

В геологоразведочных проектах геолог часто фотографирует керн. Иногда это неформальное изображение ящика с керном, на котором хорошо видны маркеры глубины. Это благоразумный учет скальных пород, пересеченных скважиной. Довольно часто фотография делается более тщательной, включая изображения сверхвысокого разрешения повернутого и ориентированного керна. Разрешение отличное, ориентация обычно неопределенная, а стоимость относительно высока.

Изображение повернутого керна с высоким разрешением

Преимущество камеры сверхвысокого разрешения состоит в том, что на изображении можно идентифицировать отдельные зерна минералов. Фотография керна позволяет контролировать качество изображения, поскольку стержни керна всегда можно очистить и смочить. Современные компьютеры могут справиться с файлами огромных размеров. Ориентация и стоимость остаются проблематичными.

Что касается ориентации изображения, акустический телевьювер, дает некоторую уверенность (при условии, что его журнал имеет гарантированное качество). Это отличный геотехнический инструмент. Аналогичное устройство, называемое оптическим телевьювером (OTV), предлагает геологу точную ориентацию, а также изображение среднего разрешения (размер пикселя около 1 мм). Разрешение оптического изображения, безусловно, выше, чем у акустического, и приятно видеть, что лицо геолога загорается, когда мы откладываем в сторону волнистые линии и показываем ему ориентированное оптическое изображение горной массы. Это впечатляющая запись формаций, пересеченных скважиной. К сожалению, в отличие от акустической версии качество оптического изображения во многом зависит от условий в скважине. Это предостережение.

Грязная вода и покрытые грязью стенки скважины серьезно влияют на качество изображения оптического телевьювера.

Обычно OTV воспринимает отраженный свет в красной, зеленой и синей (RGB) цветовой шкале через коническое зеркало, расположенное в нижней части зонда. Источником света, освещающего стенку скважины, является кольцо из светодиодов, расположенное рядом с датчиком. Обратите внимание, что изображение оптического телевьювера ориентировано и не имеет искажений перспективы.

Существуют ограничения на диаметр скважины, которая может быть эффективно освещена. В воде 200 мм - это обычно предел. В сухих отверстиях можно добиться превосходных результатов при более чем 300 мм, прикрепив лампы с батарейным питанием к центраторам зонда. Новейшие оптические зонды имеют более эффективное освещение благодаря достижениям в светодиодной технологии, и некоторые из них будут работать с диаметром ствола 500 мм.

Разрешение изображения лучше, чем у акустического телевьювера или микро-сканера. Эффективный размер пикселя стенки ствола скважины лучше 0,20 мм может быть достигнут при диаметре HQ (в зависимости от конструкции системы). Доступен ряд инструментов для улучшения изображения. Есть преимущества и недостатки при сравнении OTV с зондом ATV.

- OTV предлагает более высокое разрешение, чем ATV, как обсуждалось выше.
- OTV работает в сухой скважине, ATV - нет.
- Изображения OTV описывают геологию более четко, чем изображения ATV.
- Выбор и классификация трещин обычно более трудны и требуют много времени с использованием изображения OTV.
- ATV предлагает поперечное сечение скважины (360-градусный суппорт) с нарушениями и прорывами, а OTV - нет.
- На OTV отрицательно влияют непрозрачные жидкости и глинистая корка, ATV в основном не подвержен их влиянию.

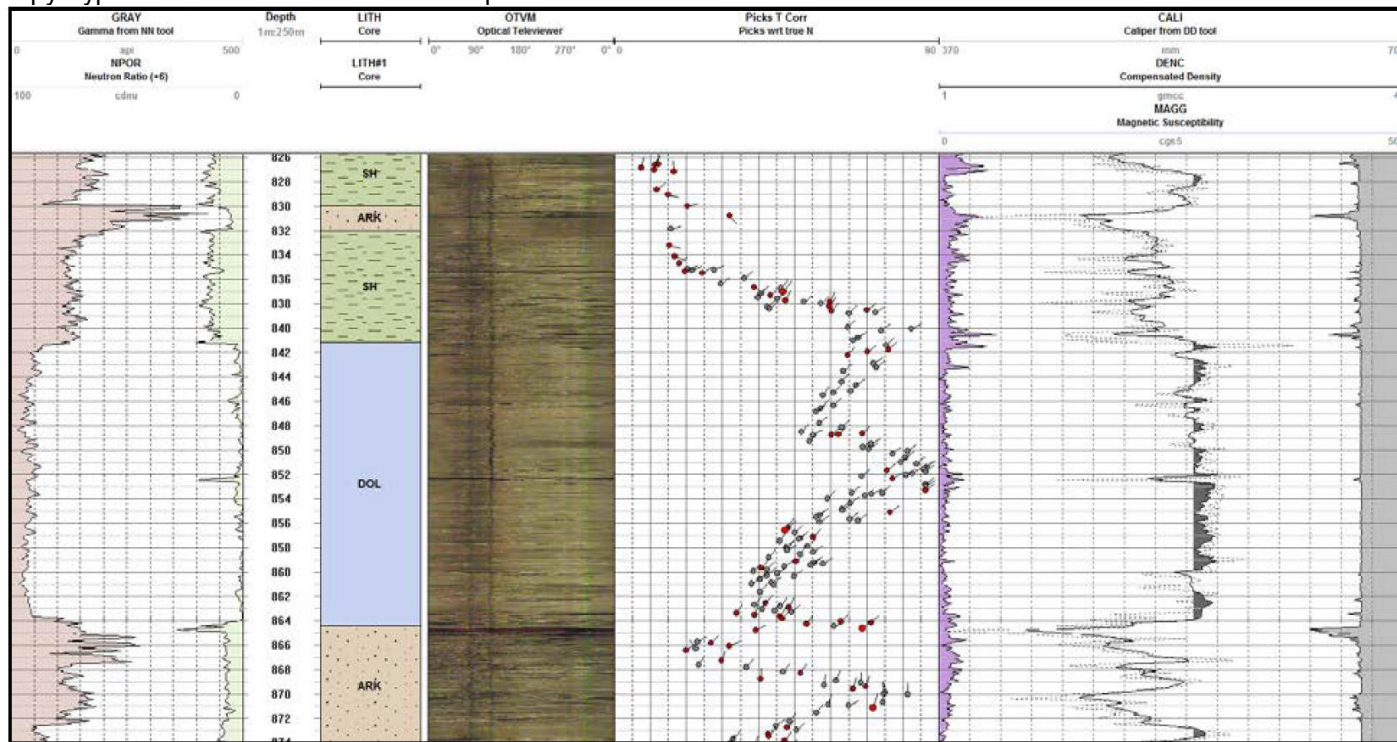
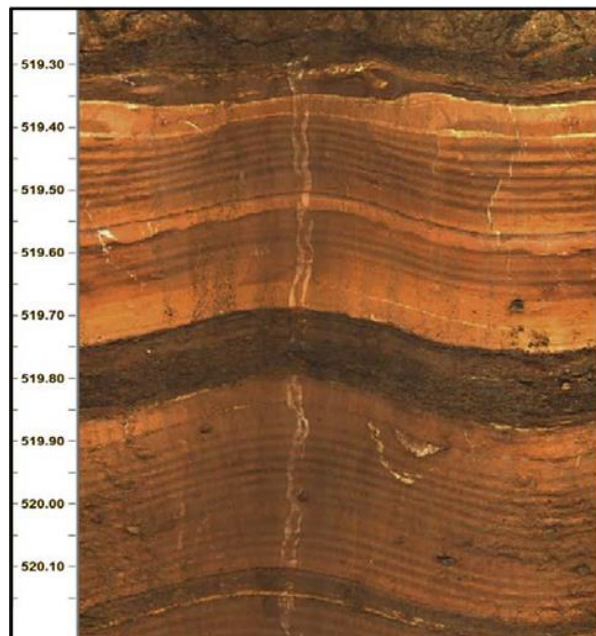
Если изображение OTV плохое из-за условий жидкости в скважине, вероятно, стоит попробовать заменить воду с использованием чистой (водопроводной) воды. Это кажется очевидным, но в качестве непредвиденного обстоятельства это обычно не рассматривается и не планируется заранее ... возможно, так и должно быть. Интенсивность освещения обычно можно регулировать с поверхности. Это важно, поскольку интенсивный свет в отверстиях малого диаметра не всегда оптимален, а некоторые инструменты перегреваются при работе на максимальной мощности в условиях сухого ствола.



Мета-осадочные отложения дают отличные OTV-изображения. В этом примере плотностной зонд был запущен первым...смотрите вертикальную отметку от его рычага суппорта.

Как и в случае с зондом ATV, навигационный журнал на основе скважинного магнитометра генерируется из системы OTV. Эффективная централизация повышает качество журнала. С точки зрения оператора, журнал оптического телевидения не является правильной геофизикой; это фотография пород. Это скорее геологический инструмент, чем геофизический. Тем не менее, оператор, конечно, рад захватить что-то ценное для геолога, и обработка оптического изображения приводит к получению данных, которые могут быть сопоставлены с другими каротажными данными, что дает мощную связь между геологией и геофизикой.

Как и ATV, зонд OTV плохо ориентируется в сильно магнитных породах. Геолог должен пробурить скважину под углом (> 5 градусов от вертикали). Оператор будет регистрировать журнал и обрабатывать его относительно верхней стороны ствола, а не магнитного севера. Затем используется гионавигационный журнал или оценка траектории ствола скважины для ориентации выбранных структур относительно истинного севера.



Усеченное изображение OTV с выделенными структурами в сочетании с литологическими журналами

Точно так же, как при исследовании стержня керна, изображение OTV в сухой скважине улучшается за счет увлажнения, если это возможно.

Разрешение журнала оптического телевидения продолжает улучшаться, и, хотя он еще не равен в этом отношении сканеру керна, он предлагает непрерывный журнал с надежной ориентацией.

Чистые условия в стволе скважины и эффективная централизация инструментов важны для получения высококачественных данных.

Регистрация оптическим телевидением

В последнее время подрядчики каротажа обнаруживают растущий интерес к **зонду - оптическому телевидению**, особенно в неглубоких скважинах, которые либо сушат, либо легко очищают пресной водой. В основном это касается целостности пласта и ориентации трещин в шахтах и строительных проектах, но также и при обследовании обсадных труб подземных вод. Поставщики оптических телевидений действительно улучшили свои позиции в последние годы. Это во многом связано с достижениями в технологии светодиодов (LED). Качество изображения может быть фантастическим. Изображение представляет собой карту всей стенки ствола скважины с очень высоким разрешением и без перспективы. Обычно левый (и правый) край ориентирован на магнитный север. Таким образом, аналитик каротажа может определить угол наклона и направление напластования, наслоения, стыков и разломов, а также состояние трещин и апертуру. Это большое преимущество, если вы проектируете фундамент для многомиллиардной электростанции или стены

плотины. На самом деле, безусловно, трудно привести доводы в пользу отказа от запуска зонда, если в рамках проекта такого типа предполагается пробурить скважины для исследования площадки. Система предлагает объективное и ориентированное описание грунта на месте, которое может быть легко проанализировано, сохранено, передано и распространено. Изображение можно просматривать в режиме реального времени прямо на каротажной станции.

Изображение OTV, показывающее подошвы с смывами (Electromind SA).

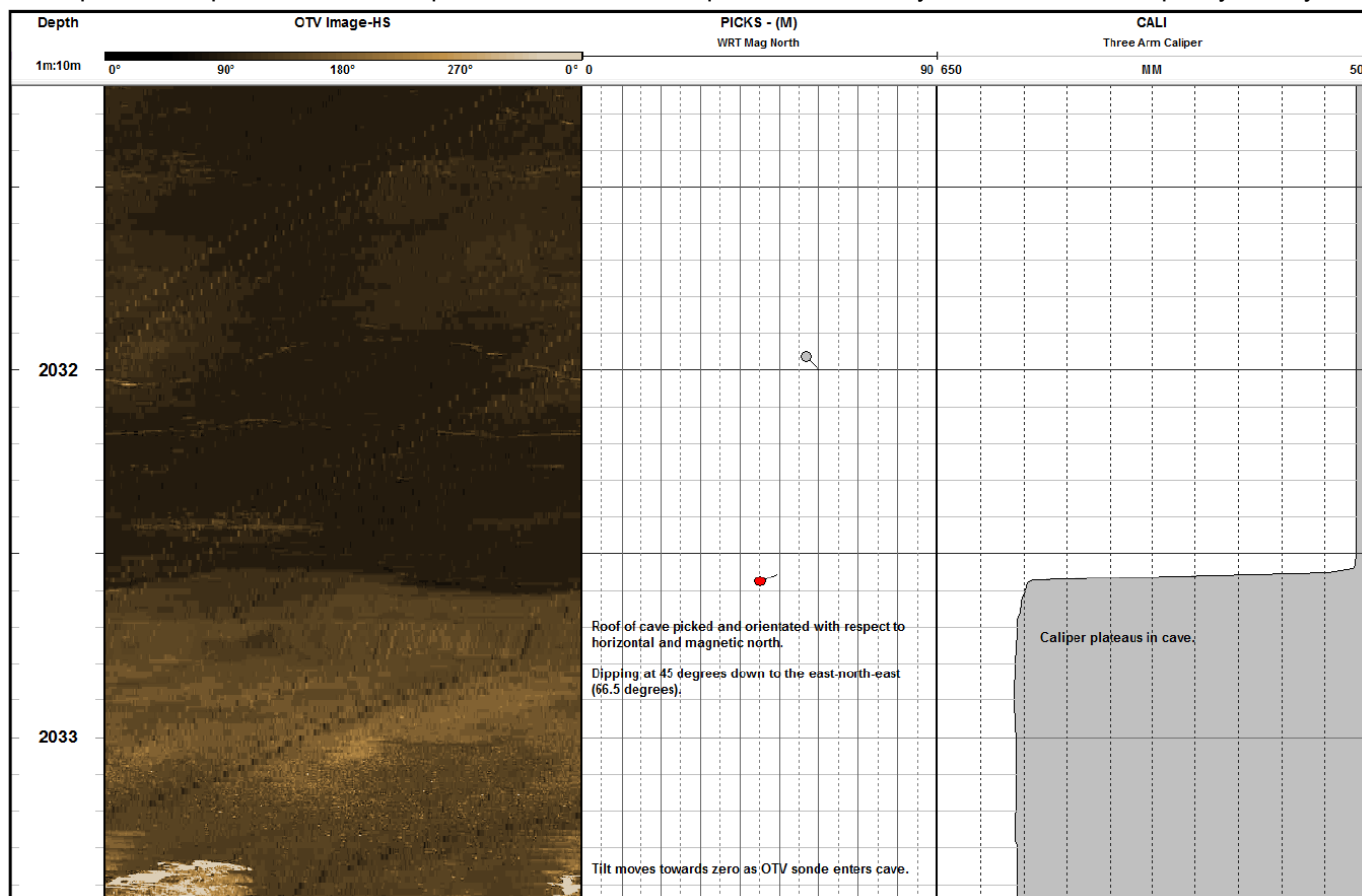
Пользователь данных телевидения получает:

- Полную картину (без пробелов)
- Ориентацию
- Апертуру

Ни одно из этих преимуществ не является гарантированным или неизменно надежным от бурового керна. Когда акустический телевидер (как инструмент для геофизических исследований) был представлен в середине девяностых годов, он был хорошо воспринят геологами-разведчиками. Он практически заменил систему измерителя удельного сопротивления. Инженеры-геотехники регулярно используют данные акустических телевидеров. Оптическая версия больше использовалась в условиях сухих стволов и как геологический, а не геотехнический инструмент. Последние разработки OTV с их мощными светодиодными осветительными установками обеспечивают преимущества в очень больших скважинах с прочными стенами, где изображения ATV имеют тенденцию быть плохо определены.

У системы ОТВ есть ограничения - **Грязная вода закрывает цель.**

В сценарии с скважиной большого диаметра может потребоваться очистка непрозрачной скважинной жидкости, в противном случае преимущество мощности освещения будет полностью потеряно. Очень трудно даже при очень ярком свете в отверстиях малого диаметра описать стенку скважины сквозь грязную воду.



Изображение с верхней стороны OTV в узкой скважине, полной мутной воды - значительно улучшенное, чтобы показать крышу пещеры

Это проиллюстрировано на диаграмме выше, где OTV спускается в 60-миллиметровую скважину с освещением на полную мощность. После максимального улучшения контрастности изображения можно выбрать крышу большой пещеры (один из объектов упражнения), но в целом изображение оставляет желать

лучшего. На высоте 2032 метра есть синусоидальное событие, которое только видно, но плохо просматривается. Эта скважина глубиной 2034 метра содержала всего 5750 литров грязной воды (уровень грунтовых вод находился очень близко к поверхности), поэтому закачка 10 000 литров водопроводной воды (через буровые штанги) имела бы большое значение для четкости изображения.

Требуются некоторые эксперименты с процедурами очистки скважинной жидкости.

На крышке линзы часто остаются масляные остатки или капли воды.

Если OTV требуется для каротажа сухого участка ствола скважины, оператор не должен погружать зонд в воду перед каротажем вверх. Любая маслянистая жидкость будет всплывать на поверхность, и капли маслянистой воды повредят оптическое изображение.

Обычно это имеет только эстетический эффект на данные ... этого следует избегать, но не критично для работы системы.

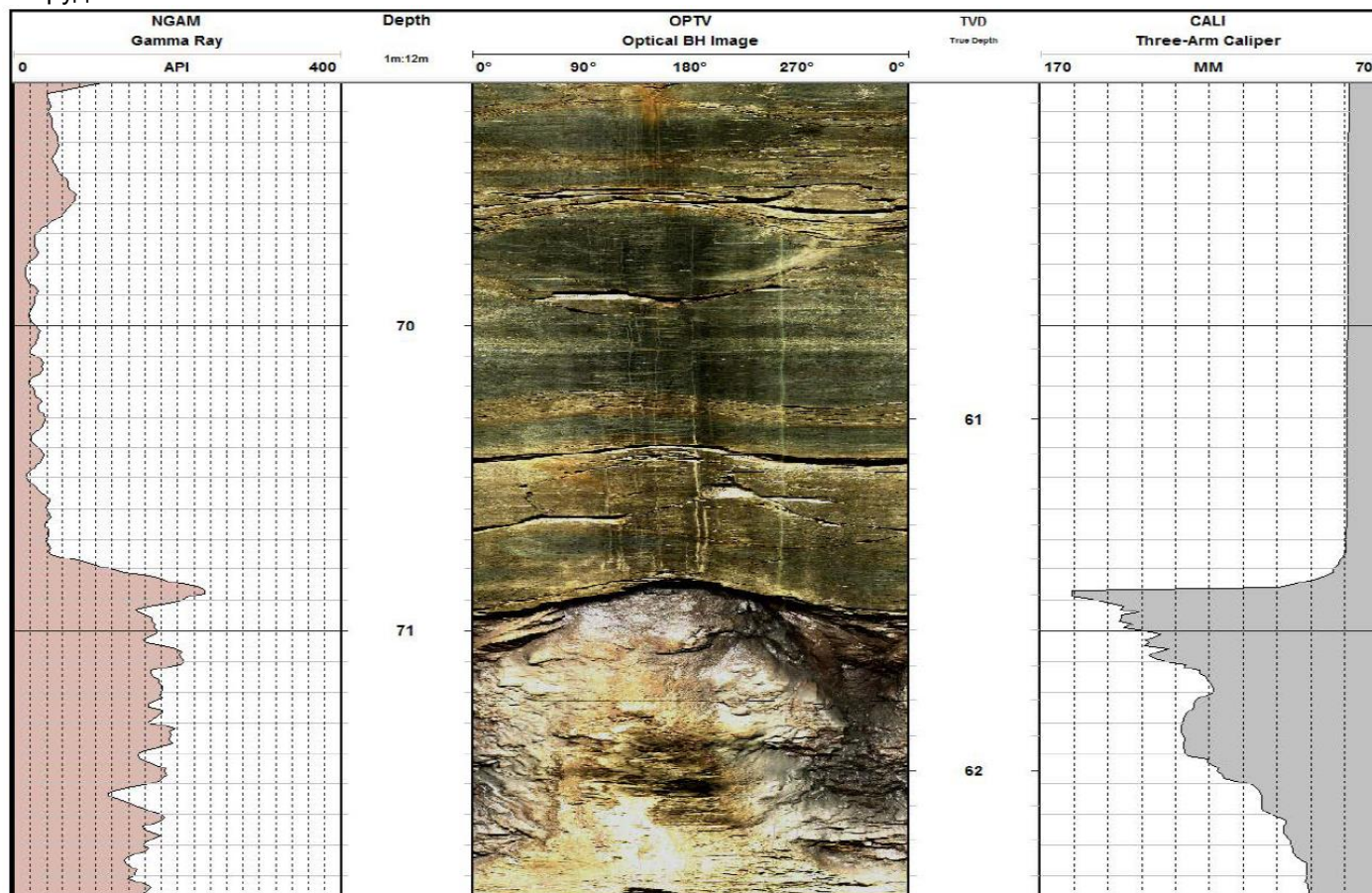
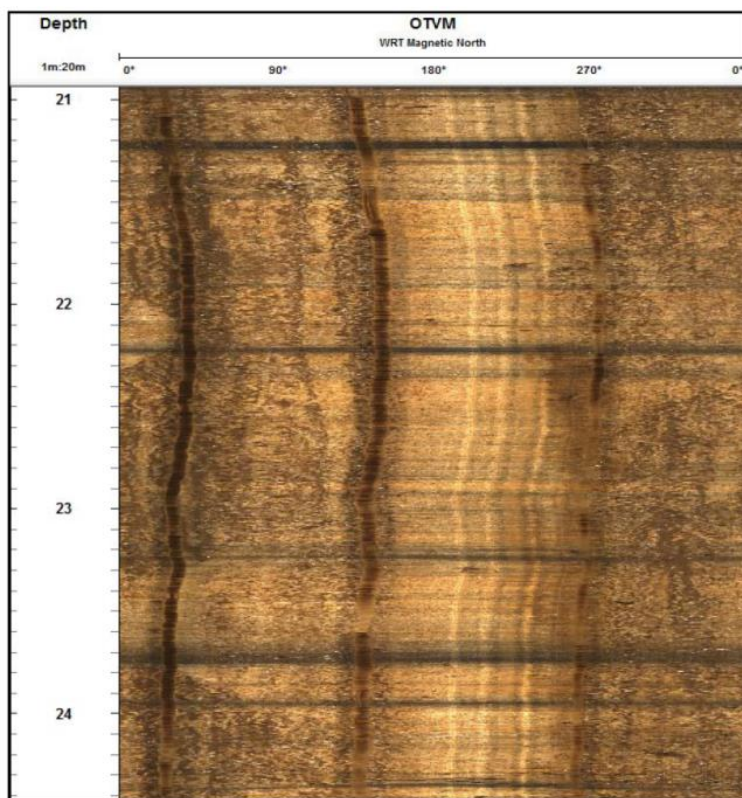
Тем не менее, всегда неприятно видеть, как получающиеся непрерывные линии спускаются вниз по идеальному изображению. Это чаще встречается при каротажных исследованиях в сухом стволе, когда зонд прошел уровень жидкости. Иногда стоит сделать паузу прямо над жидкостью, чтобы дать каплям воды время рассеяться.

Вертикальные артефакты на ОТВ-изображении, вызванные попаданием капель загрязненной воды на крышку линзы.

Можно попробовать применять водоотталкивающие спреи для использующиеся для фотоаппаратов.

Обычно необходимо использовать каверномер для измерения диаметра ствола скважины.

Это предполагает дополнительный спуск в ствол скважины, но разумно, независимо от необходимости измерения диаметра, проверить условия ствола скважины перед спуском хрупкого и дорогостоящего оборудования.



Если к измерителю прикреплен гамма-зонд, он обеспечит геологическую привязку для построения графика с ОТВ-изображением (как показано в журнале выше, гамма-излучение слева).

Рабочий конец зонда ОТВ, с включенными светодиодами (ALT).

Магнитные образования серьезно влияют на ориентацию изображения.

Если ствол скважины пересекает очень магнитные образования и скважина близка к вертикали, то ни акустические, ни оптические изображения не могут быть ориентированы. Вы получаете хорошее изображение, и события на нем можно идентифицировать, классифицировать и подсчитывать, но их нельзя сориентировать.

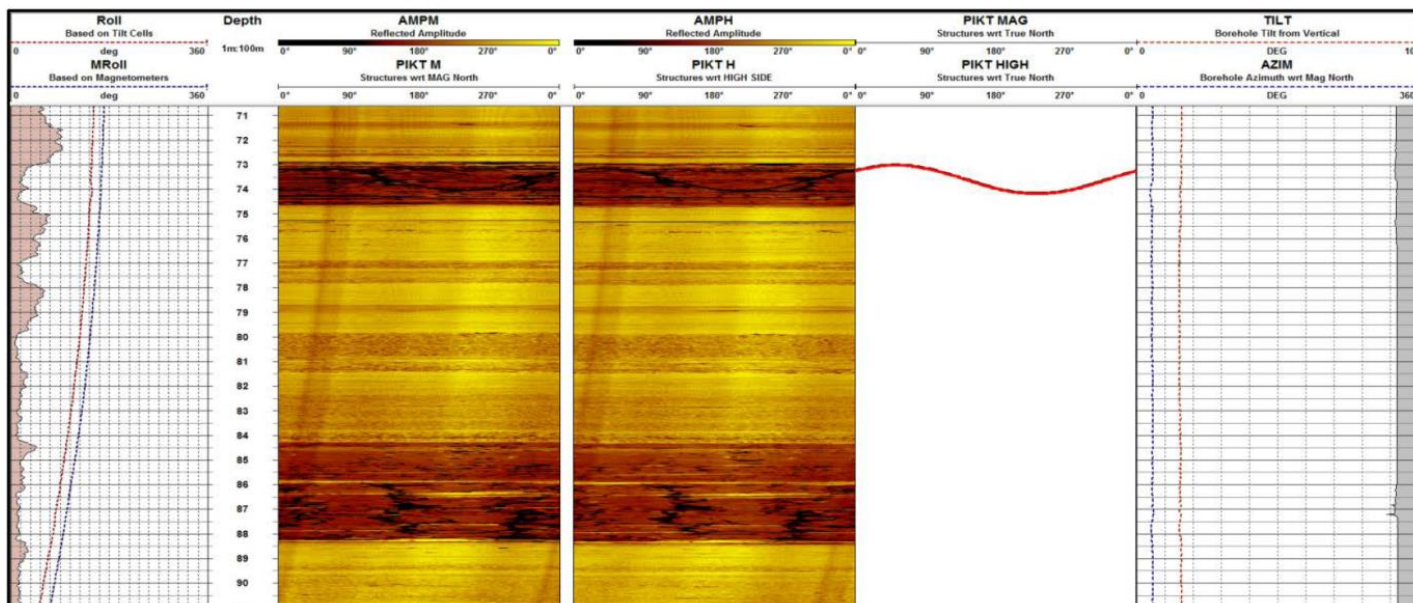
Гирскопическое телескопическое зонда нет. Это было бы дорогостоящим устройством, и на самом деле очень немногие скважины пробурены идеально вертикально через полностью магнитные образования.

Ориентация траектории ствола скважины зависит от навигационного устройства зонда телевидения. Записанная траектория, а также имеющая значение в качестве журнала навигации, используется для поворота выбранных событий на ориентированном изображении относительно истинного угла наклона и азимута.

Измерение **наклона** ствола скважины по отношению к вертикали, обычно основано на акселерометрах и не зависит от магнетизма.

Измерение **азимута** ствола скважины относительно магнитного севера, а затем корректировка относительно истинного севера, будет нарушена магнитными образованиями.

Ориентация оптических или акустических **изображений** на северный магнитный полюс (левый край) будет нарушена из-за магнетизма, что сбивает с толку магнитометр, установленный в навигационном блоке. Решение состоит в том, чтобы ориентировать изображение относительно **верхней стороны** канала ствола, как определено акселерометрами. События будут ориентированы и могут быть повернуты со ссылкой на исправленный навигационный журнал на основе магнитометра, на навигационный журнал на основе гироскопа или, при необходимости, на расчетную траекторию ствола скважины.



Изображения ориентированы относительно северной стороны и верхней стороны - обратите внимание, ориентация верхней стороны такая же, как и ориентация ствола скважины.

В приведенном выше примере наклон и азимут ствола скважины нанесены справа. Наклон (красная пунктирная кривая) составляет всего 2,5 градуса от вертикали. Азимут близок к северу примерно на 18 градусов. Даже при таком наклоне есть высокая сторона, и изображение справа из двух ориентировано относительно нее. Это ясно ... не расплывчато, как бывает, когда высокая сторона становится трудно измерить. Обратите внимание, что в этом случае два изображения выглядят одинаково ориентированными, потому что верхняя сторона и магнитный север очень близки друг к другу. Одно событие, выбранное из обоих изображений и исправленное с помощью журнала навигации, отображается в виде синусоидальной волны справа от изображений. Две волны неразличимы.

В магнитных пластах логгеру необходимы:

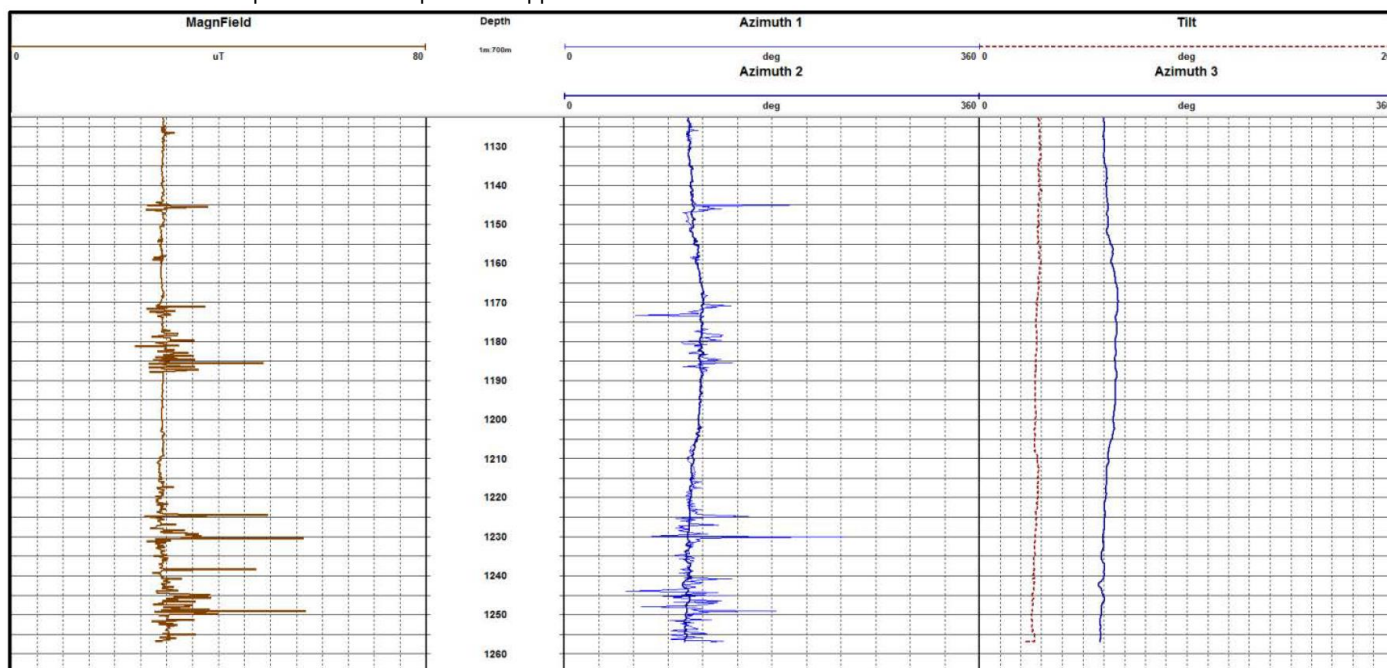
- **Скважина с наклоном более 1,5 градусов от вертикали.**
- **Надежный навигационный журнал, возможно, полученный с помощью гироскопа или восстановленный по разрозненным данным.**

Очень часто в этих обстоятельствах клиент требует от бурильщика бурить под углом, а не вертикально.

В большинстве случаев, когда глубина скважины превышает 50 метров, траектория все равно отклоняется от вертикали.

Если ствол скважины идеально вертикален, регистратор может использовать систему магнитометра для ориентации ствола скважины, если пласт является магнитно-доброкачественным или неоднородным (многое можно сделать при обработке). Серьезные проблемы с ориентацией изображения могут оказаться непоправимыми ... так что пробурите угловую скважину!

Если ствол скважины расположен под углом и изображение выровнено с его верхней стороной, клиент должен предоставить регистратору навигационные данные, либо последний должен создать свой собственный журнал с помощью гироскопа (дорогой, но иногда необходимый вариант) или путем обработки неоднородных азимут скважины по имеющимся навигационным данным.



Частичные данные азимута, улучшенные вручную

Приведенный выше журнал описывает неоднородные навигационные данные, захваченные оптическим зондом телевьюера в северной части магматического комплекса Бушвелд. Журнал в средней более темной линии корректируется вручную, затем фильтруется и отображается справа вместе с журналом наклона. Каротаж не идеален, но для целей выбранной ориентации конструкции и с учетом того, что на наклонную каротажную диаграмму не влияет магнетизм, этот набор данных приемлем, поскольку вариации азимута ствола скважины относительно малы и не будут иметь большого влияния на ориентацию конструкции (головастик сюжет).

Предполагается, что идеально вертикальная скважина с данными магнитометра, которые невозможно отремонтировать, обычно составляет очень небольшую часть данных, собранных в большинстве каротажных кампаний.

Вопросы, которые необходимо решить в начале программы:

- Какой журнал требуется, OTV, ATV или оба?
- Если OTV, можно ли заменить загрязненную скважинную жидкость?
- Если используется ATV, какова глубина уровня жидкости (для зонда требуется среда, заполненная водой)?
- Ожидается ли, что формация будет магнитной?
- Должен ли бурильщик специально бурить неперпендикулярные скважины?
- Требуется ли регистратор для мобилизации гироскопической системы вертикальности?

Ведение журнала OTV может быть некачественным, если оператор и его клиент не смогут правильно спланировать и предоставить ресурсы, такие как цистерны с водой, на месте.



Advanced Logic Technology

Advanced Logic Technology sa

ZAE Solupla Route de Niederpallen 30H L-8506
Redange-sur-Attert Luxembourg
Телефон: +352 28 56 15-1
Email: support@alt.lu
Web: www.alt.lu



АГТ Системс

РОССИЯ 125445, Москва, ул. Смольная 24а, офис 1420,
Телефон: (495) 232-07-86
Email: sales@agtsys.ru,
Web: www.agtsys.ru