатационная эффективность, благодаря более высокой скорости каротажа, совместимости с большинством приборов на кабеле и новой возможности проведения каротажа при спуске, что снижает риск во время работ и повышает надежность данных.
- Данные хорошего качества, полученные за одну СПО, как в высокоомных, так и в низкоомных пластах.
- Надежность каротажа благодаря новой электронике и системы метрологии
- Надежная работа в скважинах с АВПД/АВПТ и в глубоководных скважинах.

Особенности

- Инновационная конструкция зонда, позволяющая проводить регистрацию, как на спуске, так и на подъеме.
- Восемь прижимных зондов со 192 измерительными микроэлектродами, в приборе реализованы новые физические принципы измерений.
- Охват 98% ствола скважины диаметром 8 дюймов.
- Высокая вертикальная разрешающая способность — 0,24 дюйма, при горизонтальной 0,13 дюйма.
- Скорость каротажа до 3 600 футов в час.
- Диэлектрический каротаж с возможностью фазочувствительной обработки для внесения поправок за пленку, непроводящего бурового раствора между башмаками прибора и породой.
- Независимые друг от друга прижимные башмаки прибора, позволяющие получить качественный имидж в скважине с плохим состоянием ствола.
- Цифровой датчик снижения шума и улучшения качества сигнала для высокой точности измерений.
- Обработка и интерпретация данных в программном обеспечении Techlog с последующей передачей и интеграцией с другими геолого-геофизическими данными в Petrel*, для более надежного геологического моделирования месторождения.

Инновационная конструкция зонда, используемого в технологии фотореалистичного изображения пласта Quanta Geo, позволяет выполнять каротаж при спуске со скоростью до 3 600 футов в час, с 98% охватом ствола скважины диаметром 8 дюймов.



Более детальная геологическая характеристика пласта: измерено компанией «Шлюмберже»

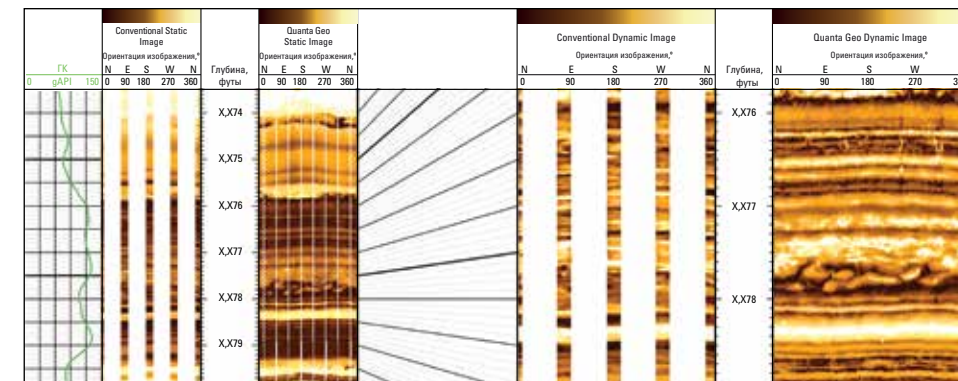
Удельный вес промышленных залежей нефти и газа, приуроченных к сложнопостроенным коллекторам, в общем балансе запасов постоянно повышается. По мере повышения сложности разрабатываемых залежей, поиск и разработка значительных ресурсов сопряжена с еще большими рисками.

Сравнение изображений, полученных с помощью технологии Quanta Geo, с изображениями, полученными широко применяемым в отрасли имиджером, адаптированным для работы в скважинах на РУО. При двойном увеличении масштаба на паре диаграмм справа можно увидеть новый уровень фотореалистичного изображения по всей окружности ствола скважины.

На этапах разведки месторождения, оценки запасов и проектирования последующей оптимальной разработки месторождения, необходима более реалистичная модель пластов-коллекторов с разрешением и достоверностью намного превосходящей модели, которые могут быть построены только по результатам данных сейсморазведки. Стандартным источником высокого разрешения геологической информации, позволяющей учитывать сложность геологического строения, по которой можно достоверно строить модели залежей, является керн.

Менее дорогостоящей и широко распространенной альтернативой традиционным методам отбора керна являются высокоразрешающие микроэлектрические имиджеры.

Непроводящие буровые растворы, такие как синтетические буровые растворы или растворы на углеводородной основе (РУО), всегда служили препятствием для получения качественных электрических имиджей ствола скважины, которые давно и успешно регистрируют в скважинах, заполненных буровым раствором на водной основе (РВО).



По сравнению с имиджами, зарегистрированными в скважинах на РВО при помощи систем разрешающего микроимиджера FMI-HD*, в имиджах, записанных приборами, предназначенными для работы в скважинах на непроводящей жидкости, которые появились в последнее десятилетие, значительно меньшая вертикальная разрешающая способность и меньший охват ствола скважины. На качество имиджа зачастую влияют искусственные помехи. Они обусловлены сложными физическими принципами измерений, которые реализованы в приборах работающих в скважинах на РВО, из-за наличия пленки непроводящего раствора между прижимными башмаками прибора и породой.

Технология получения фотореалистичных изображений пласта прибором Quanta Geo выводит имиджи в скважинах, бурящихся на РВО, на качественно новый уровень, обеспечивая детализированные изображения, сопоставимые с керном, более полно характеризуют геологические особенности вскрытого скважиной разреза. Применение совершенно новых физических принципов и инновационных технологий в электронике прибора, а также его конструктивные особенности, позволяет прибору Quanta Geo получать изображения более высокого качества в скважинах на РВО, чем имиджи записанные с помощью самых современных имиджеров для работы на РВО.

Обработка и интерпретация имиджей прибора Quanta Geo полностью реализована в программном обеспечении Techlog, позволяя специалистам решать различные геологические задачи.

Используя имиджи Quanta Geo обработанные в Techlog, специалисты-геологи, работая на разведочном этапе глубоководных залежей теперь имеют возможность идентифицировать и коррелировать фации осадочных горных пород с такой точностью и уверенностью, которая раньше была возможна лишь с помощью керна.

Quanta Geo дает заказчику имиджи высокой разрешающей способности, наиболее достоверно характеризующие разрез ствола скважины.



Применение данной технологии в нетрадиционных коллекторах позволяет выявлять системы естественных трещин, определять их геометрию и плотность.

Результаты интерпретации имиджей Quanta Geo, используются в программной платформе Petrel, уточняя существующую геологическую модель, позволяя более реалистично строить и моделировать межскважинное пространство в геологически сложнопостроенных залежах и с уверенностью принимать решения по разработке месторождений.

Разработано с целью максимального повышения качества, снижения рисков и сокращения времени простоя буровой установки во время каротажа

Наши инженеры четко понимали, что простого усовершенствования существующей технологии получения имиджей в скважинах пробуренных на РВО будет недостаточно для получения имиджей с более высокой разрешающей способностью при максимально возможном охвате ствола скважины. Для устранения ограничений, присущих приборам предыдущего поколения, и обеспечения охвата всего ствола скважины потребовался прибор с совершенно новой механической конструкцией. Чтобы устранить наведенные помехи

на имидже и получить более высокое разрешение, потребовался совершенно новый физический принцип измерений с упрощенной геометрией измерительных электродов. Для эффективной и высокопроизводительной работы в сложных условиях, таких как глубоководные скважины Мексиканского залива, где электрическое сопротивление бурового раствора может быть в 100 000 раз выше сопротивления исследуемого пласта, был жизненно необходим беспрецедентный прорыв в электронике прибора и технологии обработки сигнала.

Запись имиджей Quanta Geo, с высокой разрешающей способностью, в скважинах пробуренных на РВО, стала возможной благодаря совершенно новому физическому принципу измерений, инновационной конструкции электронных и механических элементов прибора.



Сервис Quanta Geo позволяет идентифицировать и коррелировать глубоководные осадочные фации с точностью и достоверностью, которые раньше были возможны только с помощью керна.

Уникальная возможность записи при спуске

Зонд Quanta Geo оснащен 4 парами последовательно соединенных трапециевидных лап, на которых размещены 8 независимых прижимных башмаков. Риск прихвата снижается, так как башмаки зонда не используются для центровки прибора.

Конструкция трапециевидных лап в приборе Quanta Geo позволяет получать изображения, как во время спуска, так и во время подъема. При записи во время спуска снижается риск затяжек прибора, вызванный его прерывистым движением при записи на подъеме, как и у всех стандартных прижимных каротажных приборах и, соответственно, тем самым снижая количество дополнительных спусков прибора для получения более качественных данных.

Уникальная конструкция прибора Quanta Geo позволяет вести запись во время спуска, что повышает эффективность работ на скважине.

Что еще более важно, возможность регистрации во время спуска открывает совершенно новые перспективы для повышения эффективности работ – данные записываются просто по пути к забою скважины, затем прибор поднимается, и готовится спуск другой компановки. Прибор Quanta Geo может комбинироваться с другими каротажными приборами, как сверху так и снизу, например с такими, как акустический сканер Sonic Scanner* существенно экономя время, обеспечивая высокую надежность данных и сокращая уровень риска при выполнении работ.



Восемь прижимных башмаков, расположенных на 4 последовательно соединенных лапах прибора, позволяют делать запись как во время спуска, так и во время подъема, снижая до минимума получение некачественных данных, из-за плохого состояния ствола скважины.

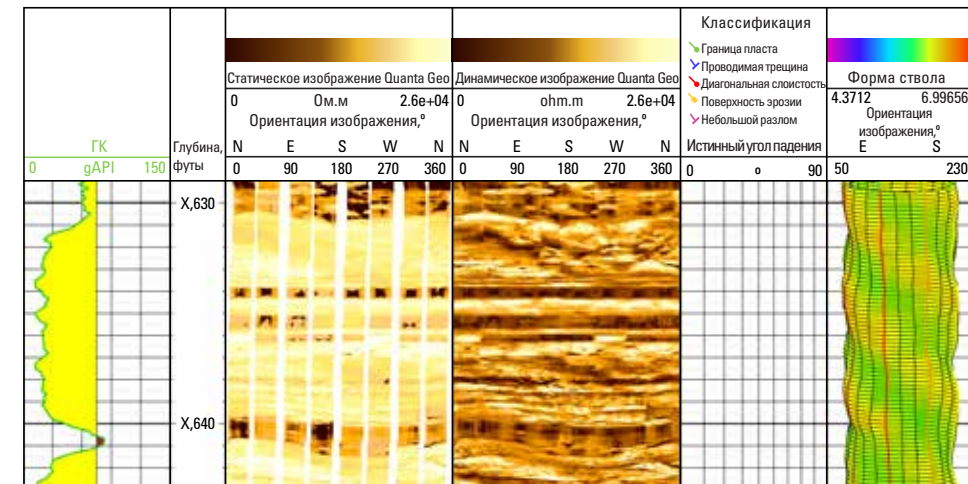
Данные высокого качества в сложных скважинных условиях

Восемь лап прибора полностью независимы, а башмаки имеют возможность свободного хода под углом 2°. Они могут поворачиваться вокруг своей продольной оси и изменять угол наклона, в то время как трапециевидная конструкция четырех пар лап равномерно распределяет нагрузку на каждый прижимной башмак.

Независимые лапы и башмаки на шарнирных соединениях позволяют применять прибор в скважинах со сложной траекторией.

Эта новая конструктивная особенность позволяет прибору Quanta Geo обеспечивать хороший контакт прижимных башмаков со стенкой скважины в наклонно-направленных скважинах с большим зенитным углом и в скважинах с плохим состоянием ствола.

Конструкция башмаков сводит к минимуму площадь поверхности, контактирующей со стенкой скважины, а центровка прибора не зависит от создаваемого давления на башмаки прибора. Это позволяет предотвращать прихваты прибора, что еще больше повышает качество имиджей и снижает риск осложнений во время проведения работ.



Несмотря на спиралевидный ствол скважины, конструкция прибора Quanta Geo обеспечивает надежный контакт зонда с породой, а физические основы метода и алгоритмы обработки сигнала, фильтрующие эффект от пленки раствора между башмаками прибора и пластом, позволили получить достоверный имидж

Совершенно новые физические принципы для получения изображений без барьеров

Физические принципы, на которых построены измерения прибором Quanta Geo, совершенно новые, но у них больше общего с имиджерами, работающими в скважинах, бурящихся на РВО, чем с имиджерами предыдущего поколения, предназначенными для проведения исследований на РХО. Сходство состоит в том, что напряжение переменного тока подается между обратным токовым электродом и группой из 192 микроэлектродов. Результирующий переменный ток проходит непосредственно через каждый электрод — это как раз та важная характеристика, которой обладают имиджеры для РВО, благодаря которой прибор Quanta Geo одинаково хорошо регистрирует как высокоамплитудные, так и пологозалегающие геологические особенности вскрытого скважиной разреза. Геометрический фактор прибора существенно уменьшает наличие искусственно наведенных трещин усыхания, регистрируемых предыдущим поколением приборов на РХО.

В отличие от имиджеров для скважин на РВО, токовая цепь этого прибора очень короткая, так как она полностью находится

внутри прижимного зонда. Прибор Quanta Geo работает в мегагерцовом диапазоне, который на три порядка выше, чем у предыдущих имиджеров. Это позволило снизить эффект присутствия непроводящей пленки раствора.

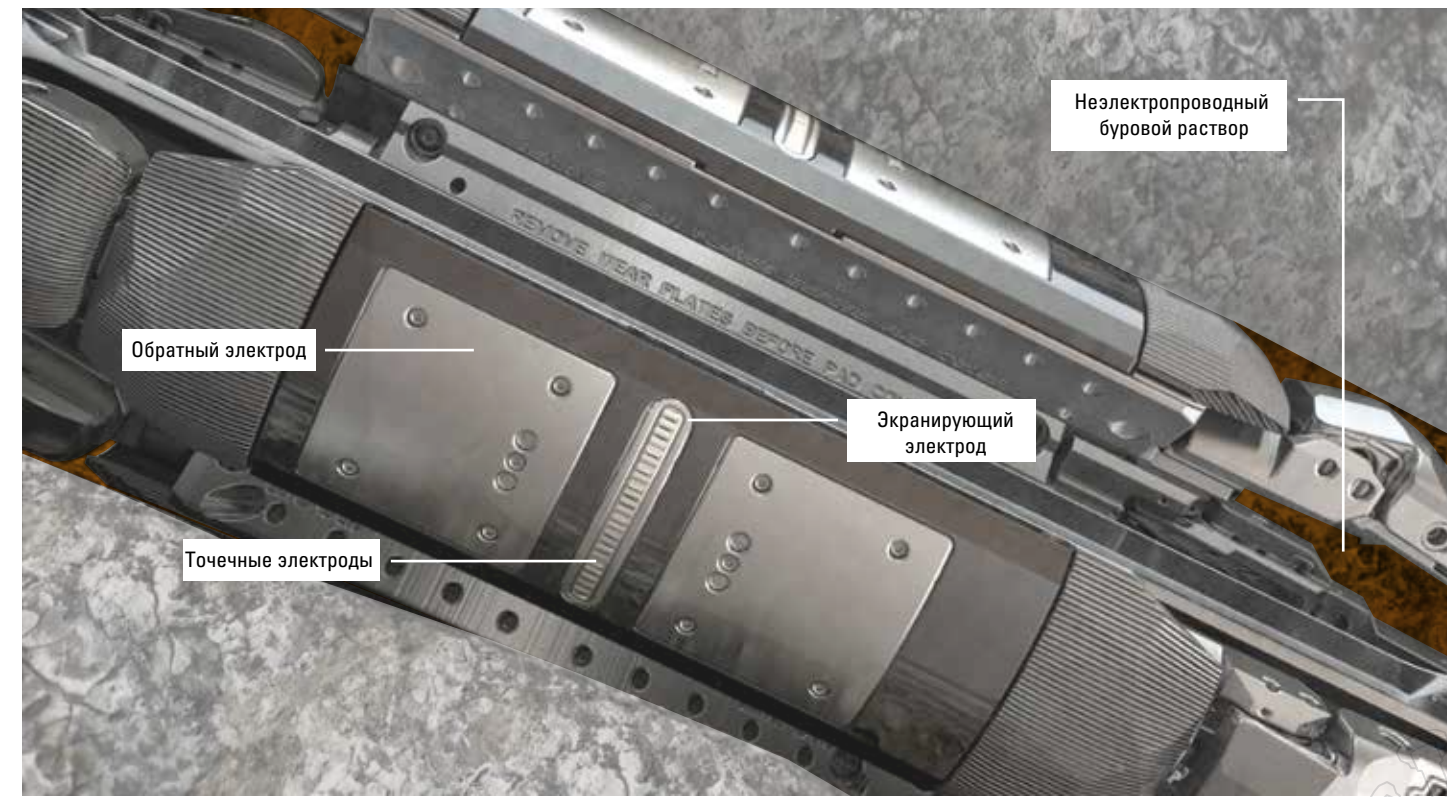
Сигнал каждого электрода обратно пропорционален суммарному сопротивлению пласта и пленки бурового раствора. Для эффективного разделения сигналов раствора и пласта применяется фазочувствительная обработка сигнала.

Эффективное электрическое сечение каждого электрода составляет лишь 0,24 дюйма по вертикали и 0,13 дюйма по горизонтали. Этими размерами определяется разрешение имиджа, а более мелкие текстурные особенности разреза, такие как трещины, могут быть так же визуализированы на имидже, при наличии значительного контраста сопротивлений бурового раствора заполняющего трещину и вмещающей литологией.

Электрический ток проходит от точечных электродов через РХО в стволе скважины и пласт к двум обратным электродам прибора.



Quanta Geo позволяет получать высококачественные изображения за счет применения 192 микроэлектродов с высоким разрешением по вертикали и горизонтали.



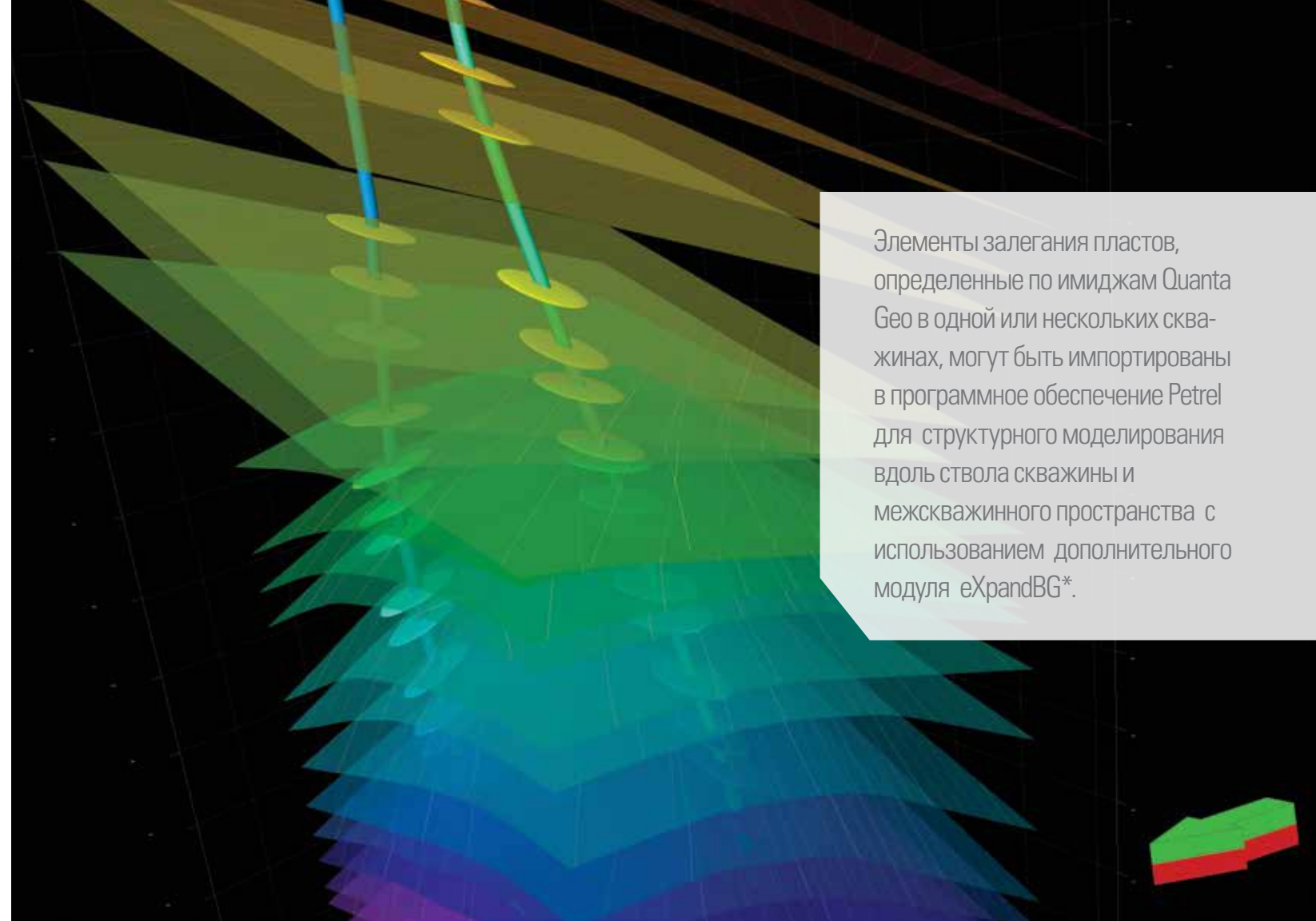
Фотореалистичные имиджи полученные на большой скорости регистрации каротажа

Измерения с помощью технологии Quanta Geo стали возможны благодаря сверхсовременной архитектуре электронных элементов, которые надежно регистрируют сигналы, излучаемых всеми 192 микроэлектродами с разрешением 0,24 и 0,13 дюйма, при этом сохраняя высокую скорость движения каротажного прибора, соответственно, 3600 футов/час и 1800 футов/час. Объем регистрируемых данных, превышающий 46 000 отдельных измерений в минуту, стал возможным благодаря специально разработанным микросхемам прижимных башмаков. Данная конструкция исключает большинство шумов-помех, что позволяет получить более точные измерения. Создание изображений пласта высочайшей точности достигается не только благодаря множеству измерений большим количеством измерительных электродов, для этого также необходима большая чувствительность и точность измерений, что позволяет получить детальное изображение вскрытого скважиной разреза.

Важным звеном, которое нельзя упускать из внимания, является средство доставки всех полученных данных на поверхность - геофизический кабель. Типовые кабельные телеметрические системы, применяемые сегодня в отрасли, являются тем препятствием, которое существенно замедляет регистрацию ГИС. Проведение каротажной операции со скоростью меньше 1 800 футов/час это не только увеличение времени простоя буровой установки, но и увеличение риска неравномерного движения прибора, приводящего к ухудшению качества имиджей. Усовершенствованные телеметрические системы «Шлюмберже», включающие кабель собственной разработки обеспечивают более высокие скорости передачи данных в отрасли – в 10 раз выше скорости передачи данных из скважины на поверхность, обеспечиваемой другими имеющимися на сегодняшний день системами.



Защитный кожух используется во время транспортировки для защиты прижимных башмаков прибора Quanta Geo.



Элементы залегания пластов, определенные по имиджам Quanta Geo в одной или нескольких скважинах, могут быть импортированы в программное обеспечение Petrel для структурного моделирования вдоль ствола скважины и межскважинного пространства с использованием дополнительного модуля eXpandBG*.

Программные продукты на платформе Techlog, для дальнейшего использования при моделировании залежи

Визуализация и интерпретация имиджей Quanta Geo, производится в программном обеспечении Techlog, в котором разработан широкий ряд интерпретационных продуктов.

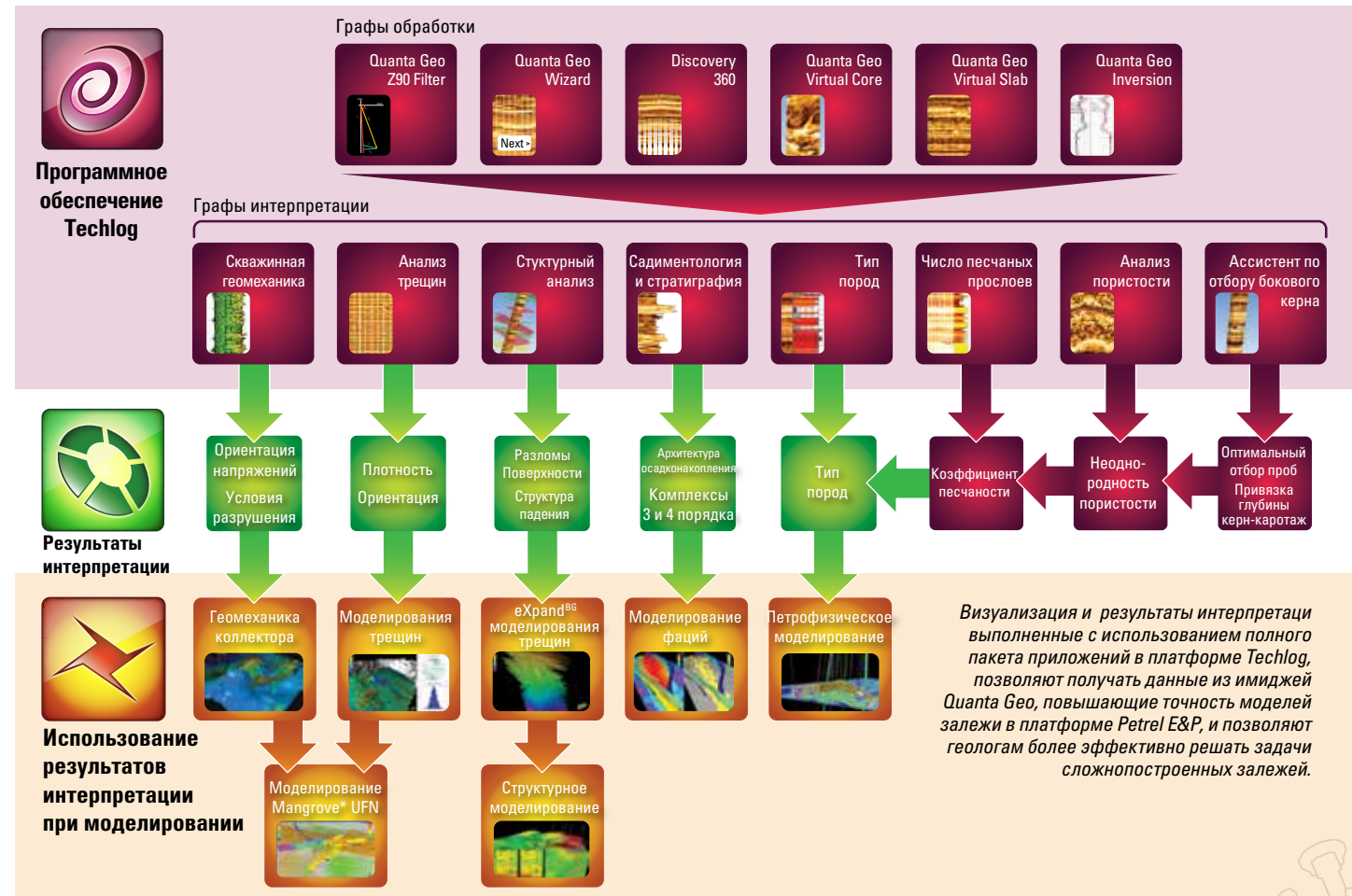
Существуют восемь интерпретационных графов обработки Quanta Geo на платформе Techlog, от геомеханики до структурной геологии и петрофизики.

Например, для определения коэффициента песчаности в условиях тонкослоистого коллектора используется количественное значение удельного сопротивления зоны проникновения (Rxo) высокого вертикального разрешения, полученное в результате инверсионной обработки для определения граничного значения при оценке истинной эффективной толщины. Граничные коэффициенты при необходимости можно откалибровать по фотографиям керна и экстраполировать на другие скважины, пробуренные без отбора керна.

Полученные электрофации, толщина пластов и коэффициент песчаности могут быть использованы в качестве входных данных с другими каротажными данными для выполнения автоматической классификации типов пород-коллекторов. Возможности текстурного анализа пород, такие как анализ вторичной пористости, интерпретационного модуля Rock Type (Тип пород), позволяют наряду с видимыми текстурными неоднородностями на имидже охарактеризовать

их количественно. Результаты интерпретации Quanta Geo позволяют значительно снизить неопределенности при моделировании залежи в программном обеспечении Petrel. Данные, готовые для включения в модель залежи, позволяют реалистично подходить к моделированию межскважинного пространства в сложнопостроенных залежах и с уверенностью принимать решения, относящиеся к дальнейшей разработке месторождения.

Имиджи Quanta Geo, являются основой истинного представления о геологии залежи.

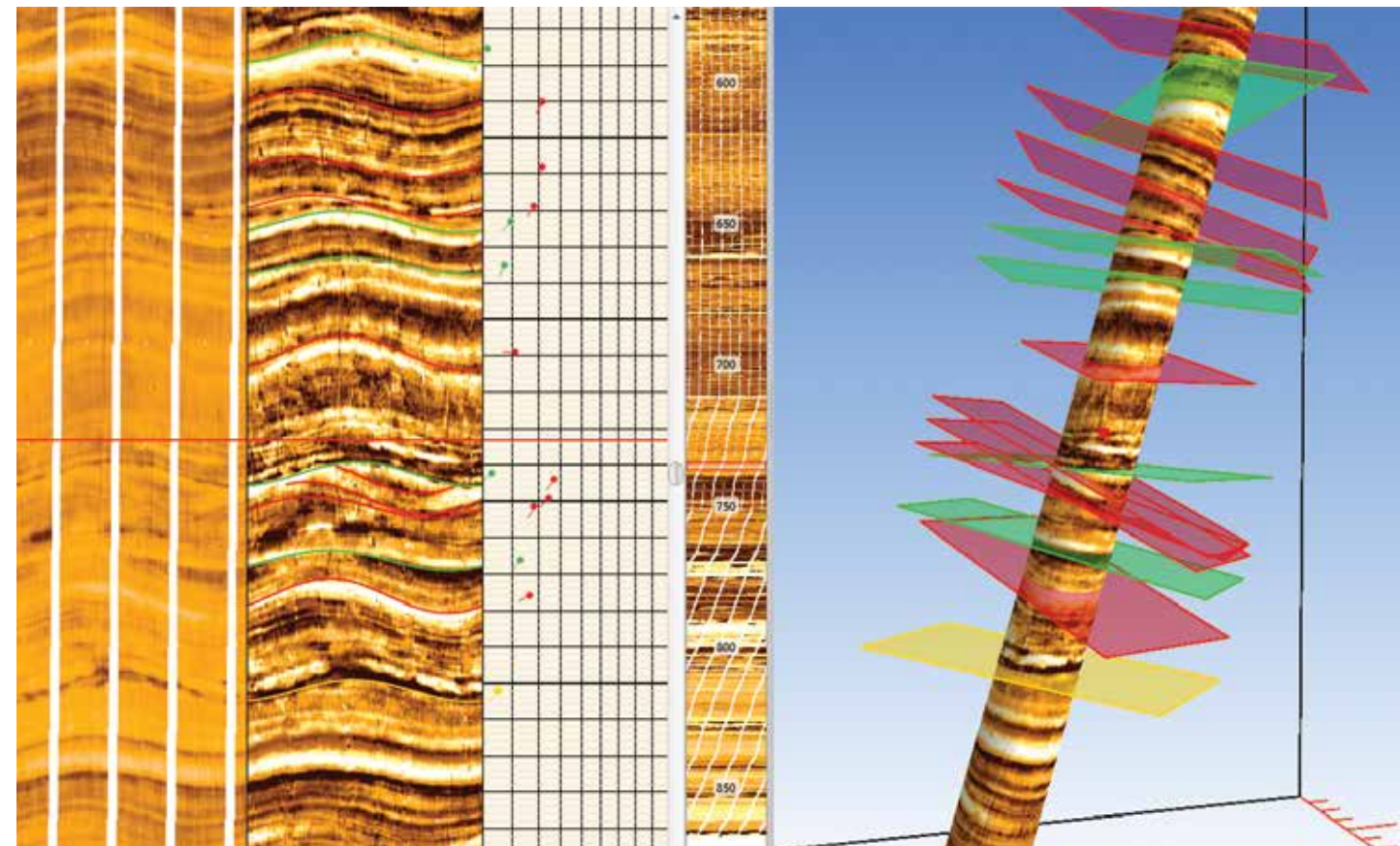




Имиджи Quanta Geo дают наиболее реалистичное представление о залежах, на основе которых можно принимать более обоснованные решения, и позволяют компаниям, занимающимся разведкой и добычей, более точно моделировать месторождения.

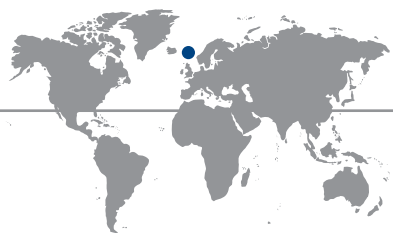
Например, границы пластов, разломы и их элементы залегания, интерпретированные по имиджам Quanta Geo, импортируются в платформу Petrel и соответствующим образом коррелируются с сейсмическими горизонтами, чтобы получить откорректированные поверхности для уточнения секторной модели. Для случаев, связанных с крутым падением структуры или ее сложным строением, можно использовать плагин eXpandBG, предназначенный для уточнения структурной модели вдоль ствола скважины по элементам залегания пласта, измеренным прибором Quanta Geo, с более высокой точностью по сравнению с данными сейсморазведки.

Аналогичным образом, геометрия русловых тел, определенная по имиджам Quanta Geo, может быть использована в алгоритме моделирования русловых образований в Petrel, одновременно распределяя фации в модели, определённые по имиджам вдоль ствола скважины.



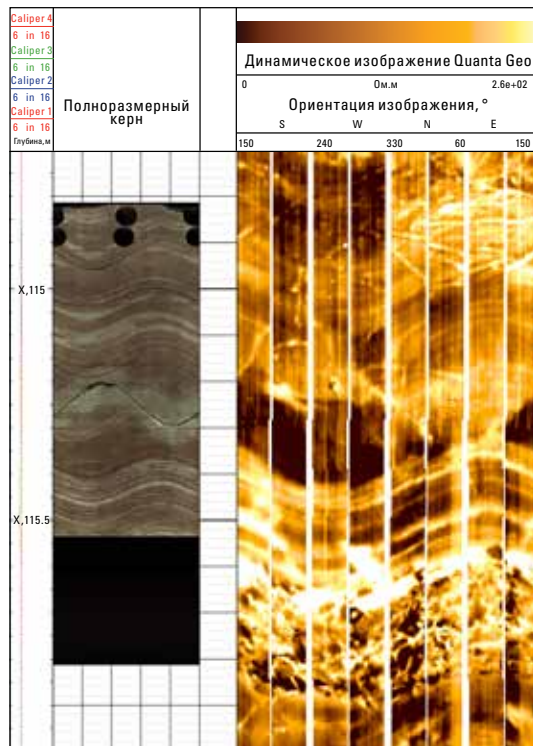
Трёхмерная интерпретация на платформе Techlog (справа) иллюстрирует изменяющиеся и большие углы падения пласта, образовавшиеся в результате меняющихся условий осадконакопления в рукавах дельты и устьевых барах.

Практические примеры



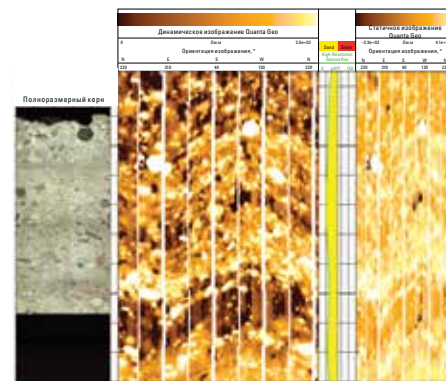
Интегрирование керна и имиджей в Северном море для уточнения структурной и седиментологической интерпретации

Сканирование полноразмерного керна в Колонке 1 иллюстрирует хорошую сходимость с имиджами Quanta Geo (Колонка 2). Имиджи Quanta Geo вносят существенные преимущества в геологическую интерпретацию, так как они точно ориентированы и охватывают ствол длиной в 600 м, неохарактеризованный керном. Так как диаметр ствола скважины значительно больше диаметра керна, дополнительным преимуществом для интерпретации является то, что имиджи позволяют более полно охарактеризовать залежь покрывая 98% ствола в 8" скважине

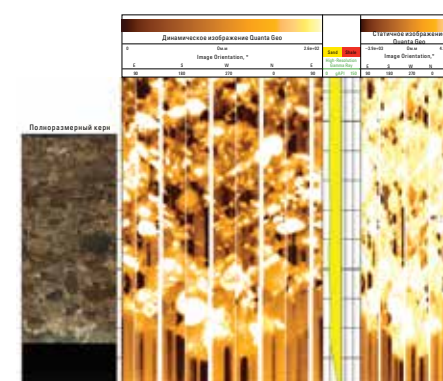


Компания, разрабатывающая месторождения на участке, расположенном на западе от Шотландских островов, пробурила с отбором керна скважину, вскрывшую трещиноватые, осложненные разломами терригенные отложения верхне-палеозойского возраста. Имиджи Quanta Geo были зарегистрированы вместе с данными ультразвукового скважинного имиджера UBI* для выявления дизъюнктивных нарушений, изучения системы естественных трещин и построения структурных карт залежи имея более точное представление о процессах осадконакопления.

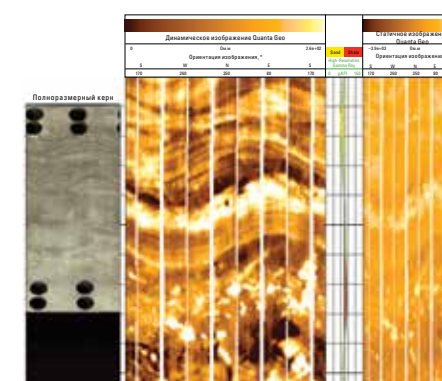
Сканирование полноразмерного керна перед его распилом позволило провести сравнение имиджа и керна по таким элементам разреза как трещины, разломы, уплотненные линзы, напластование, внутрипластовая слоистость, крупная и мелкая галька, а также отследить перерывы в осадконакоплении и несогласия. Интеграция керна и имиджей позволила ориентировать керн, и ввиду хорошей сходимости керновых данных и имиджа стало возможно экстраполировать геологическую интерпретацию на весь интервал длиной 600 м пробуренных без керна, в котором был проведен каротаж.



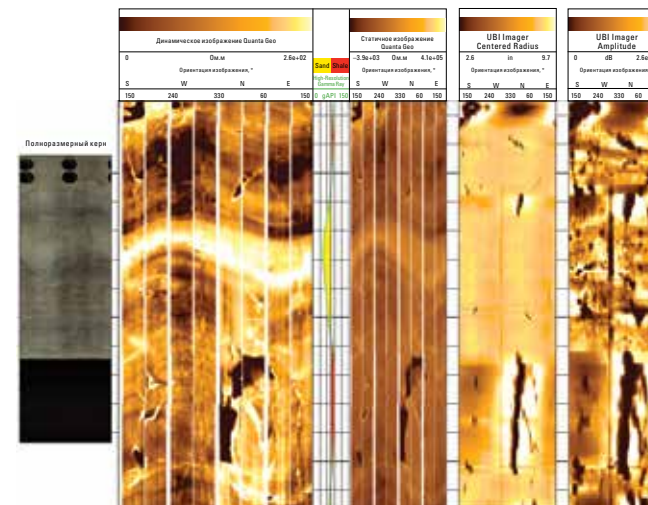
Песчаник от крупнозернистого до галечника.



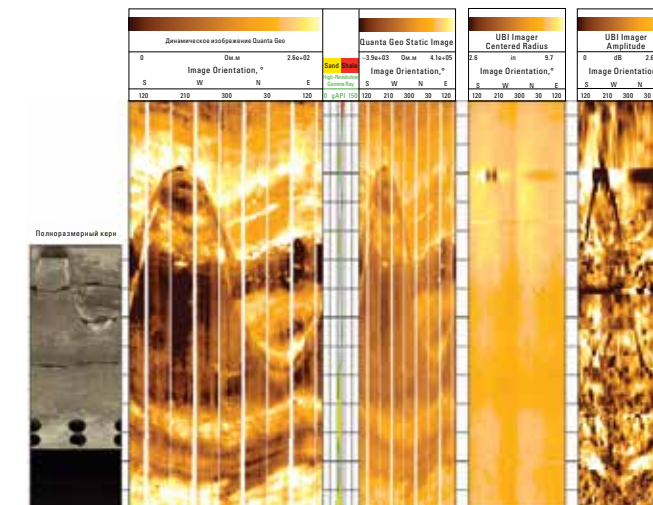
Конгломерат.



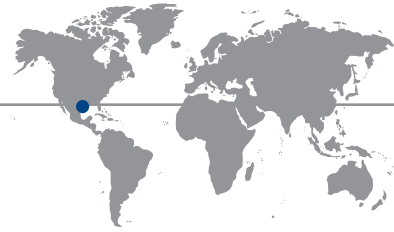
Косослойный песчаник с диагенетическими изменениями.



Высокоомные (зацементированные) трещины.



Микроразлом (зацементированный).



Определение фаций, эффективной толщины и элементов залегания пласта в глубоководных залежах Мексиканского залива

Скважина, расположенная на глубоководном склоне, была пробурена на РУО долотом 9 7/8 дюйма, тогда как имиджеры, рассчитаны на стандартный диаметр ствола 8 дюймов. Кроме этого определенные сложности накладывал низкоомный разрез, а также высокий риск прихвата во время исследований в глубоководных скважинах в Мексиканском заливе. Для определения фаций, оценки коэффициента песчаности и уточнения условий осадконакопления и ориентации русловых и других песчаных тел, вскрытых скважиной, необходимо было получить имиджи высокого разрешения.

Прибор Quanta Geo был скомбинирован вместе с акустическим сканером, и имиджи были получены как при спуске, так и при подъеме прибора. Качество имиджей, записанных во время спуска, оказалось лучше благодаря меньшему количеству затяжек прибора. Охват ствола скважины прибором Quanta Geo составил 80%, для устранения пропусков в записи

между прижимными башмаками прибора и получения полноразмерного имиджа была выполнена обработка по алгоритму «Discovery 360» в платформе Techlog.

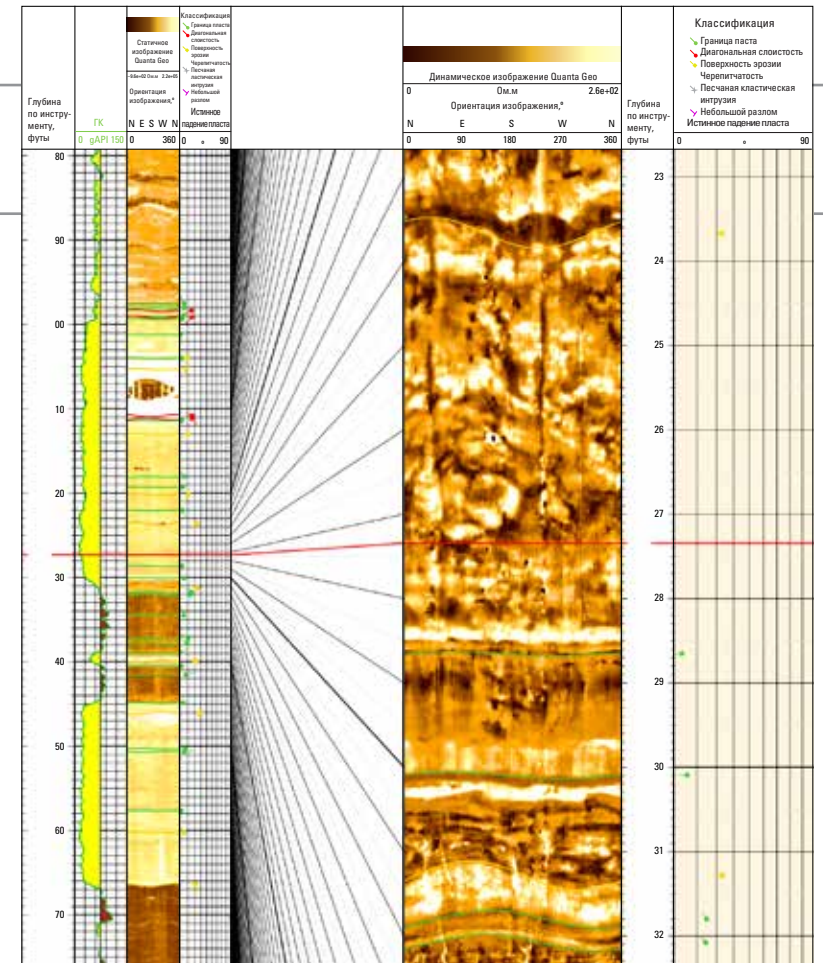
На имиджах высокой разрешающей способности четко выделяются несогласия и разломы с характерным изменением структурных углов. Также интерпретируются многочисленные естественные и техногенные трещины. Северо-восточное юго-западное направление техногенной эшелонной трещиноватости указывает на направление современного геологического напряжения, что подтверждается данными широкополосной акустики.

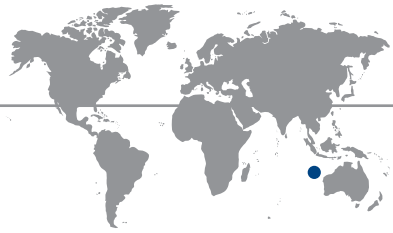
Оползневые явления видимые на имиджах варьируют в размерах от сантиметров до десятков метров. Структурные изменения пластов и текстуру оползневых тел было бы невозможно различить на имиджах, записанных приборами предыдущего поколения в скважинах на РУО.

Выравнивание осей оползневых тел в направлении падения палеосклона

позволяет определить общее направление осадконакопления, на что также указывают такие элементы разреза, как поверхности несогласия, которые не были нарушены оползнем. Тем не менее, оползневые отложения имеют стратиграфическую мощность, которая меньше половины их истинной мощности, и, имея возможность оконтурить эти элементы благодаря имиджам Quanta Geo, добывающая компания может выяснить, имеют ли эти два тела сообщаемость между собой.

Техногенные трещины четко выделяются на динамическом имидже в более крупном масштабе (Колонка 4), как субвертикальные аномалии проводимости, и имеют направление 45° СВ и 45° ЮЗ. Большинство элементов разреза в этом русловом песчанике залегают субгоризонтально. На имиджах приборов предыдущего поколения на РУО, различить такие элементы было бы невозможно. Увеличение углов падения базального слоя на глубине 31,3 фута, указывает на то, что направление осадконакопления проходило в направлении 20° СВ-20° ЮЗ. Слой выполнен глинистыми интракластами, толщиной 1 фут, которые указывают на низкую динамику условий осадконакопления. Элементы, выявленные выше по разрезу, указывают на то, что направление палеосноса изменилось на СЗ-ЮВ.





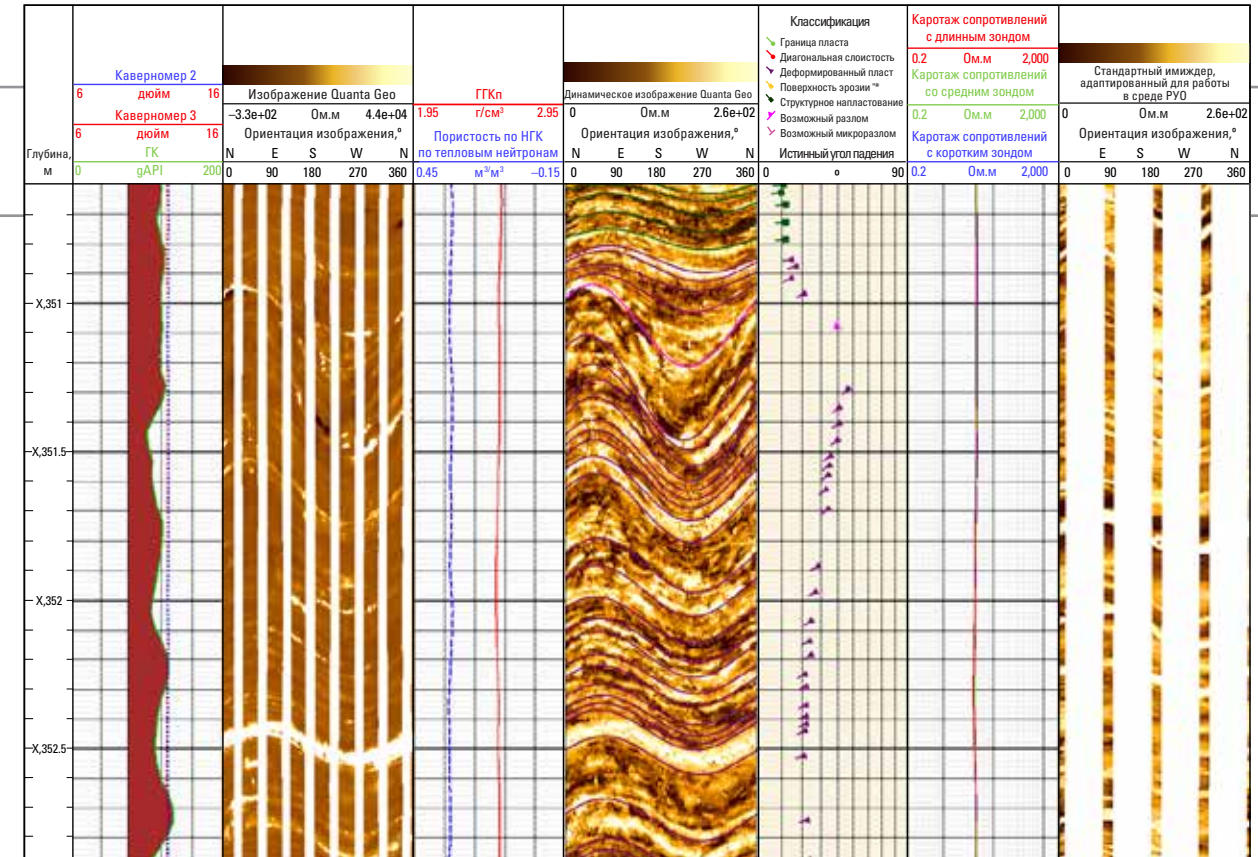
Определение качества коллектора и условий осадконакопления в стволе скважины диаметром 12¼ дюйма на северо-западном шельфе Австралии

Добывающая компания хотела эффективно оценить качество коллектора и определить условия осадконакопления пласта Мунгару на северо-западном шельфе с помощью структурного, текстурного и седиментологического анализов. Изготовление распилов стандартного керна было бы длительным и дорогостоящим процессом, а керн отобранный боковым грунтоносом дал бы неполноценную картину. Самым эффективным решением было получение полноразмерных имиджей максимально охватывающих ствол скважины, но скважина была пробурена с РУО долотом большого диаметра. Оба эти условия сильно бы ограничили применение традиционных имиджеров, адаптированных для РУО.

Имидж Quanta Geo обеспечил 64% охват в стволе скважины диаметром 12.25 дюйма, что более чем в три раза превышает возможности традиционных имиджеров для РУО. Такое покрытие ствола более чем достаточно для выявления в разрезе субвертикальных элементов, таких как естественные трещины и разломы.

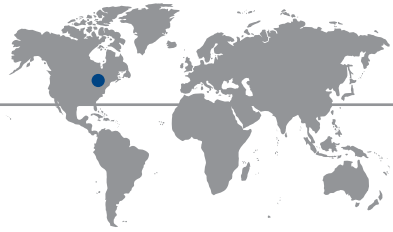
Несмотря на сложные скважинные условия, были получены имиджи хорошего качества. Пробел между башмаками в записи для получения полноразмерного имиджа был восполнен с помощью алгоритма обработки «Discovery 360 (MPS)». Запись имиджей во время спуска прибора позволила получить исчерпывающую информацию в самом начале программы ГИС, что сократило время простоя буровой установки и позволило избежать дополнительных СПО.

На имиджах высокого разрешения, полученных прибором Quanta Geo в интервале 2000 м, были выявлены разломы, внутрислоистая слоистость, признаки деформации слабосцементированных песчаников, мощные глинистые пропластки, тонкослоистые песчаники. Фации были идентифицированы и скоррелированы с высокой точностью, которая раньше была возможна только по результатам анализа керна. Оценка коллекторских свойств русловых песчаников и тонкослоистых песчаников позволила уточнить представление об условиях осадконакопления этих отложений и их коллекторских свойствах.



По сравнению с изображениями, записанными имиджерами предыдущего поколения, адаптированными для работы на РУО (Колонка 1), высокоразрешенные изображения, полученные с помощью прибора Quanta Geo (Колонка 2), обеспечивают втрое больший охват ствола скважины. Последующая обработка имиджей Quanta Geo, в модуле Discovery 360 (Колонка 4), завершает картину, заполнив пробелы между башмаками прибора в стволе диаметром 12¼ дюйма, в результате чего получено более четкое представление о геологическом строении пласта, что позволяет более детально идентифицировать геологические элементы разреза и более точно определить их элементы залегания (Колонка 5).

Практические примеры



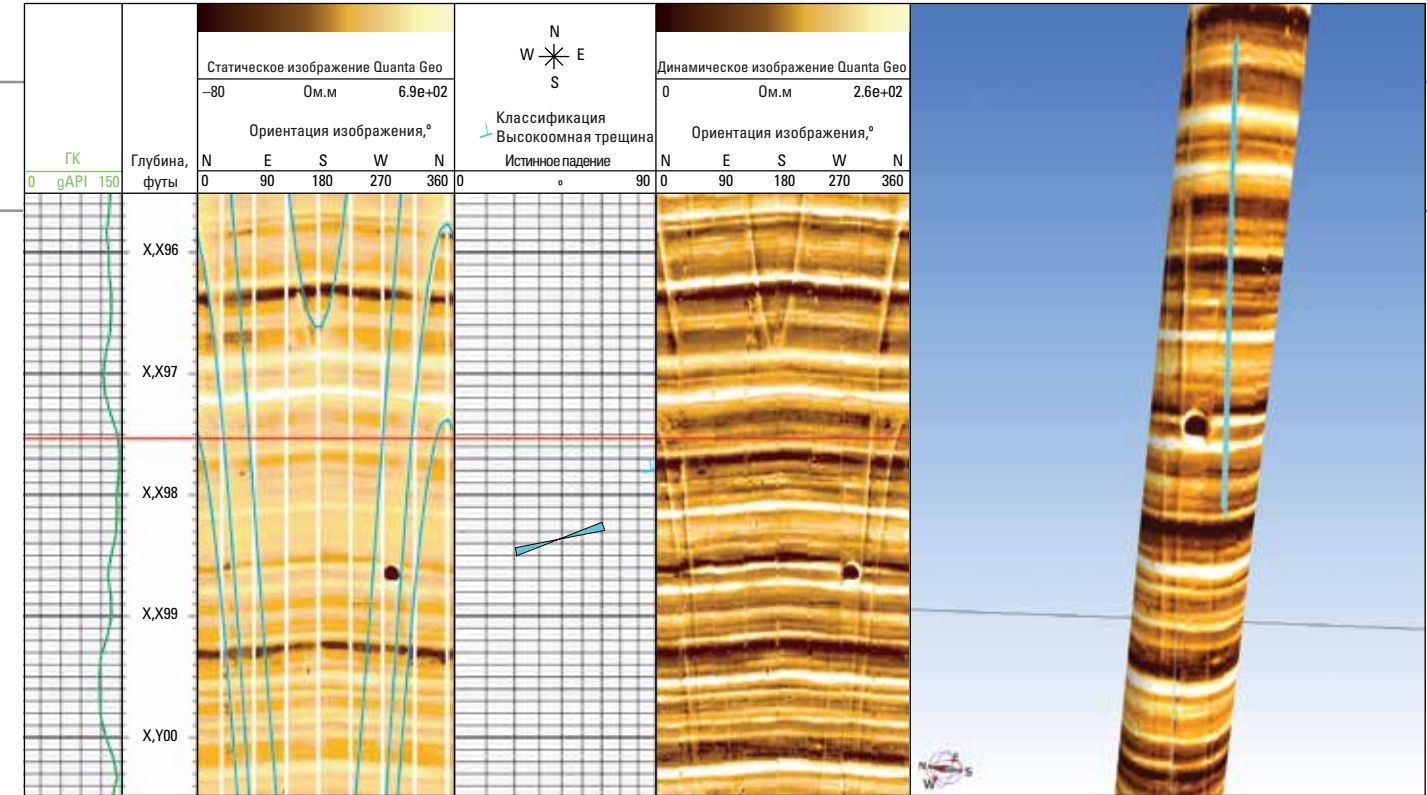
Выбор точек отбора керна боковым грунтоносом и идентификация направления естественных трещин для определения системы заканчивания скважины в отложениях Utica Shale

Добывающая компания отобрала 85 образцов керна боковым грунтоносом на месторождении сланцевого газа Utica Shell, чтобы выполнить лабораторный анализ для определения коллекторских свойств, планирования мероприятий по воздействию на пласт и подсчета запасов. Однако, не зная точных глубин отбора керна, результаты лабораторных измерений было невозможно привязать к тому или иному пропластку в условиях тонкослоистого разреза, таким образом результаты исследования керна оказались низко репрезентативными.

Также было нужно понять геометрию естественных трещин на месторождении, которая состояла из системы субвертикальных фрагментарных трещин. Высокорастворяющие имиджи позволили бы точно определить их геометрию, для дальнейшего расчета давления раскрытия трещин, необходимое для взаимодействия системы естественных трещин с трещинами гидроразрыва.

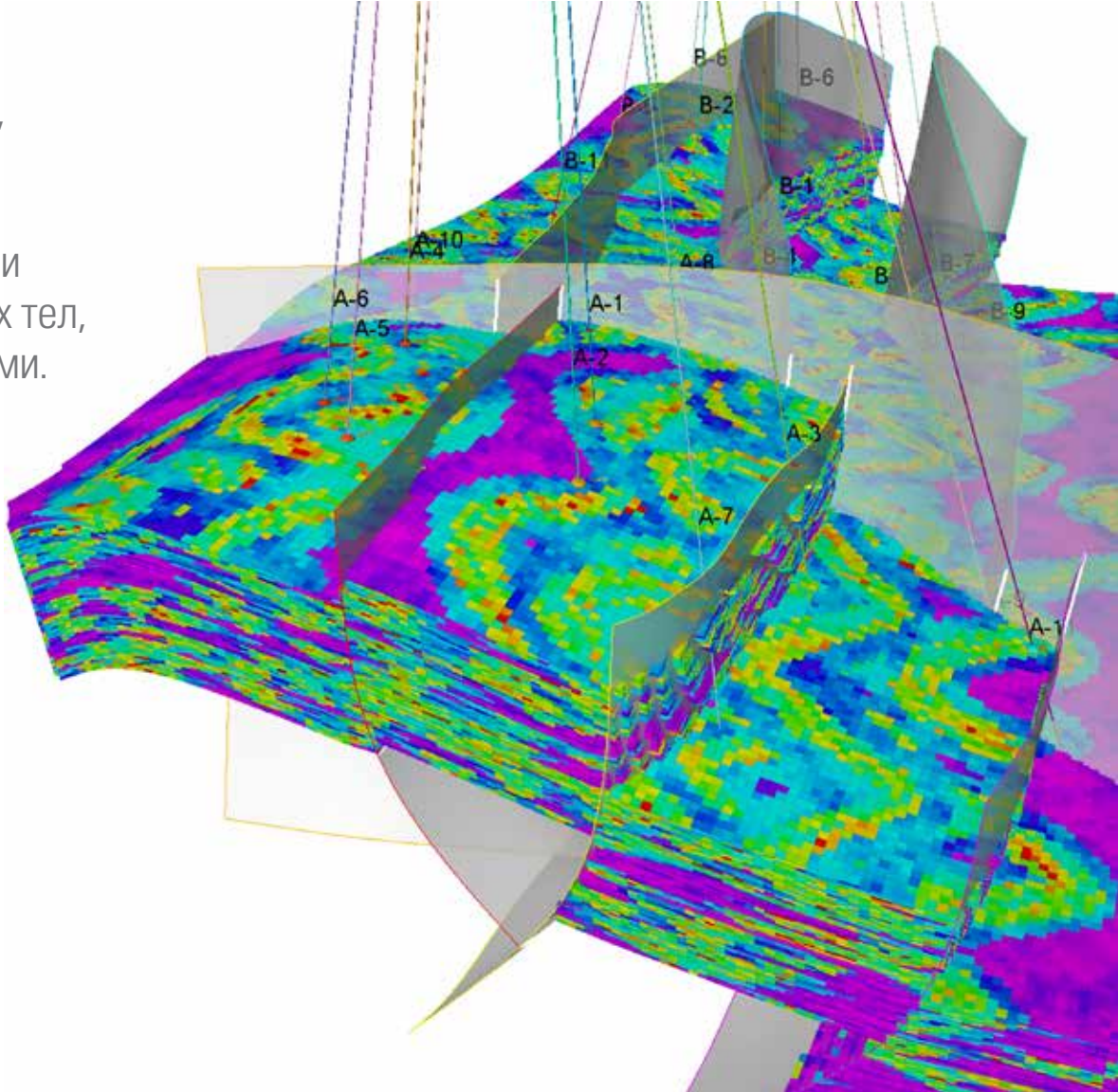
В скважине, пробуренной с РУО, был выполнен картаж Quanta Geo, для получения имиджей максимально охватывающих ствол скважины, по которым определены элементы залегания отражающие геологическое строение. Были определены все 85 точек отбора керна и оценена их репрезентативность. В свою очередь, измерения на образцах керна были использованы для калибровки интерпретации данных каротажа в программе Techlog.

Несмотря на то, что в исследуемом интервале ствол скважины пересек лишь несколько вертикальных трещин, они четко визуализируются на имиджах. Также была выявлена интенсивная трещиноватость в перекрывающей зону интереса толще. Впервые на месторождении Utica Shell на основании имиджей удалось подтвердить, что преобладающее большинство трещин субвертикальны и имеют направление простирания с севера – северо-востока на юг – юго-запад под углом 80°–260°.



Несмотря на то, что на месторождении Utica Shell вертикальная скважина пересекла всего лишь несколько небольших трещин, Quanta Geo обеспечил высокоразрешающими имиджами, на которых эти трещины идентифицируются, а их ориентация точно совпала с ориентацией трещин в перекрывающей толще, как показано на рисунке. С помощью высококачественных имиджей и 3D визуализации, созданной на платформе Techlog, было точно определено, что в данном разрезе вертикальной скважины, напластование носит субгоризонтальный характер, а система субвертикальных трещин простирается с юго-запада на северо-восток. Темная аномалия округлой формы соответствует месту отбора керна боковым грунтоносом на глубине X,X 98.6 футов.

Имиджи Quanta Geo, позволяют четко идентифицировать тип, распределение и геометрию песчаных тел, вскрытых скважинами. Эта информация помогает уточнить геологическую модель и определить стратегию разработки месторождения.



Quanta Geo

Характеристики

Измерение

Выходные данные	Имиджи и элементы залегания пластов
Скорость каротажа	Шаг дискретизации 0,2 дюйма: 3 600 футов в час (1097 м/час)
	Шаг дискретизации 0,1 дюйма: 1 800 футов в час (549 м/час)
Диапазон измерений	Шаг дискретизации: 0,1 дюйма (0,25 см)
	Охват ствола скважины: 98% в стволе диаметром 8 дюймов (20,32 см)
	Сопротивление пласта: 0,2 – 20 000 Ом.м
Разрешение по вертикали	Разрешение по вертикали: 0,24 дюйма (6 мм)
	Разрешение по горизонтали: 0,13 дюйма (3 мм)
Точность	Каверномер: $\pm 0,1$ дюйма ($\pm 0,26$ см)
	Отклонение: $\pm 0,2^\circ$
	Азимут: $\pm 2^\circ$
Глубина исследования	0,2 дюйма (5 мм)
Ограничения по типу или весу раствора	Неэлектропроводные буровые растворы, такие как PVO
Совместимость	Полностью совместимый, установка вверху и внизу
Специальные применения	Запись во время спуска и подъема
	Горизонтальные скважины

Механические характеристики

Рабочие температуры	3500°F (1770°C)
Рабочее давление	Стандартное: 25 000 фунтов/ кв. дюйм (173 мПа)
	Высокое: 30 000 фунтов/ кв. дюйм (207 мПа)
Диаметр скважины (мин.)	7,5 дюйма (19,05 см)
Диаметр скважины (макс.)	17 дюйма (43,18 см)
Наружный диаметр	Зонд: 4,5 дюйма (11,43 см)
	Лапы прибора: 6,5 дюйма (16,51 см)
Длина	31,2 фута (9,5 м)
Масса	696 фунтов (316 кг)
Натяжение	27 000 фунтов (122 300 Нт)
Сжатие	11 000 фунтов (48 900 Нт)

