

# Применение инструментов для подготовки проб при проведении горных и геологоразведочных работ

Опыт применения на месторождении полиметаллических руд



## Введение

Для химического анализа геологических образцов повсеместно используются лабораторные аналитические методы, такие как атомно-абсорбционная спектроскопия и спектроскопия с индуктивно связанный плазмой (ААС и ИСП). При этом для анализа берется измельченный гомогенизированный каменный порошок, чтобы исключить влияние негомогенности и неравномерного распределения рудных минералов в вулканических породах (например, фенокристаллы в порфирах) и прожилках. Однако, указанные аналитические методы требуют полного растворения отобранный пробы до прозрачного раствора. В связи с тем, что для многих минералов, включая некоторые рудные минералы, достичь полного растворения невозможно, результаты такого анализа не являются действительно полными. Кроме того, для лабораторного анализа берется обычно 1г, иногда 0,25г каменной пудры. Следует отметить, что 1 метр керна весит приблизительно 5000г, а в лабораторию для анализа отправляют половину этого количества, то есть примерно 2500г. Образец керна массой примерно 2500г (половина разрезанного вдоль керна) дробится, измельчается и усредняется, и для собственно химического анализа отбирается только 1г порошковой пробы. Теоретически эта отобранный пробы массой  $\leq 1\text{г}$  (или примерно 0,04% от половины керна) должна представительно характеризовать весь керновый образец.

## Применение

В последние примерно 10 лет использование портативных рентгено-флуоресцентных анализаторов для геологоразведки и контроля руды на горно-добывающих предприятиях существенно расширилось, и мобильные геологические анализаторы Niton от фирмы Thermo Scientific – самые распространенные в этом сегменте промышленности. Обычно твердый образец руды или породы просто «простреливается» (сканируется) анализатором в одной или нескольких точках. Несмотря на то, что этот метод дает очень эффективные и быстрые результаты, неоднородность образцов в некоторых типах отложений может иметь значение. Для того, чтобы повысить эффективность применения портативных рентгено-флуоресцентных спектрометров Thermo Niton при работе по гетерогенным рудным образцам, мы разработали полевой комплект инструментов для механической подготовки проб к анализу.

Целями настоящей работы является:

- Сравнить результаты анализа подготовленных и неподготовленных рудных образцов
- Сравнить результаты анализа подготовленных и неподготовленных образцов с результатами их лабораторного исследования
- Обнаружить зоны медно-молибденовых (Cu-Mo) аномалий по глубине с использованием аналитических данных, полученных с помощью портативных рентгено-флуоресцентных спектрометров

Для достижения поставленных задач были проведены три серии анализов кернового материала, отобранного из минерализованных буровых скважин на северо-западе Канады. Анализы проводились прямым точечным методом («выстрелом») по керну, а также путем анализа порошковых образцов, полученных с помощью новых портативных машины для прямого отбора геологической пробы и дробилки.

## Портативные рентгено-флуоресцентные анализаторы

Наши совершенные ручные портативные рентгено-флуоресцентные (РФ) анализаторы Thermo Niton серии XL, включая наиболее передовые анализаторы Niton XL3t GOLDD+, обеспечивают точный экспрессный элементный химический анализ различного рода



Инструменты для подготовки проб и геологический анализатор Thermo Niton XL3t GOLDD+

образцов с непревзойденной эффективностью на всех этапах – при геологоразведке, оконтуривании, добыче и обогащении. Эти анализаторы позволяют с легкостью проводить трендовый анализ с помощью функций усреднения результатов в реальном времени на анализаторе, либо путем последующего переноса результатов на компьютер.

Геологические анализаторы Niton XL3t обеспечивают Вам следующие ключевые преимущества:

- Мгновенный геохимический анализ руды, породы, керна, шлама, стенки забоя
- Помощь в подтверждении модели месторождения
- Помощь в распознавании новых и неожиданных типов рудной минерализации
- Многократное сокращение количества образцов, отправляемых на лабораторный анализ
- Инструмент, позволяющий на месте принимать решение – у вас в руках
- Мгновенное отслеживание качества руды
- Низкие пределы обнаружения для более чем 35 элементов, включая легкие (Mg-S) с технологией GOLDD

Помимо этого, наша уникальная технология «Универсальный геологический анализ» (TestAll Geo) – мощный аналитический инструмент, позволяющий автоматически выбрать наиболее правильный протокол анализа для быстрого определения содержания основных, второстепенных и примесных элементов в геологических образцах.

## Методика

Полевые испытания портативных мельницы и угловой пробоотборной машины были проведены на медно-порфировом Cu-Mo комплексном месторождении в северной Британской Колумбии в Канаде. В этом месторождении основной вмещающей породой является гранит и отчасти гранодиорит с гидротермальным замещением от умеренного до сильного. Минерализация варьируется от вкрапленных до спорадических жил и прожилков кварца ± халькопирита ± борнита ± молибденита (очень гетерогенный тип породы). Два набора проб–дубликатов были отобраны от минерализованного керна. Каждый образец, характеризующий один метр керна, был подвергнут трем анализам с помощью геологического анализатора Thermo Niton XL3t GOLDD+ (в рудном режиме анализа, % и ppm).

1. Анализ измельченного материала отобранного грайндером и помещенного в кювету.
2. Анализ порошка, измельченного портативной мельницей, и помещенного в кювету.
3. Простое сканирование («простреливание») керна по всей длине (1 метр) в течение 80 секунд.

Кюветы анализировали в течение 240 секунд (по 60 сек. на каждый фильтр). В качестве дна в кювете была использована полипропиленовая пленка.

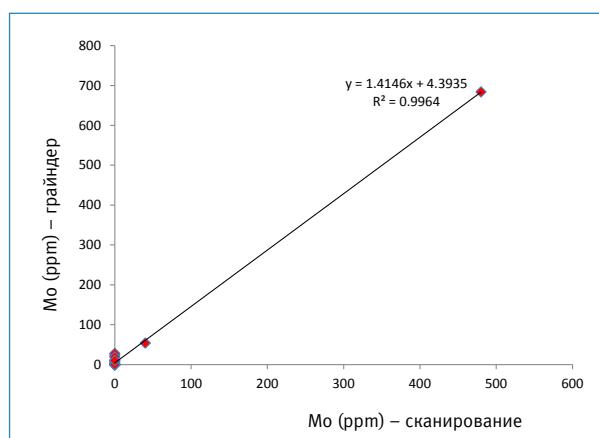


Рис. 1. Корреляция по содержанию Mo, определенного портативным РФ-спектрометром (сканирование против порошка от грайндера).

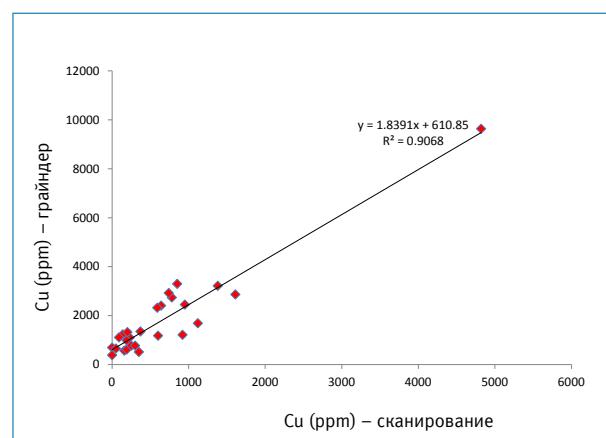


Рис. 2. Корреляция по содержанию Cu, определенного портативным РФ-спектрометром (сканирование против порошка от грайндера).

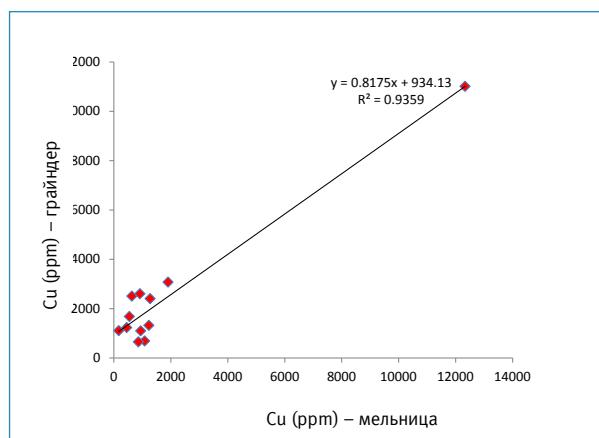


Рис. 3. Корреляция по Cu, спектрометр Niton, материал порошка от мельницы против шлама от грайндера.

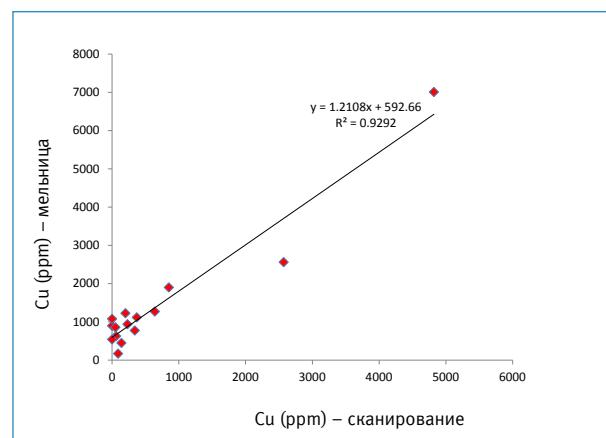


Рис. 4. Корреляция по Cu, спектрометр Niton, сканирование против порошка от мельницы.

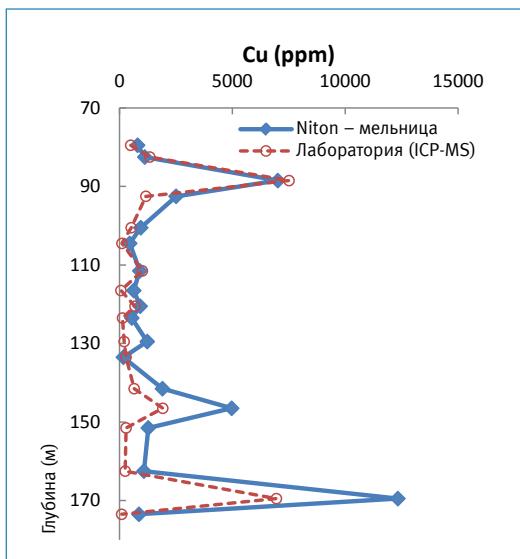


Рис. 5. Диаграммы содержания Cu по глубине, отображающие аномалии по Cu, полученные портативным спектрометром Niton (мельничный порошок) и лабораторным методом.

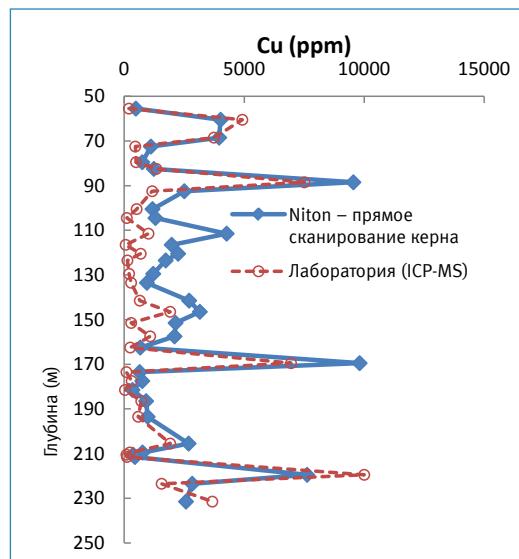


Рис. 6. Диаграммы содержания Cu по глубине, отображающие аномалии по Cu, полученные портативным спектрометром Niton (прямое сканирование) и лабораторным методом.

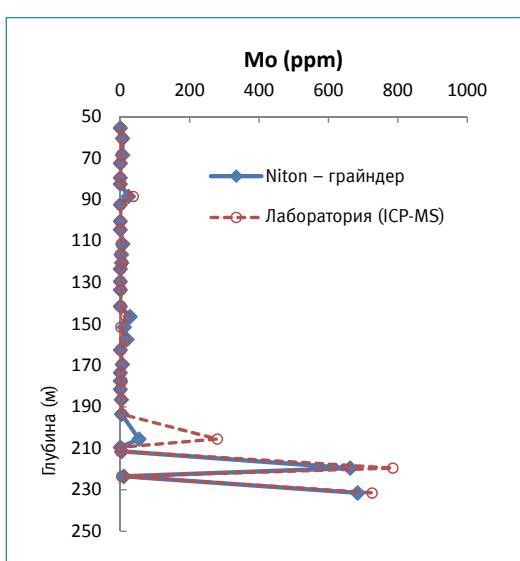


Рис. 7. Диаграммы содержания Mo по глубине, полученные спектрометром Niton (шлам от грайнdera) и лабораторным методом.

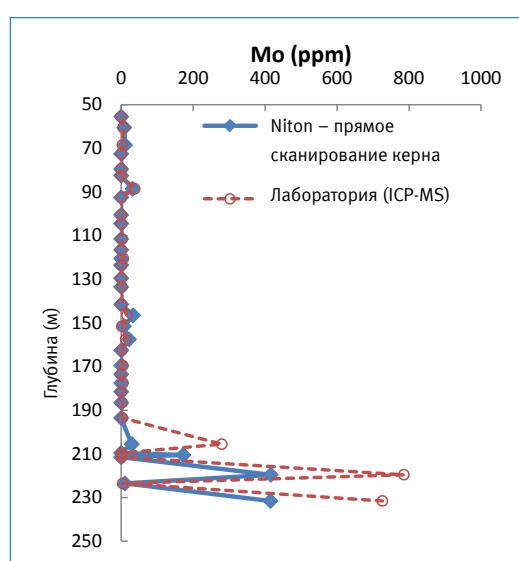


Рис. 8. Диаграммы содержания Mo по глубине, полученные портативным спектрометром Niton (прямое сканирование) и лабораторным методом.

**Результаты.**  
Коэффициент корреляции  $R^2$ , является показателем, насколько близко соотносятся наборы данных. В случае полного совпадения  $R^2$  равен 1. Вышеуказанные три аналитических метода обеспечивают сходные результаты, коэффициент корреляции  $R^2$  более 0,9 (см. Рис. 1-4). Однако, прямое сканирование керна очень негомогенных пород может не всегда давать воспроизводимые результаты (см. раздел Заключение настоящего отчета).

## Сравнение результатов трех видов анализа, с помощью

портативного рентгено-флуоресцентного спектрометра Niton, с данными лабораторного анализа показывает, что корреляция ( $R^2$ ) по Cu повышается от 0,81 при прямом сканировании керна до 0,84 и до 0,86 при анализе материала, измельченного, соответственно, портативной мельницей и грайндером (см. Табл. 1). Корреляция по Mo повышается от 0,87 при прямом анализе до 0,95 при использовании грайнdera для отбора проб. Аналогично и с Zn – корреляция также существенно растет при переходе от прямого простреливания керна к анализу отобранного усредненного материала. Это свидетельствует о том, что влияния гетерогенности рудных образцов в значительной степени нивелируются при отборе и подготовке проб новыми мобильными инструментами.

Метод анализа	Cu	Mo	Zn
Прямое сканирование против лаборатории	0,81	0,87	0,66
Портативный пробоотборщик (грайндер) против лаборатории	0,86	0,95	0,82
Портативная мельница против лаборатории	0,84	NA*	0,88

\*Материал мельницы содержит Mo

Таблица 1. Данные по корреляции ( $R^2$ ) результатов анализа мобильным РФ-спектрометром Niton и лабораторных данных (ICP - MS)

## Заключение

Применение полевых инструментов для отбора и подготовки геологических проб увеличивает корреляцию полевых аналитических данных с лабораторными. Любой из следующих методов может быть использован в горной промышленности, в зависимости от целей анализа и конкретного применения.

- Прямое сканирование (точечное простреливание) неподготовленных естественных образцов (например, образцы кернов):
  - Быстро
  - Результаты могут быть схожими с данными анализа, подготовленных образцов, но могут быть невоспроизводимыми из за того, что в каждом типе анализа исследовалась разная часть образца (эффект гетерогенности)
  - Рекомендации: просканируйте образец в нескольких местах и усредните данные.
- Анализ отобранных измельченных образцов (мельницей либо ручным грайндером):
  - Требует нескольких минут для подготовки каждого образца
  - Результаты анализа воспроизводимы
  - РФ-анализ является неразрушающим методом, что позволяет отправить часть уже проанализированного экспрессным методом образца во внешнюю лабораторию для прямого сравнения результатов.



Первичное измельчение образцов



Портативная электрическая мельница



Угловая  
пробоотборная машина (грайндер)

Все упомянутые в брошюре товарные знаки являются собственностью их правообладателей.

Приведенные спецификации и технические характеристики могут быть изменены без уведомления.

ТОО «CCS Services – Central Asia (Си Си Эс Сервис – Центральная Азия)» - эксклюзивный дистрибутор продукции Thermo NITON в Казахстане и странах Центральной Азии.

Внесен в Госреестр СИ Казахстана

За дополнительной информацией, подробными характеристиками, заказом бесплатной демонстрации оборудования на Вашем предприятии, пожалуйста, обращайтесь:

тел.: +7 (727) 237 77 80,  
237 77 81

факс: +7 (727) 237 77 82

моб.: +7 777 292-64-46

info@ccsservices.kz

Портативный анализатор Niton в полевых условиях с легкостью обнаруживает зоны геохимических аномалий по Cu и Mo. Данная работа продемонстрировала, что даже метод прямого опробования неподготовленных образцов может быть использован для поиска аномалий. Также поисковые способности могут быть очень важны для геологоразведочных проектов на начальной и средней фазе для поиска буровых целей и для повышения эффективности поисковых и разведочных работ.

[www.ccsservices.kz](http://www.ccsservices.kz)  
[www.niton.kz](http://www.niton.kz)

**CCS**  
SERVICES

**Thermo**  
SCIENTIFIC