

Ориентирование керна:  
Сравнение метода  
телевизионного сканирования  
с традиционными методами  
для выявления неточностей  
в старых данных

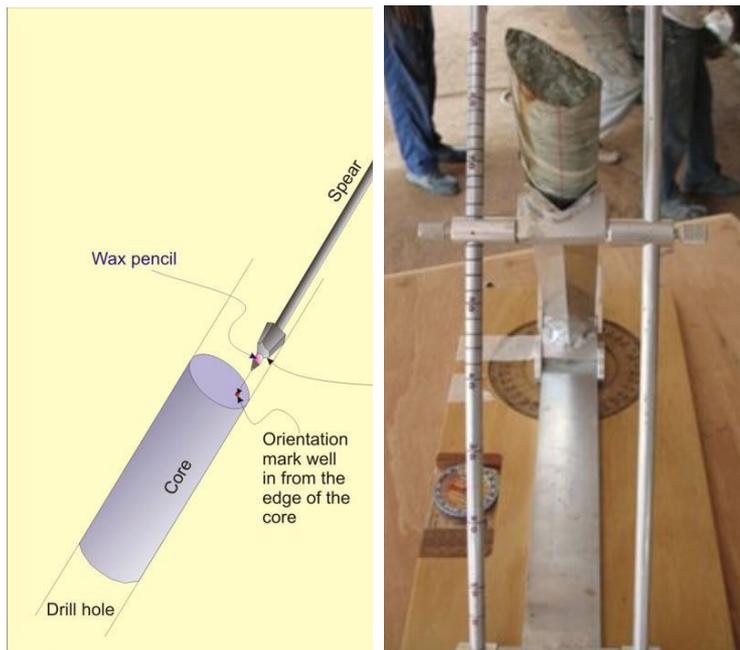
**Presenter:** SRK Consulting (UK) Ltd

**Location:** Кардифф



- Все горные выработки должны иметь соответствующий геотехнический проект, который учитывает структуры породного массива
- Акустические сканеры-телевизоры (АТВ) и оптические сканеры-телевизоры (ОТВ) позволяют оперативно получать точные ориентированные изображения высокого разрешения стенок как обсаженных, так и необсаженных скважин
- Традиционные ручные средства ориентирования керн и телевизионные сканеры применялись на разных проектах и дают возможность сравнить показатели по обоим методам и оценить достоверность, надежность и точность разных систем
- Проекты демонстрируют гораздо более улучшенную точность систем телевизионного сканирования и, что немаловажно, определяют случаи, где данные, полученные традиционными методами, изначально считавшиеся хорошими, имеют серьезные систематические ошибки, ведущие к неверному проектированию

- Системы применяются много лет
- Извлечение керна для определения ориентирования структурных нарушений
- Измерение углов альфа ("α") и бета ("β")
- Использование исходной линии для расчета угла падения и азимута
- Бурение тройной колонковой трубой улучшило нанесение метки на керн



Слева: прибор с копьевидным наконечником.  
В центре: рама для керна.  
Справа: прибор Ezy Mark.  
Крайнее справа: прибор ACE



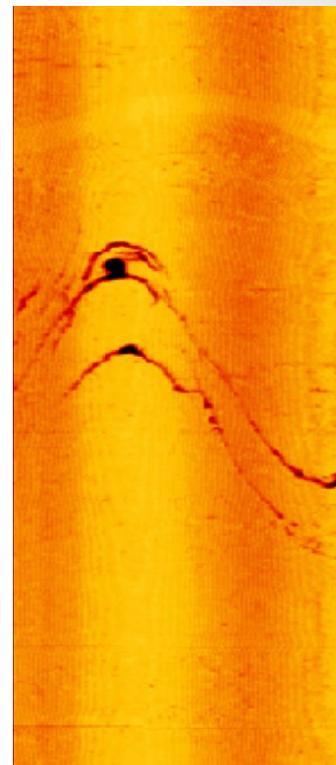
Fig 1

- Системы телевизионного сканирования (телевизоры) используют оптические или акустические волновые картины в зонде для получения похожего на фотографию изображения скважины
- Представление в 2-мерном измерении – осуществляется развертка стенки скважины
- Пакеты программного обеспечения (например, WellCAD) используются для привязки следов к структурным явлениям для расчета угла падения и азимута
- Зонд применяется после завершения бурения скважины
- ОТВ можно использовать в сухих или чистых скважинах
- АТВ используется в жидкостях и может работать через обсадку из ПВХ в условиях слабого массива

Изображение ОТВ

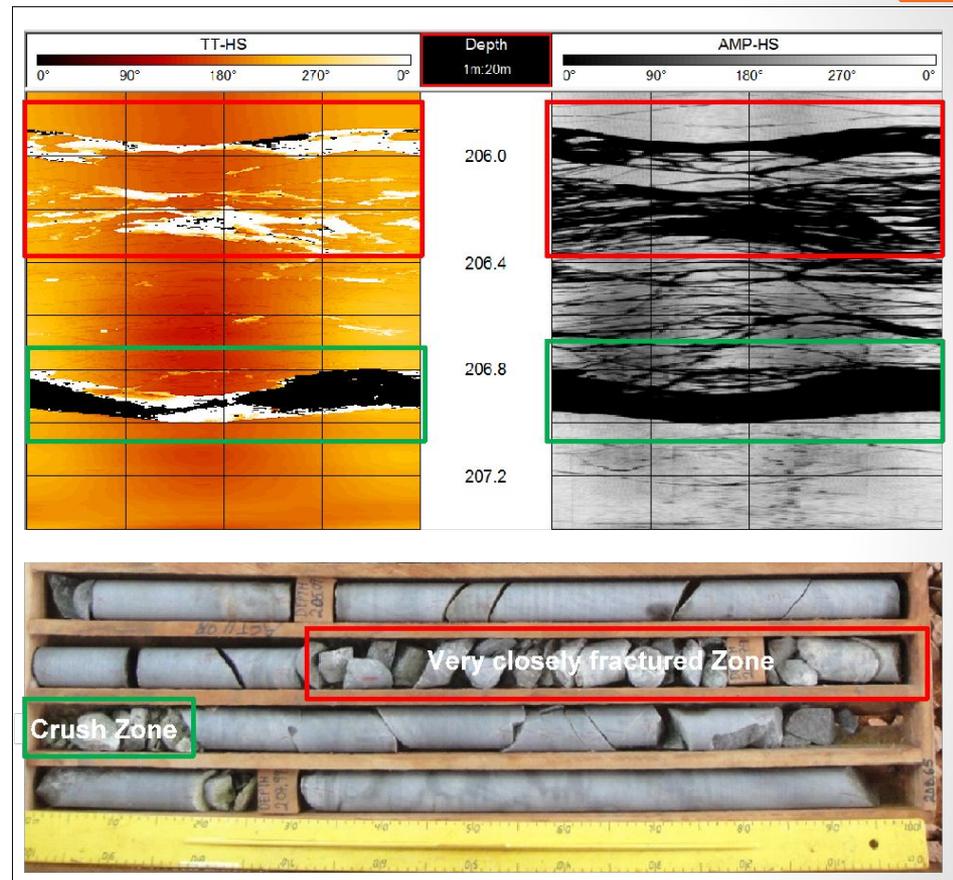


Изображение АТВ

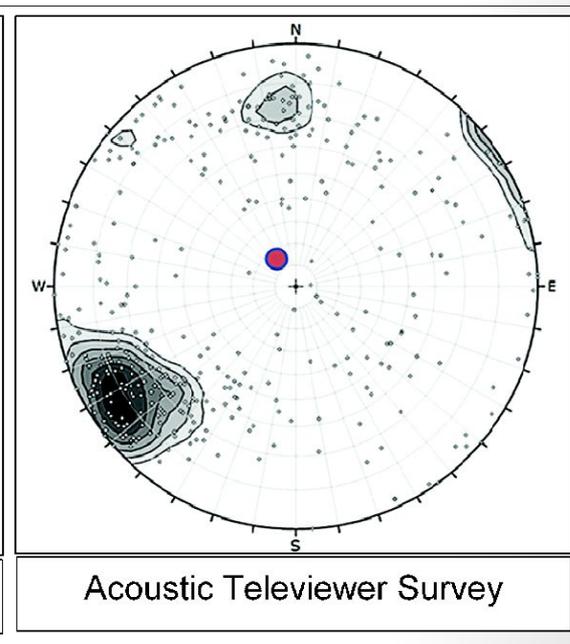
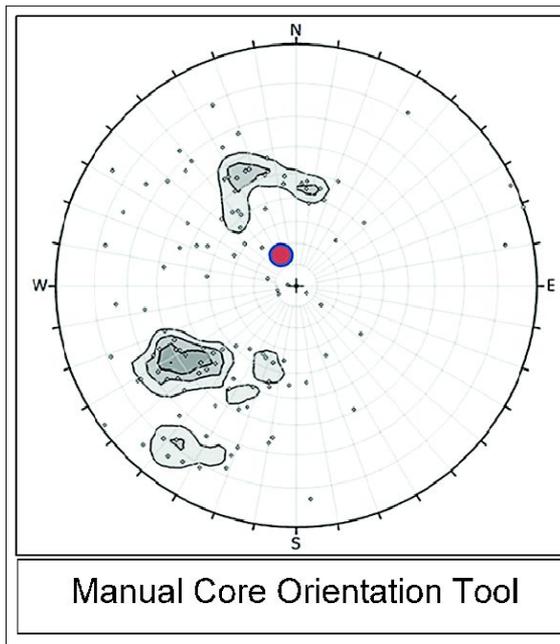


Примечание: Обратите внимание на одинаковую структуру

- ПредТЭО по карьере железорудного месторождения
  - Высота откосов более 600м
- Проектные параметры откоса определяются структурным нарушением
  - Хороший рейтинг породного массива (RMR<sup>89</sup>)
  - Крепкая порода
- В лежачем боку находились неблагоприятно ориентированные сквозные разломы и сильно трещиноватые зоны
- Геотехнические изыскания (каротаж) выявили сильно трещиноватую и раздробленную породу
- Телевизионный сканер зафиксировал точную глубину, мощность, и направление зон разломов
  - Повышенная уверенность в понимании инженерных характеристик разлома



- Для кинематической оценки использовалось структурное нарушение небольшого масштаба
  - Стереосетки показывают разные системы трещин
  - Ручной способ – результаты показывают, что требуются более пологие уступы и более широкие бермы
  - АТВ – больше данных, меньше контур, данные высокого качества.
  - Более крутой угол между автоуклонами
  - **Ниже коэффициенты вскрыши, увеличение запасов и уменьшение эксплуатационных затрат**
- Небольшое количество с уверенностью ориентированных рейсов
  - Значительно меньше измерений данных – 25% от массива данных АТВ
  - Разница на 20° по углу падения и от 10° до 30° по азимуту

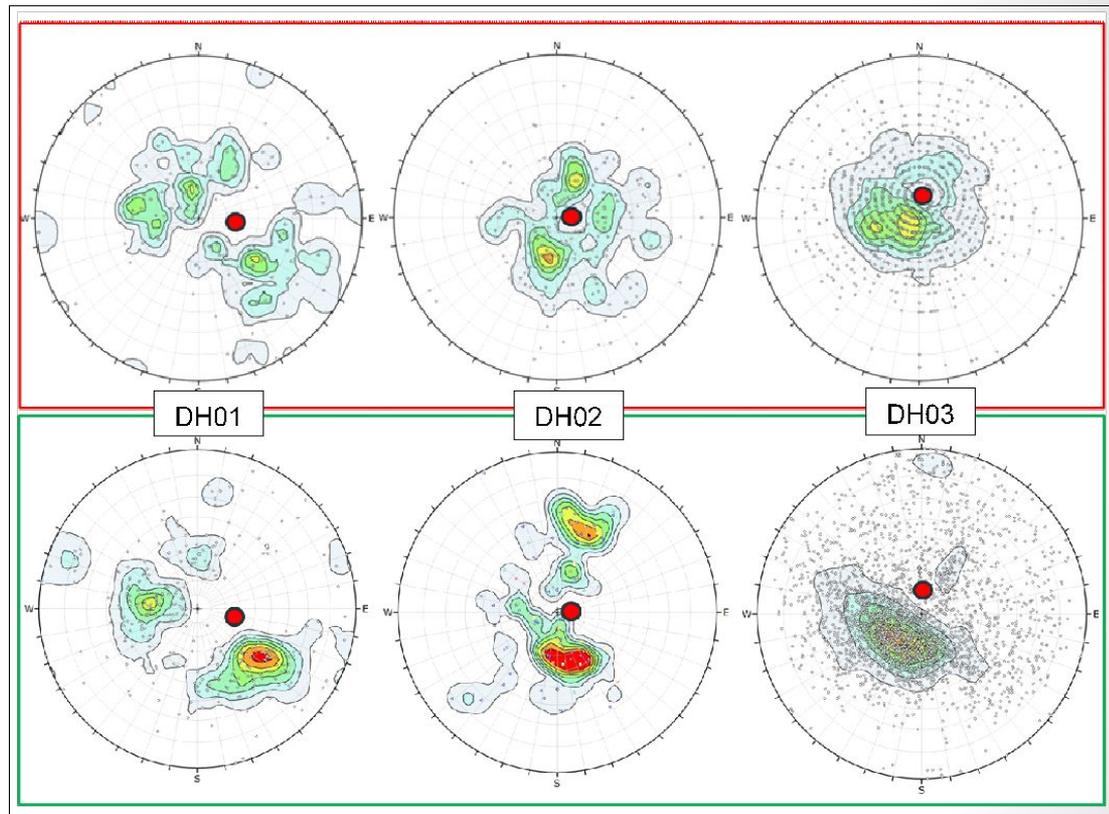


- ТЭО по карьере железорудного месторождения
  - Высота откосов более 550м
- Проектные параметры откоса определяются структурным нарушением
  - Достаточно хороший рейтинг породного массива (RMR<sup>89</sup>)
  - Крепкая порода
- Систематические ошибки, приводящие к плохому качеству и низкой уверенности в массиве данных уровня ПредТЭО
- Не подходит для определения характеристик породного массива на уровне ТЭО



- Неточность первоначальной отметки ориентирования
- Плохо нанесенная линия ориентирования
- Недостатки оборудования

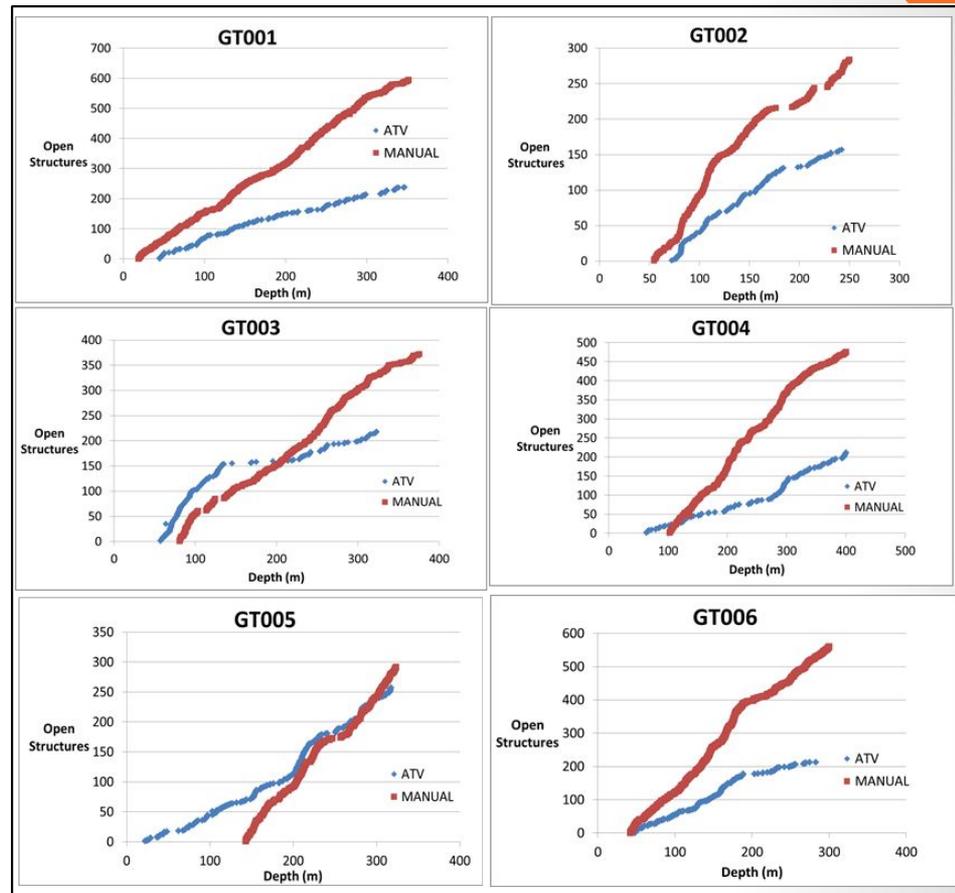
- Систематические ошибки, выявляемые в данных ПредТЭО
- “Распределение данных в маленьких кружках”
- “Оконтуривание кластера”
- “Концентрические кольца”
- “Фокусирование на центр”
- Неудовлетворительное ориентирование керна
- Генеральные углы откоса были увеличены с  $48^\circ$  на уровне ПредТЭО до  $55^\circ$  на уровне ТЭО
- **Значительно улучшенные экономические показатели проекта**



Верх: Ручное ориентирование керна

Низ: Данные АТВ

- ПредТЭО по карьере марганцевого месторождения
  - Высота откосов более 400м
- Проектные параметры откоса определяются структурным нарушением
  - Довольно хороший рейтинг породного массива (RMR<sup>89</sup>)
  - Крепкая порода
- Много перерывов в бурении и открытых зацементированных или заполненных трещин
- “Открытые структурные нарушения” являются главными исходными данными для RMR
- **Ошибки в первичных данных геотехнического документирования**



- ПредТЭО по подземному руднику золота в Европе
- Проектные параметры забоя определяются структурой
  - Довольно хороший рейтинг породного массива (RMR<sup>90</sup>)
  - Средняя прочность породного массива
- В настоящее время восприятие такое, что скважинный АТВ является дорогим прибором
- Схожие затраты при использовании АТВ и ручного способа, кроме случаев, когда грунт слабый

Наименование	Количество
Скважины	4
Общий метраж бурения (м)	1500
Средний метраж бурения в день (м)	25
Кол-во часов бурения в день (час)	12
Итого дней бурения (день)	60
Итого часов бурения (час)	720

Поз. – Каротаж (АТВ) в конце бурения	Стоимость (€)
Мобилизация	12 000
Каротаж с помощью сканера-телевизора	15 500
Общая стоимость	27 500

Поз. – Шефмонтаж на весь период бурения	Стоимость (€)
Руководство работой станка геотехником	25 200
Аренда ручного инструмента для ориентирования керна	4 500
Общая стоимость	29 700

- Постоянный аудируемый учет измерений ориентирования керна
- Улучшенная точность в массиве структурных данных дает больше уверенности в проектных параметрах откоса;
- Могут работать во всех породных массивах, хотя в сильно трещиноватых массивах может потребоваться произвести обсадку трубами ПВХ и использовать АТВ;
- Получение данных по всей длине скважины, максимально увеличивающее общий объем данных; нет потери данных в сильно трещиноватых участках, где сложно использовать приборы для ориентирования;
- Минимальная стоимость – ориентировочно от 5% до 10% от общей стоимости бурения;
- Повышение уверенности в ориентировании, расположении, ширине и частоте крупных структурных нарушений;
- Лучшее оптимизация проектных параметров откоса бортов карьера, забоя и крепления горных пород;
- Можно выполнять после бурения и по старым устойчивым скважинам;
- Затраты схожи, особенно с учетом простоев в работе геотехника и бурения.

- Преимущества использования сканеров-телевизоров могут проявить себя в большей степени оптимизации проектирования откосов бортов карьера и подземных выработок и крепления горных пород, и могут привести к финансовым преимуществам при проектировании экономически чувствительных откосов и уверенности при разработке откосов рядом с критически важной инфраструктурой.
- В настоящем документе делается вывод о том, что сканеры-телевизоры должны рассматриваться в качестве основного инструмента для сбора данных при планировании работ по определению характеристик породного массива и что структурные данные, полученные в результате ориентирования керна, необходимо тщательно исследовать на предмет обнаружения потенциальных ошибок до их приемки в качестве точных данных и использования при проектировании.

- Bieniawski, Z. T. 1989. Engineering Rock Mass Classifications. New York: Wiley.
- Laubscher, D.H. 1990. A geomechanics classification system for rating of rock mass in mine design. J S Africa Institute of Mining Metallurgy 90 (10) : 257-273.
- WellCad software developed Advanced Logic Technology (“ALT”).
- S. Ureel, M. Momayes & Z. Oberling. 2013. Rock core orientation for mapping discontinuities and slope stability analysis in Volume 02, issue 7 of International Journal of Research in Engineering and Technology.
- Gwynn, X.P., Brown, X.C. & Mohr, J.P. 2013 Combined use of traditional core logging and televiewer imaging for practical geotechnical data collection. Proceedings of the 2013 International Symposium on Slope Stability in Open Pit Mining and Civil Engineering, 25-27 September 2013. Dight, P.M. (ed.) Australian Centre for Geomechanics, Nedlands pp 261-272.
- F. M. Weir. 2015. The future of structural data from boreholes. International Journal of Geotechnical Engineering in volume 9, pp 223-228.
- V. Kuppusamy, C.A. Jermy, C.P. Fietze & P. Hornsby 2011. Comparison of borehole discontinuity data collection methods – uncertainty and quality concerns. Proceedings Slope Stability 2011: International Symposium on Rock Slope Stability in Open Pit Mining and Civil Engineering, Vancouver, Canada (September 19-21, 2011).
- Plumb, R. A. & Luthi, S. M. 1989. Analysis of borehole images and their application to geological modelling of an aeolian reservoir. SPE Formation Evaluation, 4, 505-514
- Davis, B. (2012). Drill core orientation - An Inconvenient Truth (Part 2 of 3). Available: [http://www.orefind.com/blog/orefind\\_blog/2012/11/04/drill-core-orientation---an-inconvenient-truth-\(part-2-of-3\)](http://www.orefind.com/blog/orefind_blog/2012/11/04/drill-core-orientation---an-inconvenient-truth-(part-2-of-3)) . Last accessed 21st March 2018



>1,400 Professionals, 45 offices, 20 countries, 6 continents

Copyright (and any other applicable intellectual property rights) in this document and any accompanying data or models which are created by SRK Consulting (UK) Limited ("SRK") is reserved by SRK and is protected by international copyright and other laws. Copyright in any component parts of this document such as images is owned and reserved by the copyright owner so noted within this document.

The use of this document is strictly subject to terms licensed by SRK to the named recipient or recipients of this document or persons to whom SRK has agreed that it may be transferred to (the "Recipients"). Unless otherwise agreed by SRK, this does not grant rights to any third party. This document shall only be distributed to any third party in full as provided by SRK and may not be reproduced or circulated in the public domain (in whole or in part) or in any edited, abridged or otherwise amended form unless expressly agreed by SRK. Any other copyright owner's work may not be separated from this document, used or reproduced for any other purpose other than with this document in full as licensed by SRK. In the event that this document is disclosed or distributed to any third party, no such third party shall be entitled to place reliance upon any information, warranties or representations which may be contained within this document and the Recipients of this document shall indemnify SRK against all and any claims, losses and costs which may be incurred by SRK relating to such third parties.

SRK respects the general confidentiality of its potential clients' confidential information whether formally agreed with them or not and SRK therefore expects the contents of this document to be treated as confidential by the Recipients. The Recipients may not release the technical and pricing information contained in this document or any other documents submitted by SRK to the Recipients, or otherwise make it or them available to any third party without the express written consent of SRK.