



Инженерно-геологические изыскания в скальных породах и искусственный интеллект Magicore

Опыт разработки, внедрения, перспективы развития

к.т.н. Булат Ильясов
Иван Гузеев

Геомеханическое документирование керна

основа безопасности и экономики



Оценка устойчивости и рисков

Безопасное проектирование

- **Для горнодобывающих предприятий:** оценка устойчивости откосов, подземных выработок, безопасность
- **Для крупных строительных объектов в скальных основаниях:** основания дамб, тоннели, мосты

скважина → керн → документирование →
геомеханическая модель → проектные решения

Текущие проблемы геомеханической документации

Время обработки



Ручная документация одной скважины занимает 2-4 часа квалифицированного специалиста

Человеческий фактор



Усталость при монотонной работе приводит к ошибкам в документации

Архивные данные



Тысячи метров недокументированного керна из прошлых кампаний бурения остаются необработанными

Субъективность оценок



Разные специалисты могут давать различающиеся оценки RQD ($\pm 10-15$ единиц) для одного керна

Стандартизация



Отсутствие единого подхода к документации между сменами и подрядчиками

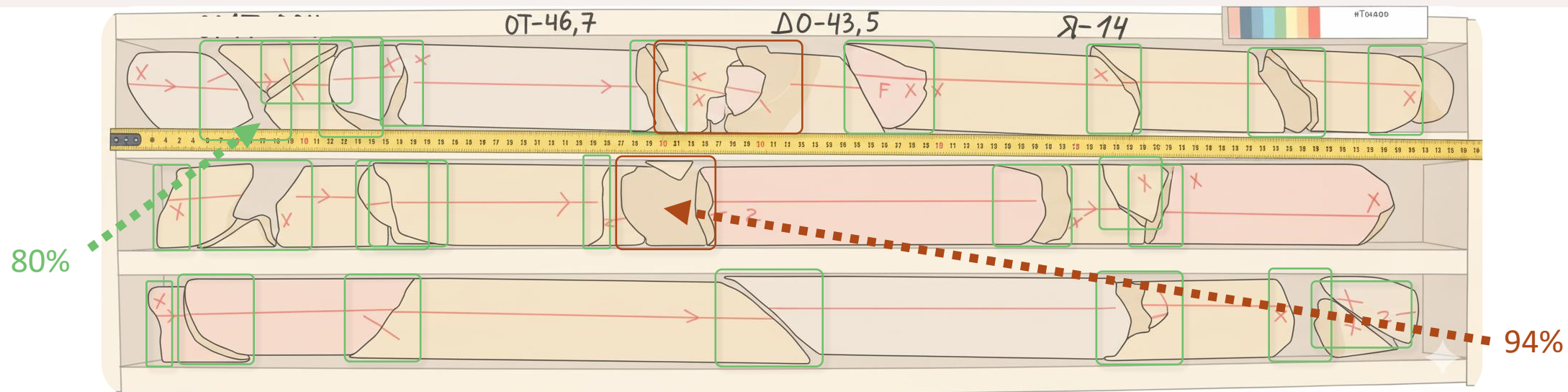
Решить проблемы

Почему эта задача подходит для автоматизации?

- **Повторяющийся процесс** с четкими критериями
 - Одни и те же действия на тысячах метров керна
 - Измерения по установленным стандартам
- **Визуальная информация**
 - Фотографии содержат всю необходимую информацию
 - Компьютерное зрение может "видеть" как геолог
- **Есть экспертные данные** для обучения
 - Накоплен опыт описания разных типов пород
 - Эксперты могут верифицировать результаты

Что дает автоматизация:

- Стандартизация процесса
- Снижение влияния человеческого фактора
- Высокая скорость обработки
- Воспроизводимость результатов



Magiscore - автоматизация рутинных процессов

Скорость обработки



50

скважин в час

(одна скважина за 1-2 минуты)

Показатели, определяемые ИИ:

- RQD (Rock Quality Designation)
- FFm (Fracture Frequency per meter)
- Углы ориентации трещин (α , β)
- Классификация происхождения трещин
- Зоны дробления и дискования керна
- Участки для отбора проб на испытания


Результат

Excel-документация
размеченные изображения для валидации



Порядок обработки

1




Загрузите фотографии одной скважины

Убедитесь, что в каждом архиве содержатся фотографии ящиков только одной скважины.

Выбрать фотографии

... или перетащите их сюда



Фотографии загружаются

Это может занять некоторое время.


Archive.zip
23 MB • 12 фотографий

Archive.zip
23 MB • 12 фотографий
5 мин

Archive.zip
23 MB • 12 фотографий
5 мин

Archive.zip
23 MB • 12 фотографий
ожидается...

2



Проверьте глубины на фото

Возникли проблемы с определением глубин

Исправьте ошибки чтобы продолжить обработку.

Проблемные скважины:




- GTT.zip — глубины не определены

Я исправил, проверить глубины

Подробнее

Archive.zip
23 MB • 12 фотографий
все ок


Archive.zip
23 MB • 12 фотографий
нет глубин

	GTT-3(64.65-72.56).JPG 23 MB	от 12 м	до 1200 м
	GTT-3(64.65-72.56).JPG 23 MB	от 12 м	до 1200 м
	GTT-3(64.65-72.56).JPG 23 MB	от ?	до ?

12 м → 1200 м

Удалить

3



Обработка скважин

Документировать скважины

Настройте параметры обработки, чтобы получить оптимальные результаты для выбранной скважины.

Углы α

Углы β

Настройки

Документировать

Выделение геомеханических интервалов

Автоматические интервалы на основе параметров разрывов.

Настройки

Выполните документацию

Визуализация скважин

Визуализируются все скважины из текущей сессии.

Настройки

Выполните выделение интервалов

Объединение кернов

Склеиваем полки в длинные фотографии. Файл: BMP, линейка Справа, шаг 1 м.

Настройки

Выполните выделение интервалов

6

Визуализация результатов

AN-06_report.xlsx - E...												
Поиск												
Файл Главная Вставка Рисование Разметка Формулы Данные Рецензир Вид Разработ Справка ABBYY Fin Acrobat Общ. доступ												
M12												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Скважина	От, м	До, м	Длина, м	RQD, м	RQD %	Зона RMR	Общее количество открытых трещин	Из них по нарушениям	Количество	Количество	Количество
1												
2	Геомеханические интервалы							Нарушения		0°-30°	30°-60°	60°-90°
3	1	2	3	4	5	6	7	13	14	15	21	27
4	AN-06	0	0.2854	0.285	0	0.1	T	11.4033	11.4033	0	0	0
5	AN-06	0.2854	0.6013	0.316	0	0	T	12.6361	12.6361	0	0	0
6	AN-06	0.6013	0.8934	0.292	0	0	T	11.6849	11.6849	0	0	0
7	AN-06	0.8934	1.5532	0.66	0.137	20.7	T	21.9278	21.9278	0	0	1
8	AN-06	1.5532	3.1964	1.643	0.313	19	T	52.112	52.112	0	0	1
9	AN-06	3.1964	4.0488	0.852	0.708	83.1	T	2.9482	2.9482	0	0	1
10	AN-06	4.0488	5.4	1.351	0.715	52.9	T	25.4348	25.4348	0	0	0
11	AN-06	5.4	5.8247	0.425	0.094	22.2	T	13.2211	13.2211	0	0	0
12	AN-06	5.8247	7.7039	1.879	0.79	42	T	42.624	42.624	0	1	5
13	AN-06	7.7039	8.8115	1.108	0.365	32.9	T	29.7157	29.7157	0	0	0
14	AN-06	8.8115	9.0558	0.244	0	0	T	9.7708	9.7708	0	0	0
15	AN-06	9.0558	10.2231	1.167	0.988	84.6	T	8.9455	8.9455	0	2	4
16	AN-06	10.2231	10.7552	0.532	0.417	78.3	T	5.6219	5.6219	0	0	1
17	AN-06	10.7552	11.3077	0.553	0.496	89.7	T	2	2	0	0	2
18	AN-06	11.3077	12.5884	1.281	0.898	70.1	T	12.004	12.004	0	0	2
19	AN-06	12.5884	13.1959	0.607	0.197	32.4	T	17.4353	17.4353	0	0	1
20	AN-06	13.1959	13.781	0.585	0.361	61.7	T	8.9713	8.9713	0	0	0
21	AN-06	13.781	14.9548	1.174	0.973	82.9	T	7.876	7.876	0	0	1
22	AN-06	14.9548	15.5786	0.624	0.273	43.8	T	12.292	12.292	0	1	0
23	AN-06	15.5786	15.9775	0.399	0.399	100	T	0	0	0	0	0
24	AN-06	15.9775	16.9124	0.935	0.264	28.2	T	25.9275	25.9275	0	0	5
25	AN-06	16.9124	17.206	0.294	0.217	74.1	T	2.9405	2.9405	0	1	1

Полное описание

Структурное описание

Тектоника

Готово

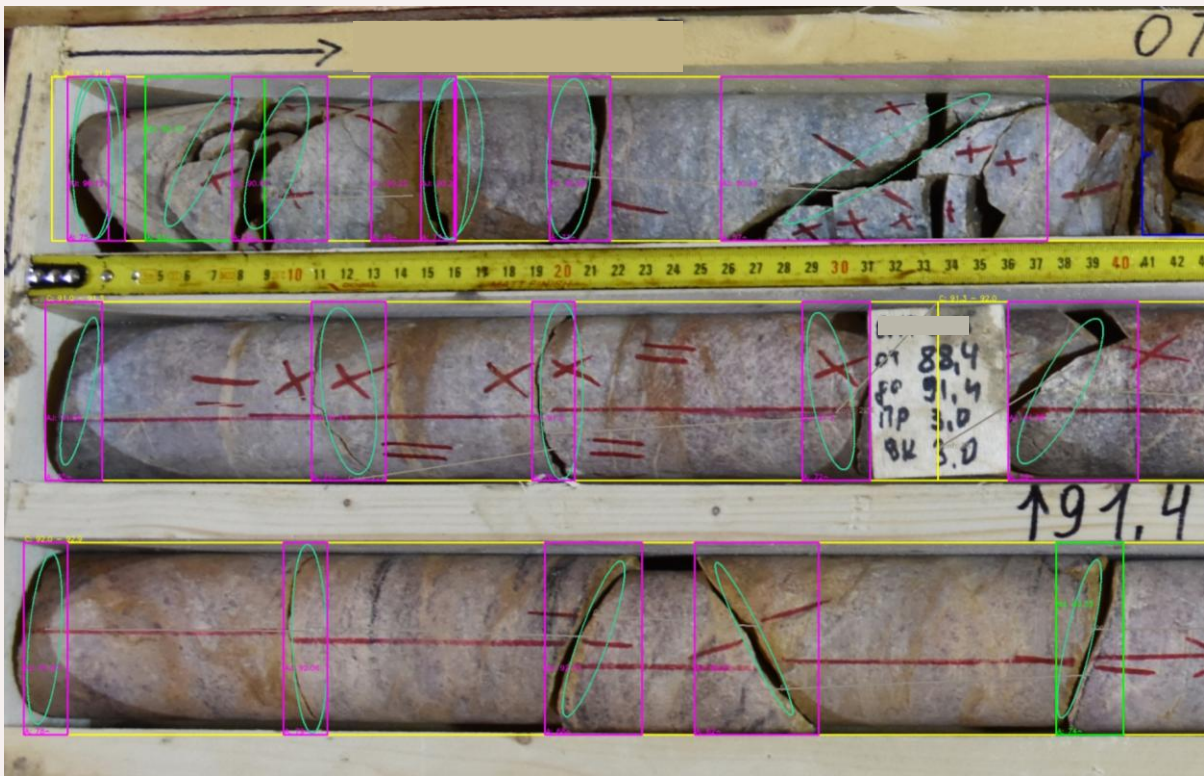
Специальные возможности: проверьте рекомендации

115%

Интервальное описание
Структурное описание

Зоны дробления
Дискование
Образцы

Объекты на керне



Склеенный керн



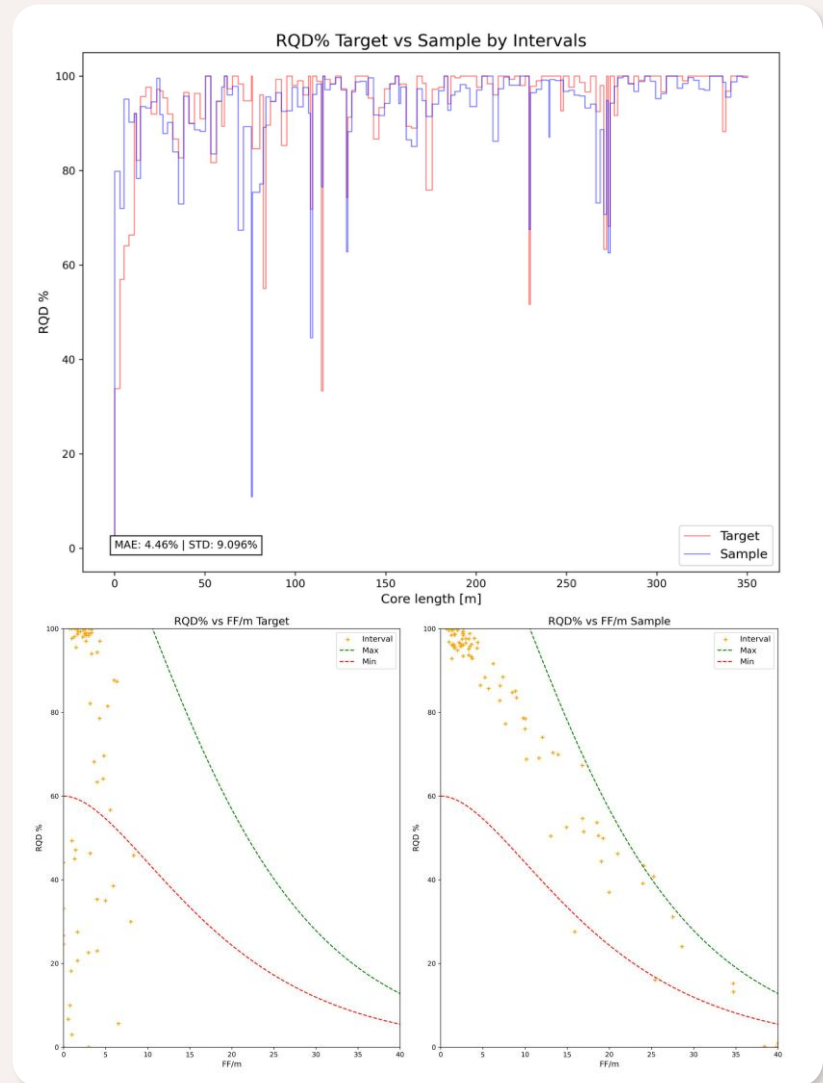
Сравнение с реальными данными

Данные из опыта:

- Переоценка архивных данных
- Аудит документации

Реальные результаты

- Отклонение до 5 пунктов по RQD на качественных фотографиях
- Высокая точность документации на 70% фотографиях
- Ускорение работы в 50 раз



Эволюция точности: реалистичный прогноз

2023



55% адекватных результатов



Экспериментальная стадия, не для промышленного использования

2025



70% адекватных результатов



Используется на типовых проектах



Сложности: сильно нарушенные массивы, редкие типы пород, нестандартные условия съемки



Не волшебная кнопка, но рабочий инструмент

2027



~90% адекватных результатов (уровень хороших геологов)



Надежность для большинства типов пород и условий



Готовность к массовому промышленному внедрению

55%

70%

Мы тут

~90%

Ожидания vs реальность

- Вычислительные мощности (GPU для обработки)
- Постоянные обновления моделей
- Масштабируемость
- Техподдержка в реальном времени

Облачный сервис

- Все данные остаются внутри контура (коммерческая тайна)
- Полный контроль над системой
- Независимость от внешних сервисов

Требование компаний

- Компания не готова передавать данные в облако
- Мы не готовы отдавать свои модели без защиты
- On-premise внедрение убивает модель обновлений и поддержки

Это ключевая проблема, которая тормозит внедрение многих ИИ-решений в отрасли

Решение

- Обезличивание данных перед обработкой
- Контрактные гарантии конфиденциальности
- Обсуждение on-premise версии с другой моделью лицензирования с ограниченной поддержкой

Ожидания vs реальность

- Специализированный инструмент для конкретной задачи
- Автоматизация рутины, геолог остается для принятия решений
- Требования к качеству входных данных
- Дообучение под специфику месторождения

Что мы предлагаем

Как договариваемся:

- Пилотный проект на ограниченном объеме
- Демонстрация измеримого эффекта (время, стоимость, качество)
- Постепенное масштабирование

- Универсальное решение для всех типов пород и всех задач
- "Купил - работает" без адаптации
- Мгновенный результат из любых данных
- Замена отдела геологов полностью

Что ожидают заказчики

Что должна сделать компания до внедрения:

- Навести порядок в данных
- Стандартизировать процессы съемки/документирования
- Выделить ответственного за внедрение (не просто "давайте попробуем")
- Определить критерии успеха

Без данных нет ИИ

Прорывные решения с ИИ возможны только при доступе ко всем структурированным данным

- Начните собирать данные ДО появления конкретной идеи автоматизации
- Внедрите единые стандарты: форматы съемки, описания, хранения
- Храните метаданные: кто, когда, при каких условиях, какое оборудование
- Стремитесь к объему: тысячи примеров, а не десятки
- Структурируйте сейчас — история не восстанавливается



Спасибо за внимание!

Ильясов

Булат Тагирович



+7 (982) 635 63-10



bulat@scientia.ru



@scientia_ru



scientia.ru