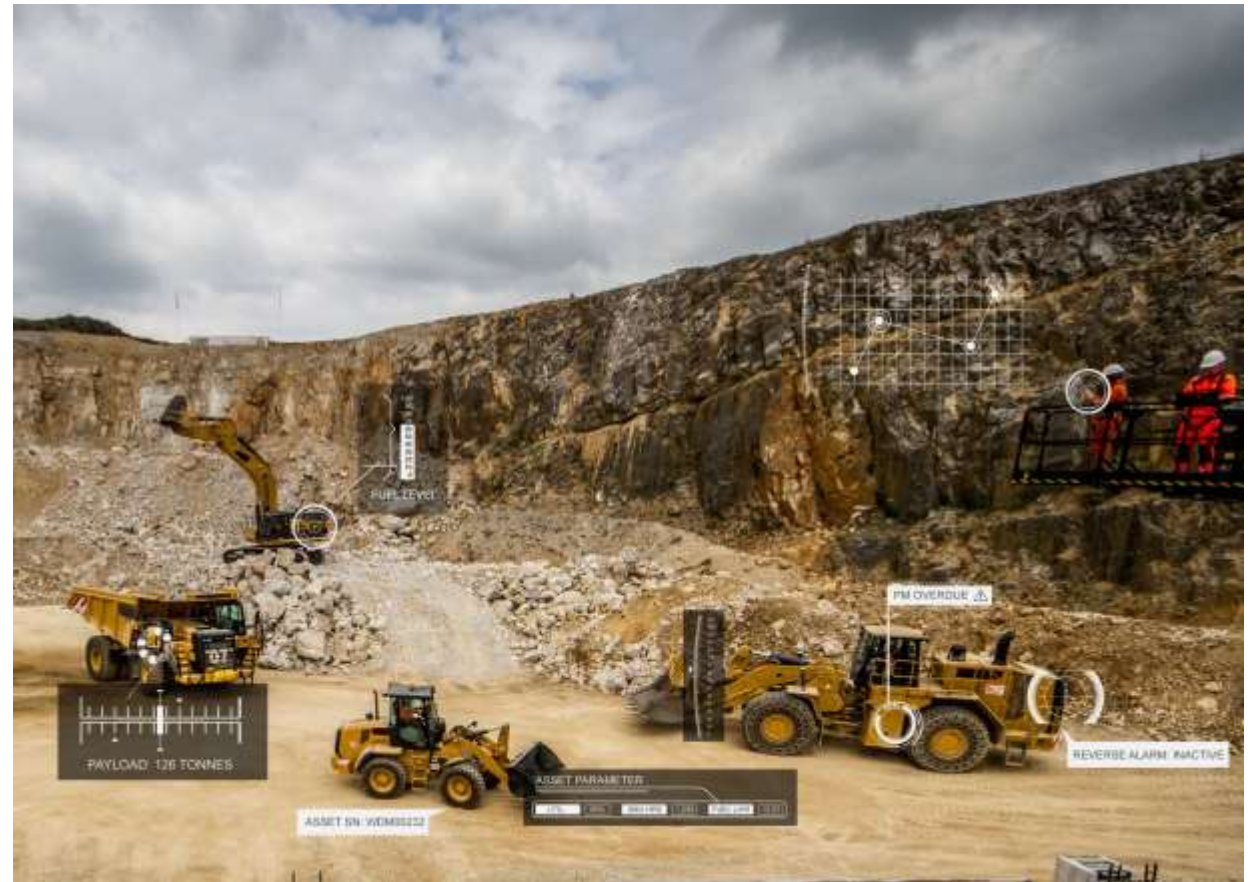


# Цифровизация горной отрасли –

Что нового мы узнали, и каковы тенденции?



Что такое цифровые технологии в горной отрасли? Мы говорим о радикально новых технологиях ...



INDUSTRY 4.0

#143586051



Цифровые двойники



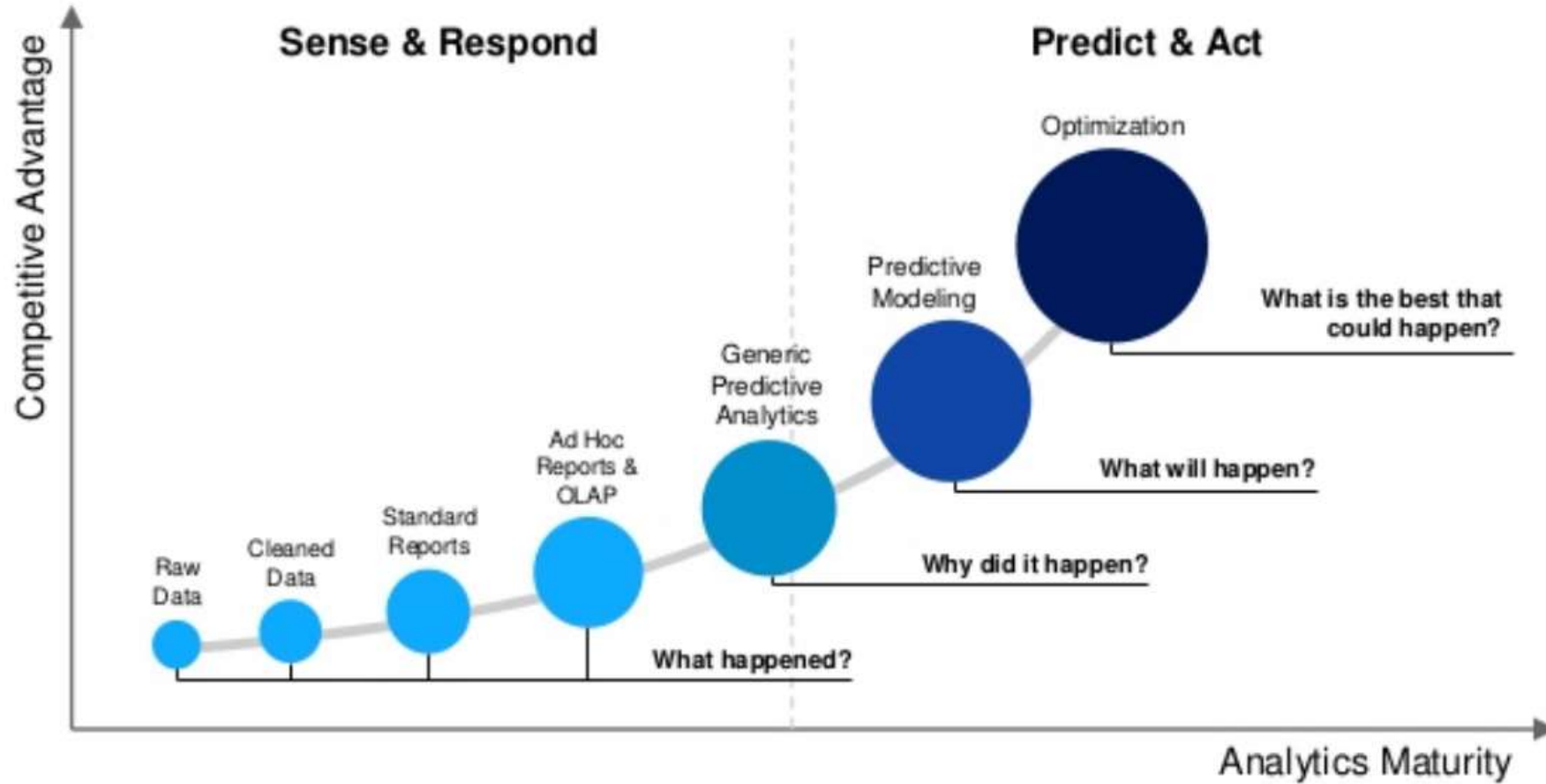
«Рудники будущего»™ (Rio Tinto)



Машинное обучение



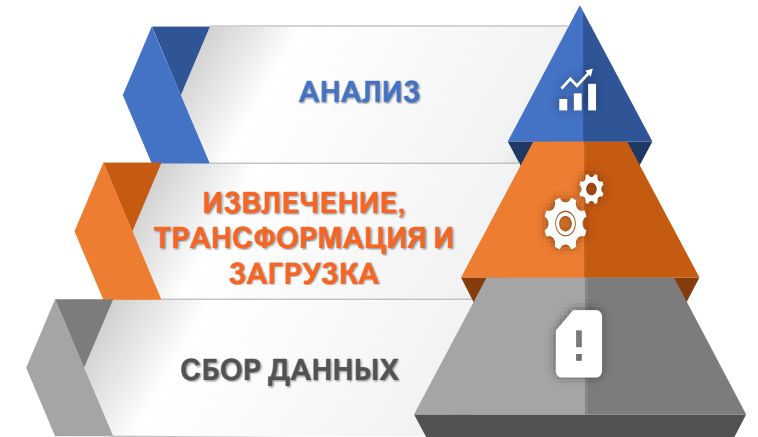
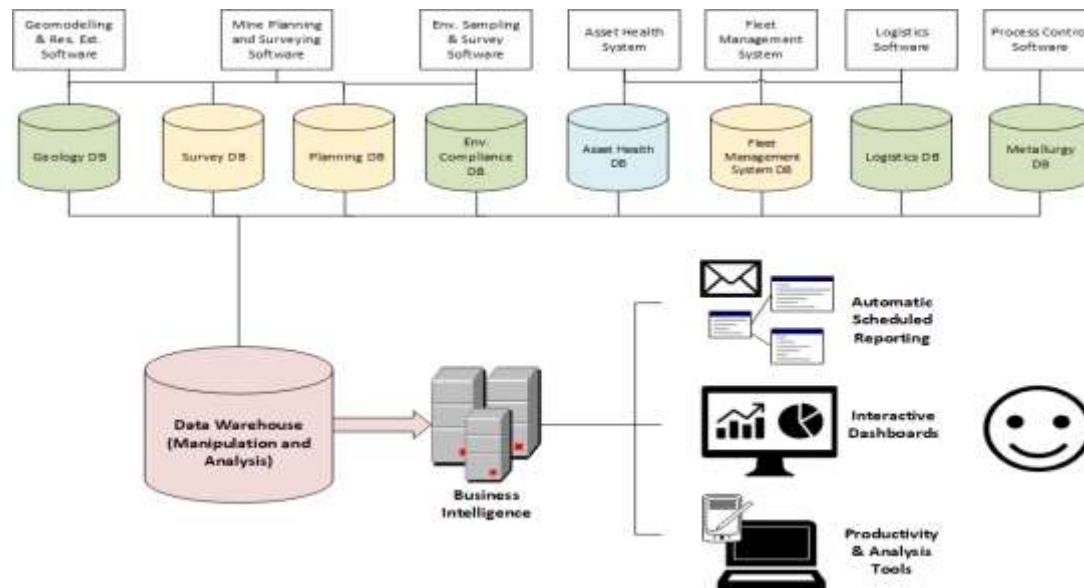
... или о возможности быстрее (или автоматически) принимать лучшие решения



Источник изображения: [Delaware Consulting Firm](#)

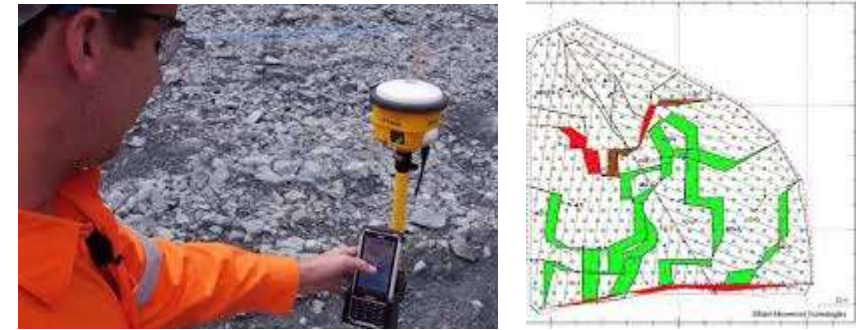
## Основные тенденции: Значительный прогресс в ускорении связи и сбора данных

- На большинстве карьеров и во многих подземных рудниках теперь есть системы управления парком техники
- В некоторых карьерах установлены свои сети 4G/5G LTE;
  - Telstra устанавливает аналогичную систему под землей на руднике Каннингтон
- На некоторых предприятиях рассматривают возможность использования спутниковой широкополосной связи (Starlink; Project Kuiper)
- Некоторые предприятия переходят к использованию хранилищ данных/консолидации данных

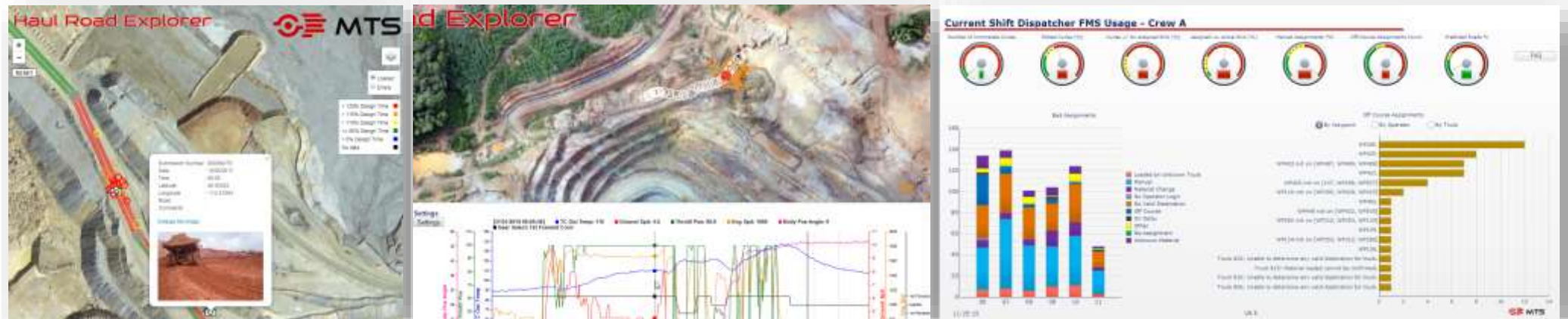


## Основные тенденции: сделать данные видимыми

- Чтобы принять лучшее решение, необходимо определить, что именно происходит.



Изображение предоставлено Blast Movement Technologies



Изображение предоставлено MineTech Services

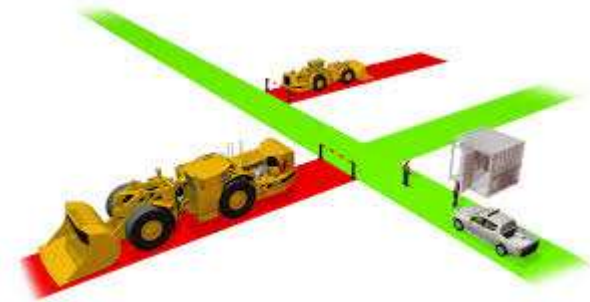
## Основные тенденции: Датчики становятся умнее и дают больше информации

- Например, Система безопасности водителя Caterpillar (DSS)
  - Установлена на более чем 5000 самосвалах.
  - Определяет усталость: 600 000 выявленных случаев усталости за 8 миллионов часов. 1641 миль водители проехали во сне
  - Также определяет отвлекающие факторы - выделяет перекрестки, на которых необходимо улучшить видимость.



## Основные тенденции: дистанционное управление подземным горным оборудованием стало распространенным

- В настоящее время большинство операторов по-прежнему работают на объекте, но могут работать и за пределами объекта
- Каждый оператор может управлять несколькими машинами
- Основная проблема - взаимодействие с другим персоналом подземного рудника



## Основные тенденции: Автоматизация набирает обороты за пределами экономик с высокой заработной платой

- Более 400 автоматизированных самосвалов в Западной Австралии
- 30% железной руды и 6% золота добывается на (полу)автоматизированных производствах
- Основные преимущества:
  - Увеличение времени работы, хотя частично оно уменьшается из-за простоев на перекрестках или на участках, где также работает неавтоматизированная техника.
  - Меньше необходимость в наборе и обучении персонала, особенно при высокой текучести кадров
- Технологии, вероятно, будут развиваться быстрее, поскольку производители разрабатывают беспилотные автомобили

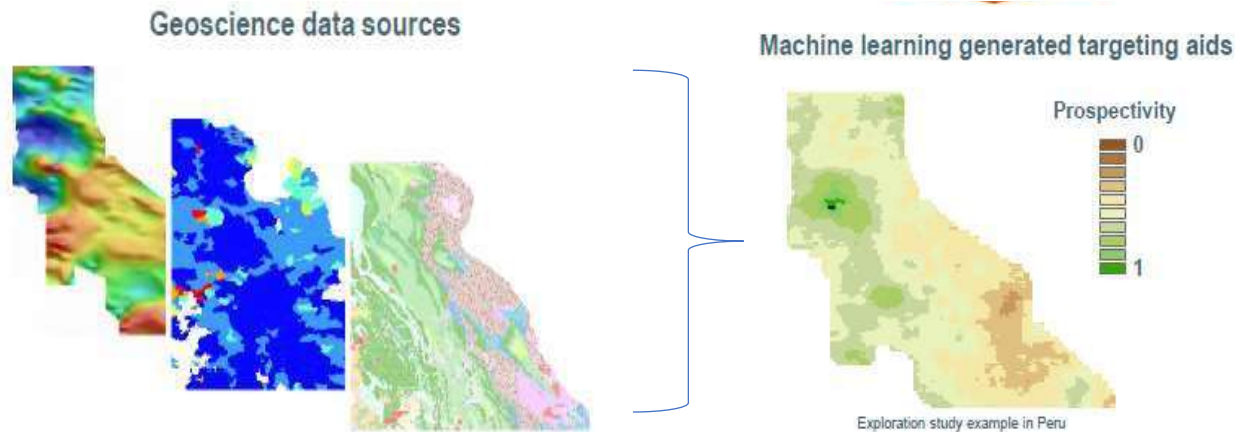




## Основные тенденции: Большие данные / прогнозная аналитика требуют ясного мышления

- В стадии разработки

- Некоторые проекты прекращены, потому что команда перегружена объемом собранных данных и имеет мало времени для обработки и ответа
- Проблема с получением чистых данных, а также с пониманием того, какие признаки искать
- Успешные проекты обеспечивают привлечение технических специалистов
- Успешные проекты реализуются поэтапно, что дает возможность выявлять проблемы, пока они поддаются решению



Изображение предоставлено Schneider Electric

## Основные тенденции: Цифровые двойники - настоящие двойники или просто модели?

- В идеале «цифровой двойник» моделирует реальное производство, чтобы оценить альтернативные сценарии, преимущества и недостатки, протестировать различные конфигурации или стратегии эксплуатации.
  - Большинство моделей в основном являются имитационными моделями новых проектов, но все же имеют ценность
- Последний прорыв - использование имитационных моделей оперативного контроля для планирования горных работ.

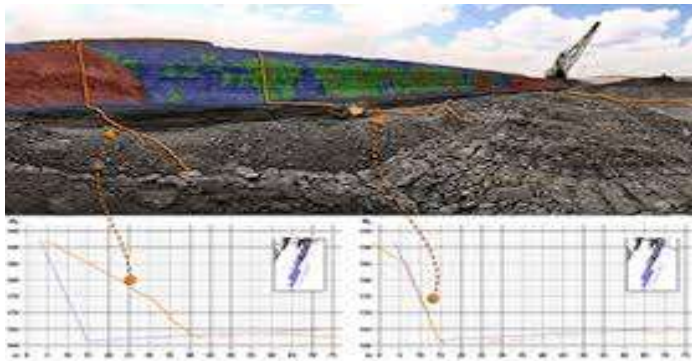


## Основные тенденции: Дополненная реальность - в настоящее время нишевая технология

- Направлена на предоставление полевым специалистам информации из баз данных
- Не имеет широкого применения



Проверка соответствия плану



Изображение предоставлено  
Maptek

Техобслуживание



Изображение предоставлено Caterpillar

## Основные тенденции: Смена парадигмы - новая конструкция самосвалов

- Самосвалу Komatsu без кабины не нужно разворачиваться и подъезжать задним ходом в зоне погрузки, но отсутствие кабины не привело к увеличению полезной нагрузки.



## Основные тенденции: Смена парадигмы - сортировка руды

- Значительный потенциал для экономической эффективности:
  - Снижение затрат на измельчение
    - 3% общего энергопотребления
  - Позволяет применять более продуктивные и менее селективные системы разработки
- Два основных этапа
  - Измерение
  - Сортировка - основная сложность сегодня

Тип датчика	XRF, лазер, инфракрасный, цветовой	Гамма	Рентгеновский	PGNAA*	Магнитно-резонансный
Что измеряет	Состав поверхности, цвет	Радиация	Атомная плотность	Состав элементов	Минералогический состав
Что сортирует	Отдельные частицы	Крупные контейнеры	Отдельные частицы	Крупные контейнеры	Контейнеры (1 – 10 т)
Без предв. подготовки (промывка и т. д.)	×	✓	✓	✓	✓
Измерение всей горной массы	×	✓	×	✓	✓
Точная оценка содержаний	×	✓	×	✓	✓
Мгновенный результат (<10 сек)	✓	×	✓	×	✓
Только одна калибровка	×	×	×	×	✓
Примеры компаний	MineSense; НГМК		TOMRA		NextOre
Примеры рудников	Highland Valley Copper, CA Кокпатас, Узбекистан	Rossing Uranium, Намибия	Многие алмазные рудники	-	Ridgeway block cave, AU
Где сортировка	Ковш экскаватора; самосвал; конвейер	Самосвал	Конвейер		Конвейер

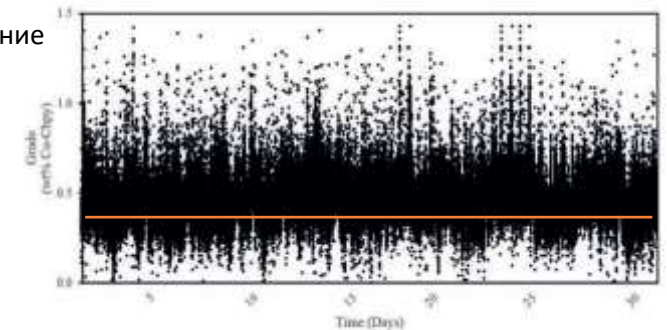
\* нейтронно-активационный анализ по мгновенному гамма-излучению



Сортировка сульфидных золотосодержащих руд в Узбекистане

	Масса руды	Кол-во золота
Ниже бортового	34%	20%
Выше бортового	66%	80%

Содержание меди



Последствия фрактального распределения содержаний для крупнообъемной сортировки руд медно-порфиривого месторождения, Питер Когхилл, Дэвид Миляк, Элизабет Уильямс

## Основные препятствия

- Ненадежная сеть связи
  - Особенно в подземке и особенно при покупке дешевых решений
- Перегрузка большим объемом данных
  - Нужна система хранения данных и инструменты бизнес-аналитики
  - Необходимо понимать, какие данные нужны для принятия решений
- Недостаток воображения
  - Будьте готовы пересмотреть ключевые показатели эффективности и определить, какая информация вам нужна для управления производством.
- Низкая надежность техобслуживания
  - Оптимизация производства лучше всего работает при устойчивой работе; частые остановки на техническое обслуживание приводят к неустойчивой работе
- Несогласованность комплектов оборудования
  - Сложно собирать данные, если используется множество различных типов оборудования
- Отсутствие квалифицированных людей с опытом работы на объекте
  - Аналитикам необходимо знать операционные процессы



## Меры, которые можно предпринять сейчас для развития возможностей

- Развивать свои возможности и думать о том, что действительно необходимо измерять
  - Проанализировать, какие данные вы собираете сейчас и какие данные вы хотели бы собирать
  - Внедрить подходящую масштабируемую сеть связи
  - Формировать хранилища данных и развивать навыки бизнес-аналитики
  - Нанимать специалистов по анализу данных
  - Проанализировать KPI и информационные панели; сосредоточиться на быстрых результатах
- Понять, что у вас уже есть
  - Система VIMS на самосвалах Caterpillar позволяет собирать значительное количество данных
- Установить датчики и собирать больше подробных данных
- По мере развития возможностей, последующие шаги становятся более понятными и их легче реализовать

Счастливого пути!

