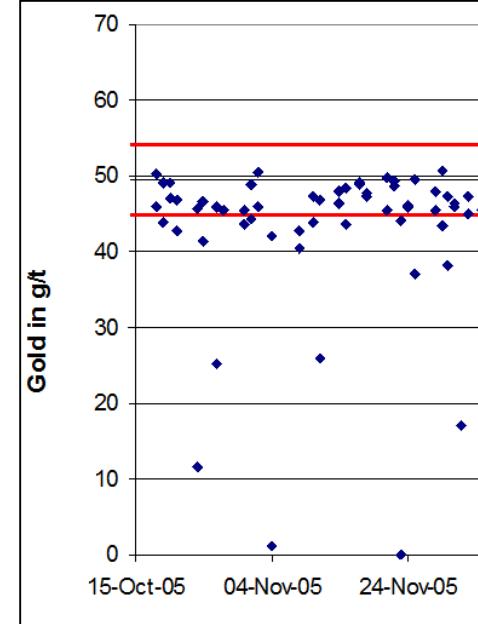
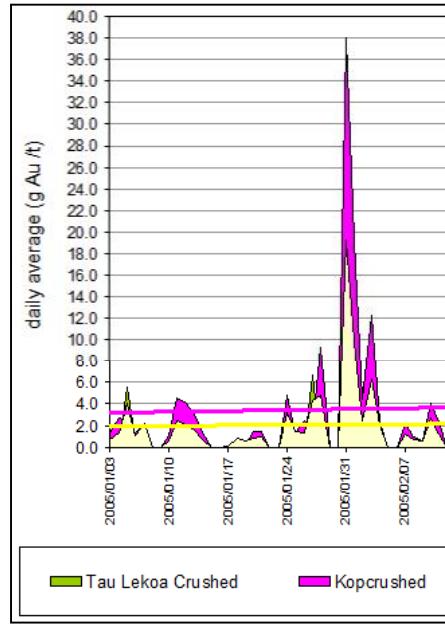


Контроль достоверности и качества (Quality Assurance/Quality Control)



Presented: Денис Коваленко, Консультант-геолог SRK Consulting (Kazakhstan) Ltd.

Date: 16/09/2016

Location: 8 Озер

Содержание:

- 1. Определения и принципы**
- 2. Виды контроля**
- 3. Контрольные пробы (пробы QA/QC)**
 - Отбор проб
 - Пробоподготовка
 - Аналитические исследования
- 4. Частота и порядок внедрения проб QA/QC**
- 5. Последствия нарушения процедур QA/QC**

1. Определения и принципы

1. Контроль Достоверности и Контроль Качества

Требование международных Кодов – сопровождение геологоразведочных работ программами достоверности и качества:

«..Программы контроля достоверности должны систематически выполняться как часть любой программы геологоразведочных работ. Такая программа должна подтвердить достоверность отбора проб, их сохранности, подготовки проб и аналитических исследований.»

ISO (1994) – International Organization for Standardization, Geneva

Контроль Достоверности – свод всех запланированных и систематических действий, необходимых для обеспечения адекватной уверенности в том, что продукт, процесс или услуга будут удовлетворять данным требованиям качества.

Контроль Качества – приемы или действия, которые используются для того, чтобы обеспечить требуемое качество.

Контроль Достоверности – свод правил для получения достоверных данных
Контроль Качества – перечень действий для отслеживания ошибок

1. Контроль Достоверности/Контроль качества

Контроль Достоверности/Контроль качества (QA/QC)

Разработать «правила»: «Протокол Опробования» (Инструкция):

- Программа опробования;
- Процедуры обработки проб;
- Процедуры анализа;
- Процедуры и критерии Контроля Качества.

Контроль достоверности/Контроль Качества (QA/QC)

Разработать «действия»: как отслеживать качество собираемых данных

- Контроль топографической привязки скважин/проб;
- Контроль инклинометрических измерений;
- Выход керна/пробы;
- «Гигиена» подготовки проб/загрязнение (**дубликаты дробления/бланки**);
- Проверка взвешивания/измерения (калибровка приборов);
- Проверка аналитической **ДОСТОВЕРНОСТИ** (Стандарты/CRMs/Внешний контроль);
- Проверка **ТОЧНОСТИ** на стадиях опробования, подготовки и анализа(дубликаты: 1/2 (¼) керна, дробления, истирания);
- Другое

1. Точность и Достоверность

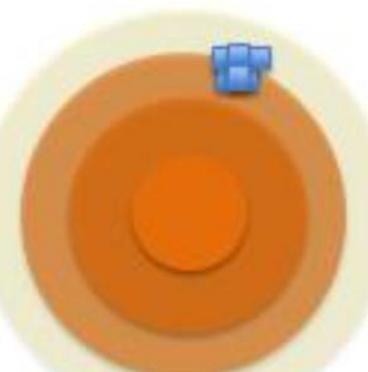


Точность (Precision):

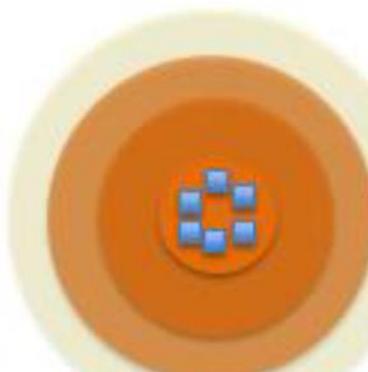
возможность измерения быть воспроизведенным
(повторяемость,
воспроизводимость)



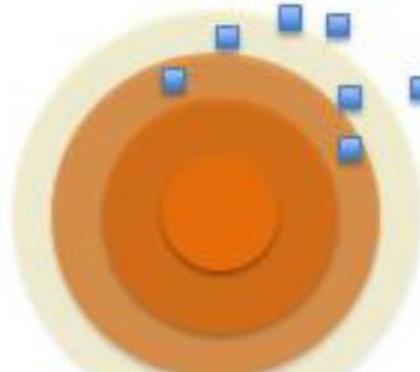
Точное и достоверное



Точное и недостоверное



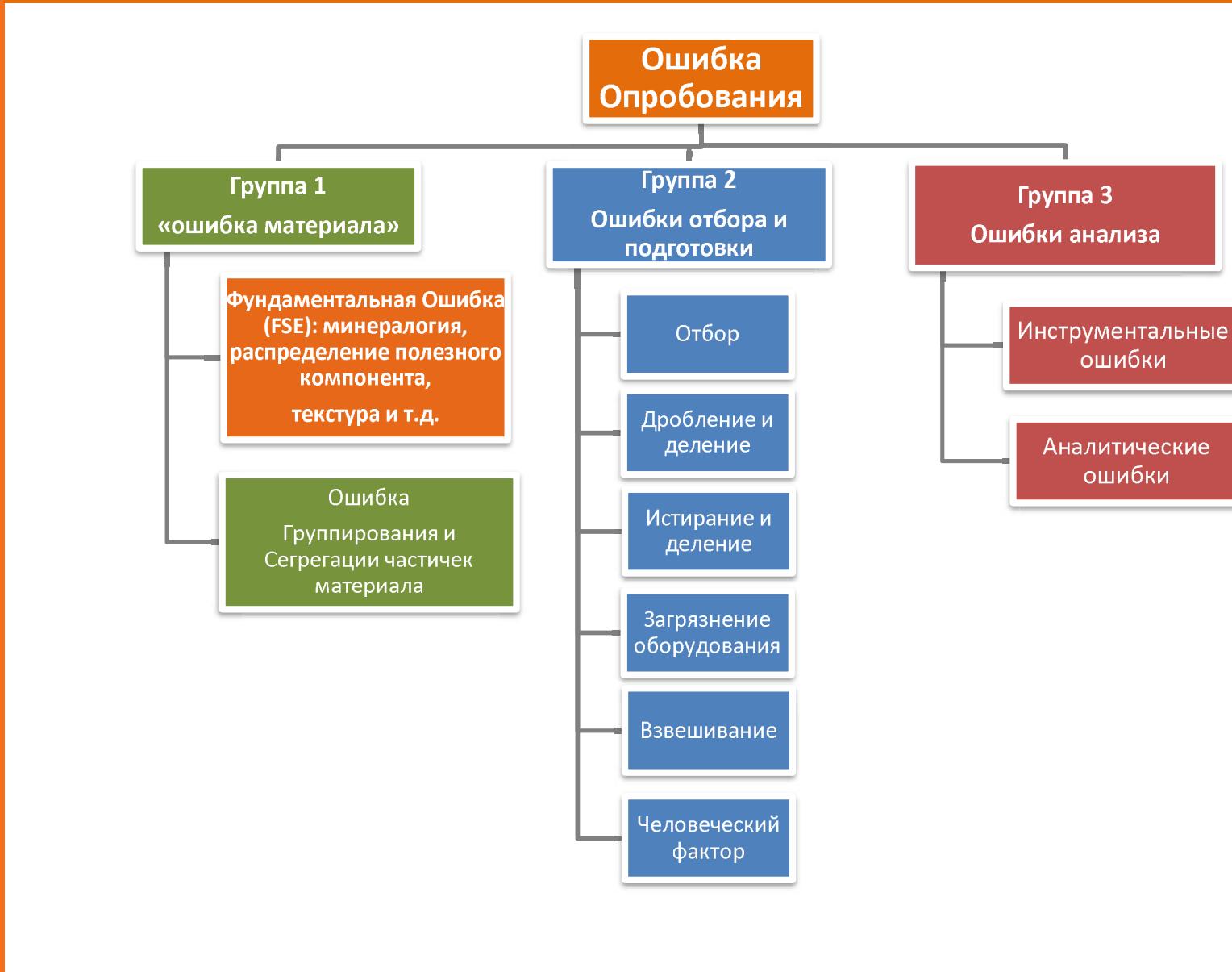
Неточное и достоверное



Достоверность (Accuracy):

степень близости измерения к реальному значению

1. Суммарная ошибка опробования



Суммарная Ошибка складывается из Фундаментальной Ошибки Опробования и ошибок, возникающих на разных этапах опробования

2. Виды контроля

2. Виды контроля

Виды работ

1. Анализ данных разведки прошлых лет
2. Топографическая съемка
3. Бурение
4. Отбор проб
5. Ведение геологической документации
6. Использование геохимических и геофизических методов
7. Пробоподготовка

8. Аналитические работы
9. Инженерно-геологические и гидрогеологические исследования
10. Определение объемного веса, влажности и прочих физико-механических свойств
11. Технологические исследования

Контроль

1. Заверочные работы (сдвоенные скважины, повторное прохождение канав, врезов)
2. 10 – 20% контрольной съемки другим прибором (другим подрядчиком)
3. Заверочные работы (сдвоенные скважины, контроль инклинометрии – 10-20%)
4. Правильность нанесения линии распила, отбор полевых дубликатов, контроль веса рядовой пробы и дубликата
5. Тщательное ведение геологической документации, взаимоконтроль

6. Контрольные пробы, контрольные замеры

7. Контроль загрязнения, контроль правильности подготовки пробы: внедрение бланков, дубликатов дробления, ситовой контроль

8. Контрольные пробы – стандарты, дубликаты истирания

9. Контрольные пробы

10. Контрольные пробы

11. Контрольные пробы

3. Контрольные пробы (пробы QA/QC)

3. Контрольные пробы (пробы QA/QC)

- Аналитическая лаборатория не должна идентифицировать Контрольные пробы
- Условия отбора, обработки и анализа Рядовой пробы и Дубликата должны быть одинаковыми:
 - Время;
 - Интервал;
 - Оборудование;
 - Лаборатория (методы, приборы, реагенты, персонал);
 - Партия проб



3. Контрольные пробы : Отбор проб

Полевые дубликаты (Field duplicates)

Цель:

Оценить точность (случайную ошибку) опробования

Однаковые условия отбора:
команда, лаборатория, партия
проб, разные номера

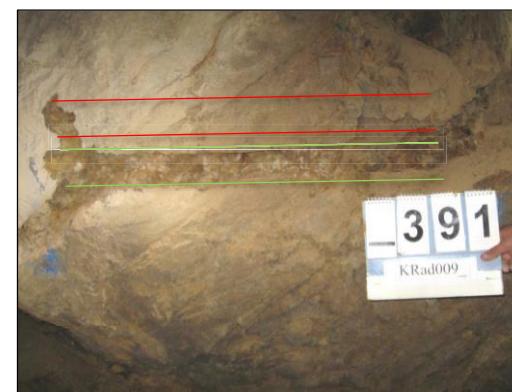
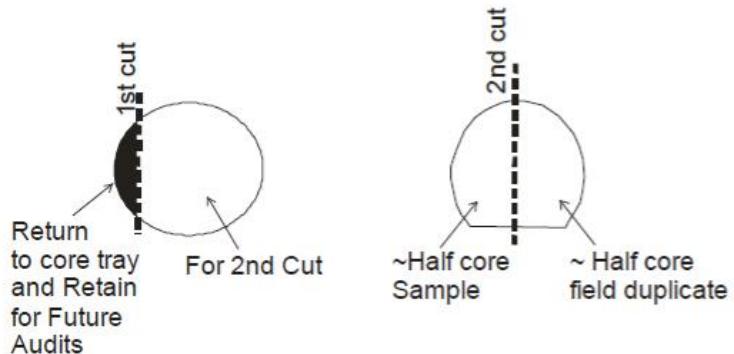
Керн

1\2 половинка керна (1/4)

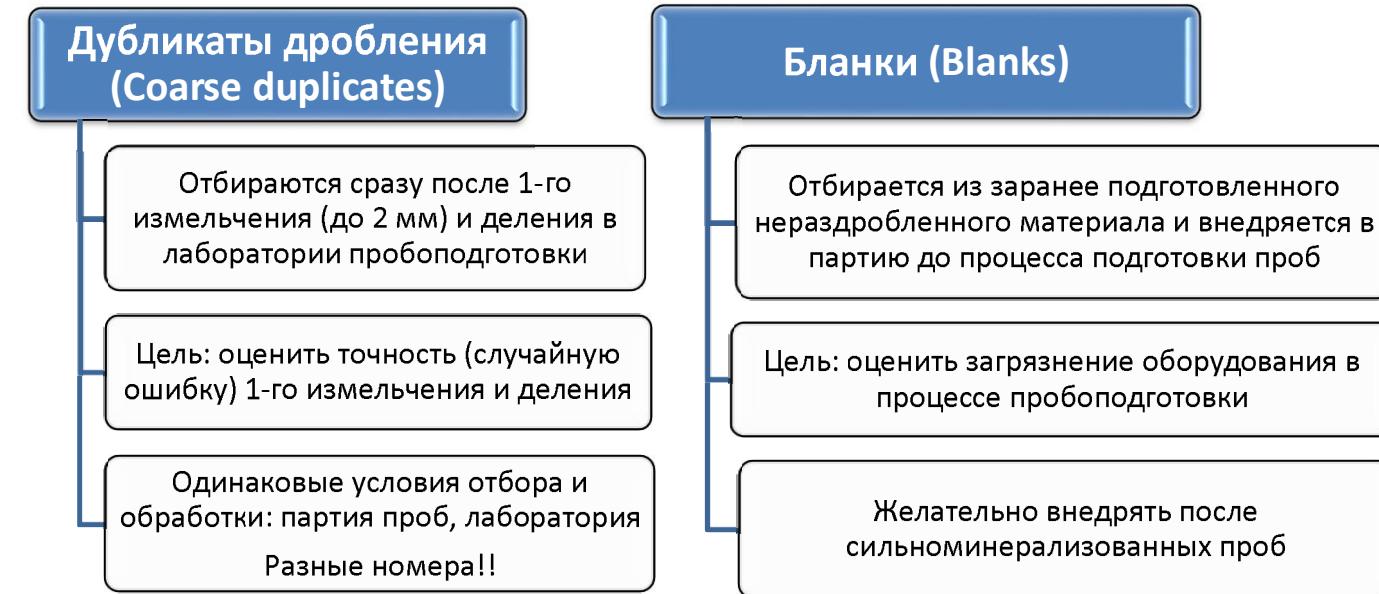
RC/Auger бурение

на стадии 1-го деления пробы
до измельчения

Борозда



3. Контрольные пробы : Пробоподготовка



Дополнительно:

- Контроль за очисткой оборудования
- Контроль за размерностью дробления и истирания – 10% проб должны проходить «ситовой контроль», фиксация результатов в специальном журнале.
- Весовой контроль после деления пробы на каждой стадии

3. Контрольные пробы : Аналитические исследования



Контрольные пробы для мониторинга качества аналитики это стандарты и дубликаты истириания (включая пробы внешнего контроля)

4. Частота внедрения контрольных проб и их распределение в партии проб

4. Частота внедрения контрольных проб



Вывод:

- **Промышленный стандарт – 20% всех видов контрольных проб**
- Нет четкого разделения между дубликатами и типами бланков (полевые дубликаты, дубликаты дробления и истирания, дробленые и истертые бланки).

Промышленный стандарт – около 20% всех видов контрольных проб

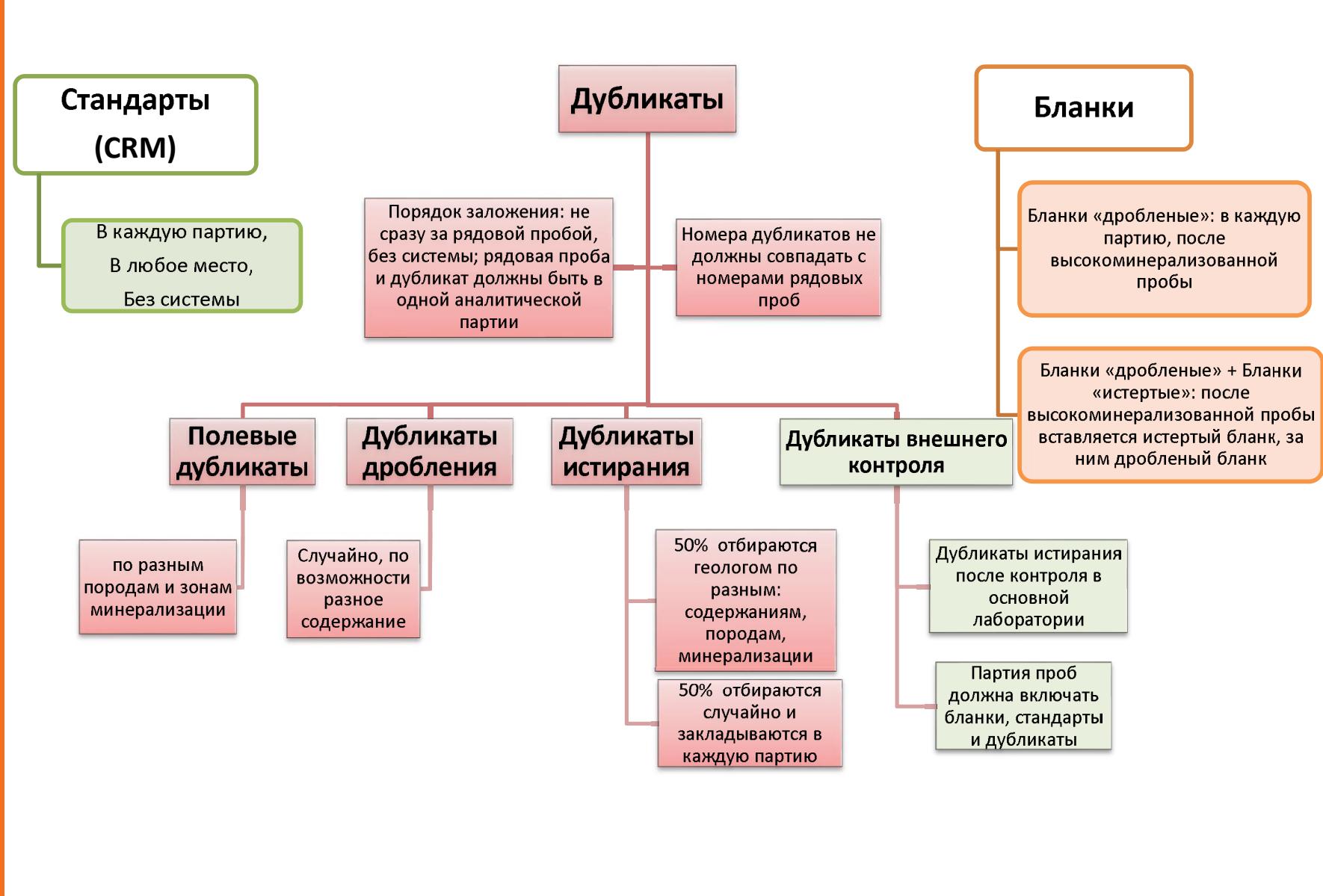
4. Рекомендуемая частота внедрения проб QA/QC

- Количество и частота внедрения QA/QC проб партии проб определяется особенностями каждого проекта
- Главное правило – постоянное отслеживание случайных и систематических ошибок опробования
- Средний уровень внедрения QA/QC проб близок к 20%

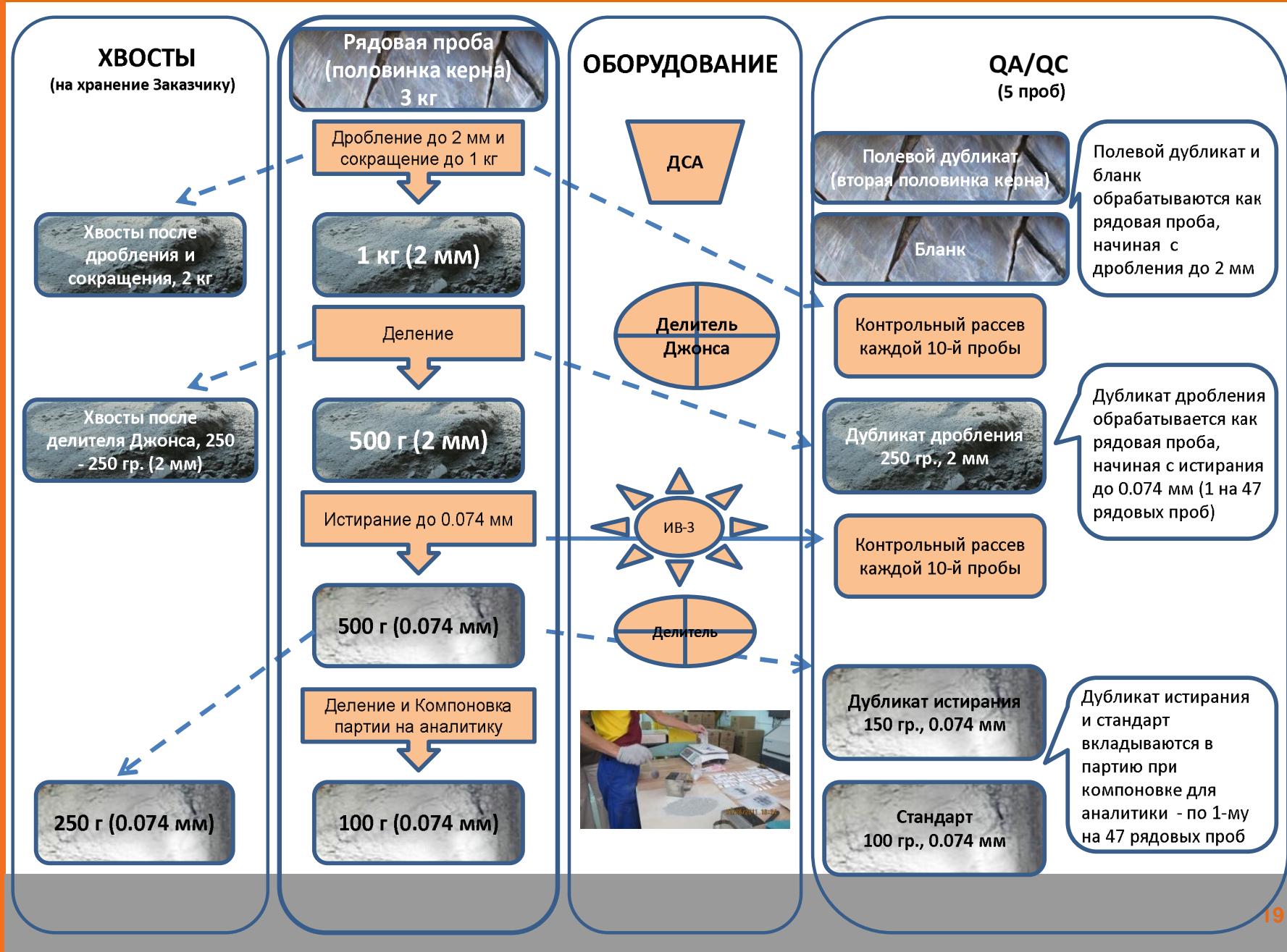
Типы QA/QC проб	Подтипы QA/QC проб	Рекомендуемая частота внедрения	
Дубликаты	Полевые Дубликаты	2%	6%
	Дубликаты Дробления	2%	
	Истертые Дубликаты	2%	
CRM	Стандарты	6%	6%
Бланки	Дробленые бланки	2%	4%
	Истертые бланки	2%	
«Пробы внешнего контроля» (Check samples)	«Пробы внешнего контроля» (Check samples)	4%	4%

Промышленный стандарт – около 20% всех видов контрольных проб

4. Распределение проб QA/QC в партии проб



4. Примерная схема опробования и внедрения проб QA/QC



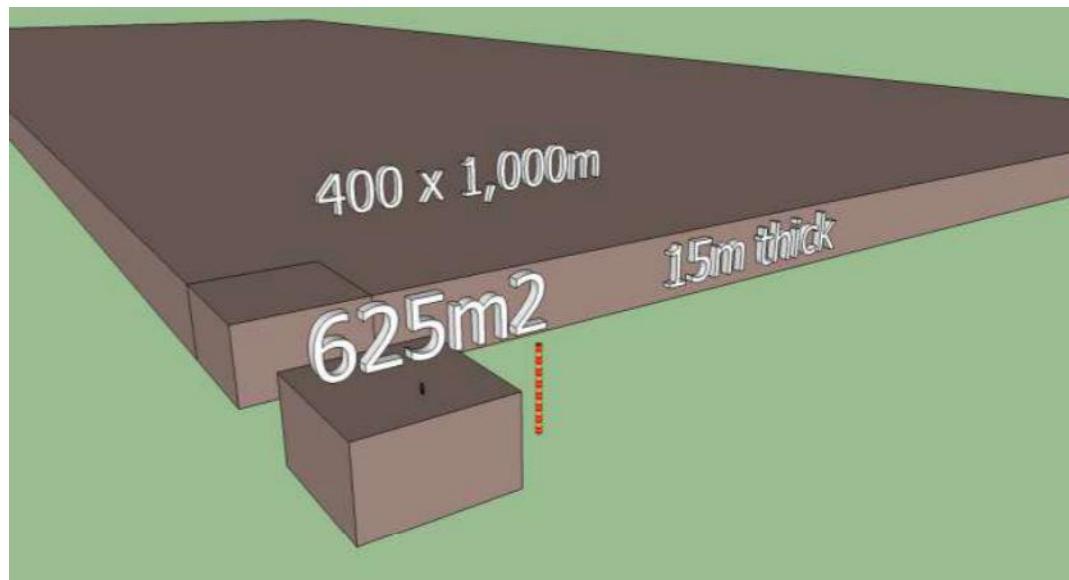
5. Последствия нарушения процедур QA/QC

5. Последствия нарушения процедур QA/QC

**Основа любой программы QA/QC –
отобранная проба должна быть представительной и достоверной**

Размер блока: 1,000 X 400 м Сеть бурения – 25x25 м

Параметры	Цифры
Площадь	400,000 м ²
Площадь покрытая пробуренными скважинами	625 м ²
Количество скважин на блок	640
Мощность	15 м
Удельный вес	2.6
Объем	6,000,000 м ³
Количество проб	9600
Масса пробы	4 кг
Тоннаж	15,600,000 т
Тоннаж проб	38.4 т



Пробы представляют: 0.000246% всей площади

**Неправильная информация по пробе –
искажает общую информацию об объекте**

«Непредставительная» проба стоит времени и денег!

5. Последствия нарушения процедур QA/QC: примеры

- Аналитическая лаборатория крупного предприятия по добыче Cu
- Метод атомной абсорбции (AA)
- Большой объем проб
- Решено заменить AA на XRF: сокращение расходов и времени
- Использование для калибровки только одного геологического матрикса (измененные сульфиды с высоким содержанием)
- Отсутствие других видов контроля (дубликаты, стандарты) для мониторинга точности и достоверности
- Геологический матрикс анализируемых проб отличался – оксиды меди
- Выявлена систематическая ошибка определения Cu методом XRF – 0.06%

Параметры	Цифры
Годовая добыча Cu	32 Мт
Извлечение	80 %
Время жизни предприятия	20 лет
Цена Cu (Pr)	\$ 1 /pound
Процентная ставка (R)	10 %
Систематическая ошибка анализа (Δm)	0.06 %
Экономические потери	292 M US\$

$$\Delta B_i = [\Delta V_i(m)] \cdot t \frac{1 - e^{-iN}}{i}$$

$$\Delta V(m) = 22 \cdot Pr \cdot R \cdot \Delta m$$

$$\Delta V_{(m)} = 22 * 1 * 0.8 * 0.06 = 1.056$$

$$\Delta B_i = 1.056 * 32 * \frac{1 - e^{-0.1 * 20}}{0.1} \approx 292 \text{ MUS\$}$$

Экономические потери, вызванные систематической ошибкой анализа 0.06% за 20 лет US\$ 292 млн.

Источник: CARRASCO, P., CARRASCO, P., and JARA, E. The economic impact of correct sampling and analysis practices in the copper mining industry. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* vol. 74, 2004. pp. 209–213

5. Последствия нарушения процедур QA/QC: примеры

Непредставительное опробование отходов для хвостов

- Крупное предприятие по добыче Cu
- Построена современная «станция по опробованию» для определения содержания и плотности пульпы хвостов (стоимость US\$ 0.5 M)
- В «хвосты» уходили отходы со средним содержанием 0.2% Cu вместо 0.15% Cu в течение 87 лет

Параметры	Цифры
Дневной объем поступления хвостов	96,000 т
Предполагаемое среднее содержание Cu в хвостах	0.15%
Содержание Cu в хвостах (Sampling Station)	0.2%
Срок	20 лет
Потери за год (т)	17,520 т
Цена Cu	\$ 1 /pound
Потери за год (MUS\$)	38.544 MUS\$
NPV (MUS\$)	2,207 MUS\$

Потери за год = $96\,000 * 0.05\% * 365 * 100\%$
(17,520т)

$$NPV = \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] A$$

A – годовые потери
i – процентная ставка
n – количество лет

Потери за 20 лет = US\$ 2. 207 млрд.

Источник: CARRASCO, P., CARRASCO, P., and JARA, E. The economic impact of correct sampling and analysis practices in the copper mining industry. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* vol. 74, 2004. pp. 209–213

Неконтролируемое определение содержания влечет экономические потери

5. Последствия нарушения процедур QA/QC: примеры

Влияние вариаций в содержании выщелачиваемой руды на прибыль

- Медное месторождение с окислённой приповерхностной частью
- Приповерхностная часть покрывает медно-сульфидную минерализацию с высоким содержанием
- Извлечение меди из окисленной руды производится кучным выщелачиванием
- Медь из медно-сульфидной минерализации не поддается извлечению этим методом
- При «фильтровке» руды на выщелачивание контроль содержаний проводился с «ошибками»
- В результате часть первичной руды попадала на выщелачивание
- Это отразилось на уменьшении извлечения, равноценное падению среднего содержания на 0.25%

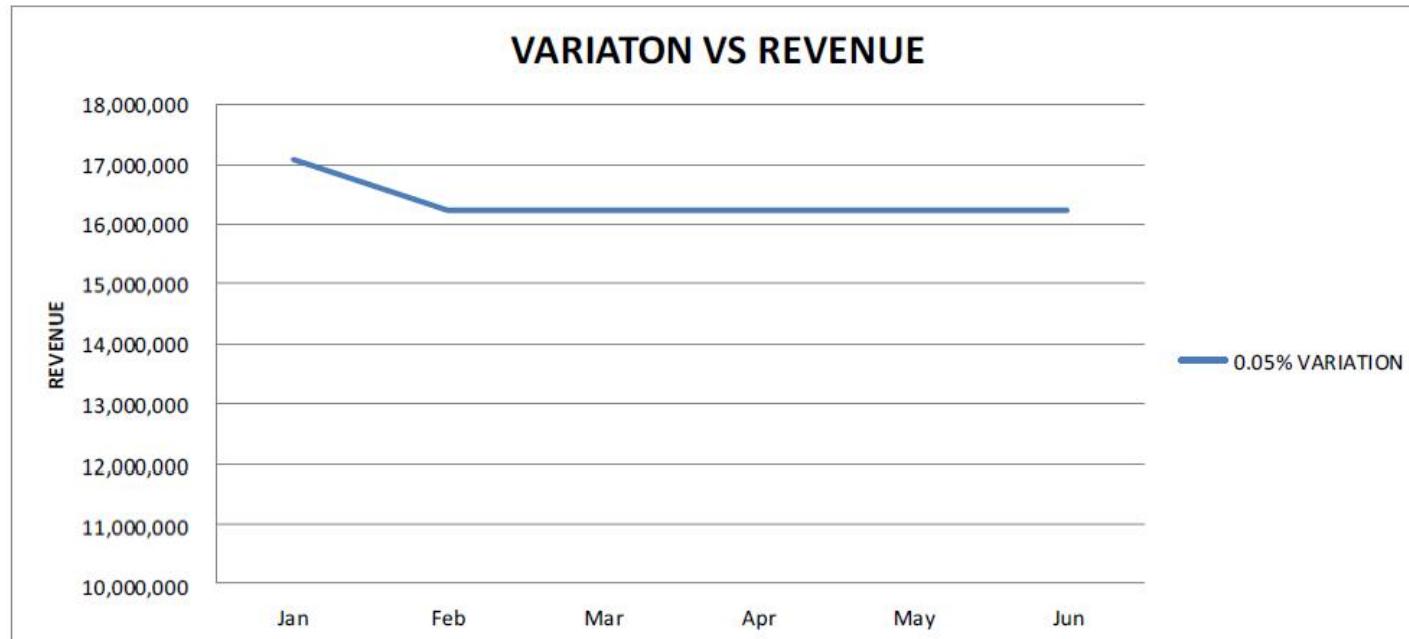
Параметры	Цифры
Добыча руды в месяц	300,000т
Содержание металла	1%
Извлечение	85 %
Металл в руде (в месяц)	2550 т
Цена тонны металла	\$ 6700
Прибыль в месяц	\$ 17,085,000

Как вариации в среднем содержании на 0.05% повлияют на прибыль?

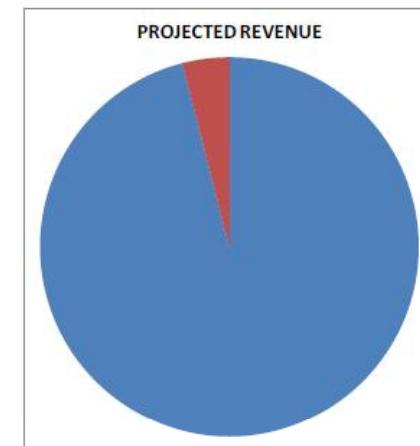
Источник: Sampling Australia 2013, David Wesley, "CST MINERALS CASE STUDY: SELLING THE IMPORTANCE OF SAMPLING. Promoting Departmental Responsibility and Accountability for Sampling QA/QC"

Вариации в содержании выщелачиваемой руды значительно влияют на Прибыль

5. Последствия нарушения процедур QA/QC: добыча

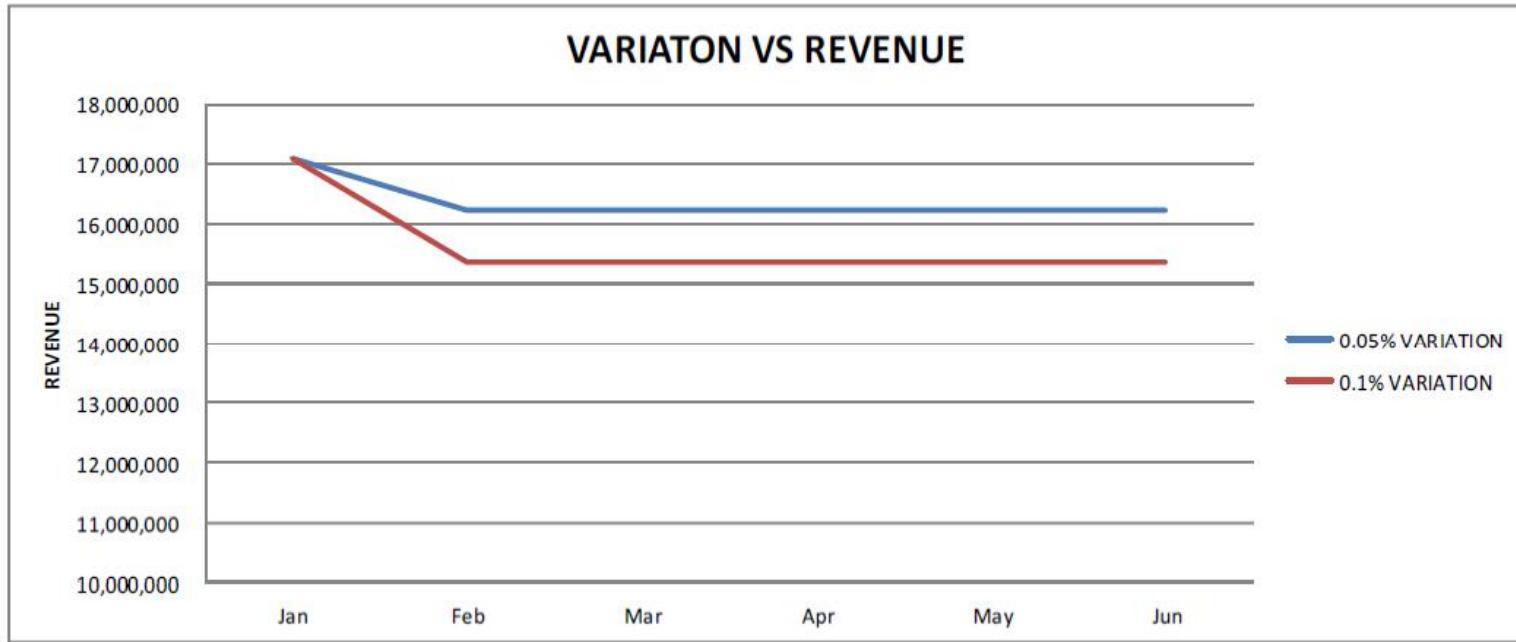


Изменение содержания на **0.05%** в течение месяца приводит к потере \$854K в месяц,
Или \$4.27M за 6 месяцев
Или \$9.40M за 12 месяцев

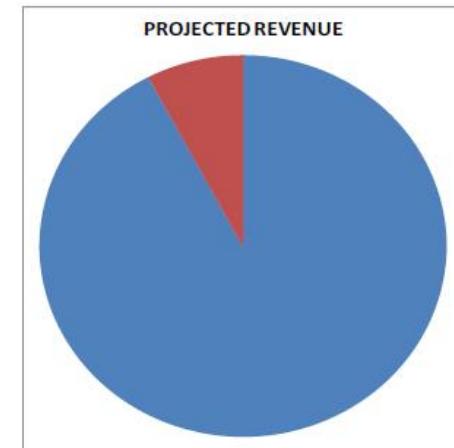


Изменчивость содержания можно контролировать опробованием

5. Последствия нарушения процедур QA/QC: добыча

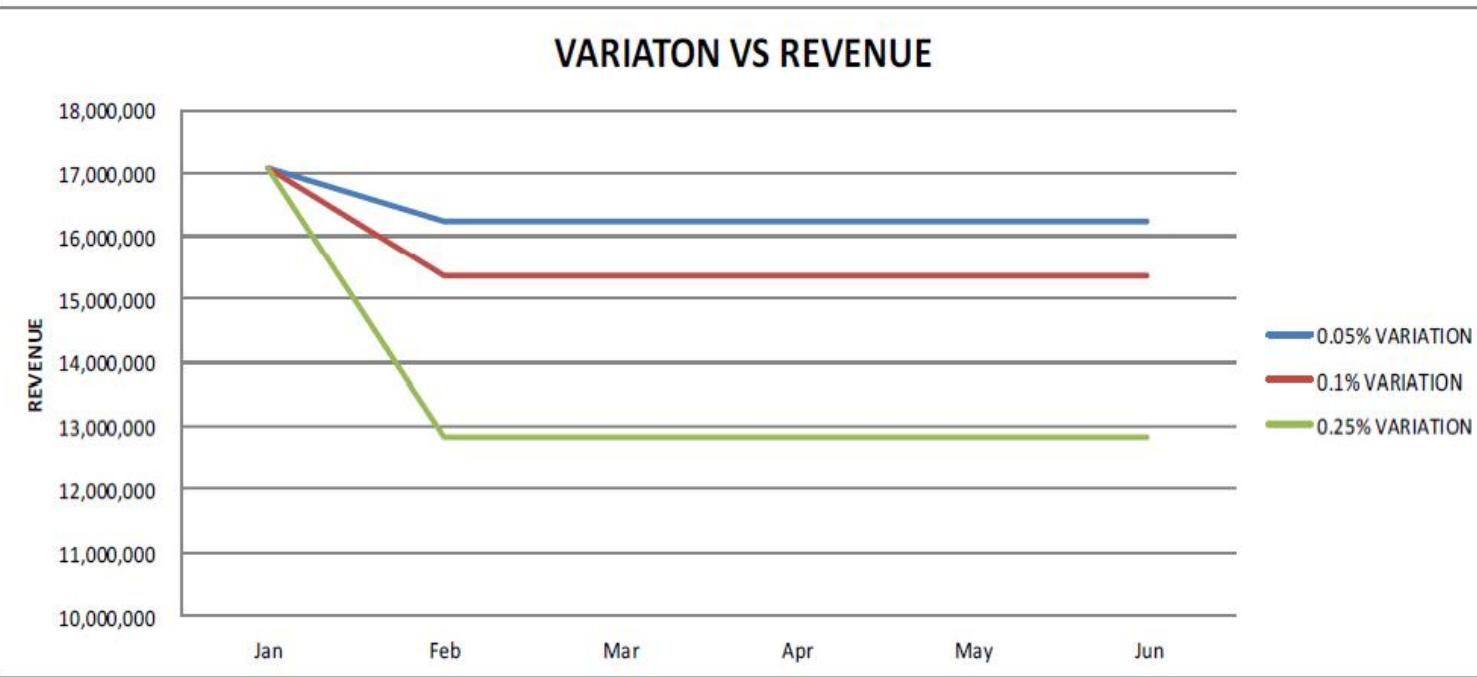


Изменение содержания на **0.1%** в течение
месяца приводит к потере **\$1.7M** в месяц,
Или **\$8.5M** за 6 месяцев
Или **\$18.7M** за 12 месяцев

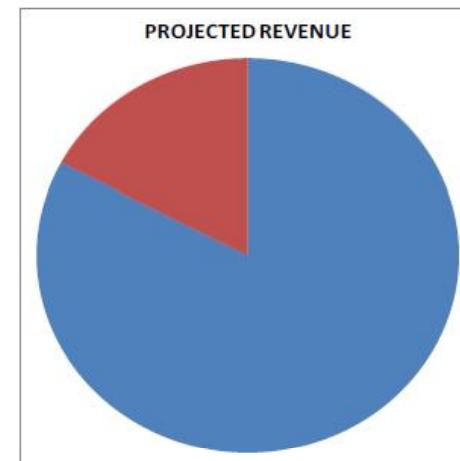


Изменчивость содержания можно контролировать опробованием

5. Последствия нарушения процедур QA/QC: добыча



Изменение содержания на **0.25%** в течение месяца приводит к потере **\$4.0M** в месяц,
Или **\$24M** за 6 месяцев
Или **\$48M** за 12 месяцев



Спасибо за внимание!