

**КОМПЛЕКС ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ, ПОВЫШАЮЩИЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛАБОРАТОРНОГО ИЗУЧЕНИЯ РУД, С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОПТИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И  
УДАЛЕННОГО МИНЕРАГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Жданов А. В., Новиков И. А., Черчик А. С., Бобков А. И.  
ФГБОУ ВПО МГРИ-РГГРУ, г. Москва

Получение цифрового изображения исследуемого объекта с 90-х годов прошлого столетия стало обычным способом ведения геологической документации. Основой инновационно-ориентированных разработок авторов стала модернизация существующих методов получения цифровых изображений, разработка новых принципов фоторегистрации минеральных образований, создание оригинального подхода к анализу изображений. Внедрение удаленного автоматизированного анализа получаемых изображений через WEB-интерфейс, позволяет отказаться от справочной информации в камеральных условиях, снижает требования к квалификации аналитика и увеличивает объективизацию данных анализа. Концепция внедрения предлагаемых технологий лабораторного исследования руд предполагает несколько уровней (от локального к глобальному): уровень лабораторного камерального инструмента, уровень лабораторного комплекса и уровень глобальной системы удаленного анализа цифровых изображений. Безусловно, что в геологоразведочном процессе кроме предлагаемых методов необходимо использовать стандартные методики изучения руд – классический минераграфический анализ, заверка полученных данных с использованием РФА или других инструментальных методов анализа.

Уровень лабораторного камерального инструмента. Разработано и внедрено (в рамках цифрового лабораторного комплекса) устройство для исследования и документации полированных шлифов в отраженном свете, а так же, для диагностики и изучения оптических свойств рудных минералов и нахождения их точных соотношений в пробе [4, 5]. Устройство, позволило проводить исследования и документацию полированных шлифов размерами до 10 см на 15 см, с достаточным динамическим диапазоном регистрирующей системы и без геометрического искажения.

На рис. 1 представлена конструкция устройства фотооптической документации полированных шлифов. Устройство работает следующим образом: полированный шлиф (9) размещается плоскостью полировки на предметном стекле устройства (6), закрепленном на светозащитном корпусе (10). По мере поступательного движения подвижной каретки

(1), посредством системы проекционных зеркал (4) и объектива (3) на CCD-матрицу (2) проецируется свет, рассеиваемый участками полированного штуфа от основного линейного осветителя (5). Аналогично, на CCD-матрицу проецируется прямой рефлекс от дополнительного источника освещения (7), проецируемого посредством оптической пластинки (8) на поверхность штуфа нормально. Контроллер CCD-матрицы (2) предает строки формируемого изображения на внешнее устройство (принтер, компьютер, медиа накопитель и т. п.).

Устройство фотооптической документации полированных штуфов позволяет: получать цифровые изображения полированных штуфов размером до 10 см на 15 см с разрешением до 1200 точек на дюйм; вычислять соотношение площадей оптически-контрастных минералов в пределах полированного штуфа с погрешностью 0,1–0,001 %<sup>об</sup>; проводить специальные морфометрические анализы (директивность, исчерченность границ и т. п.) оптически-контрастных минералов в пределах полированного штуфа.

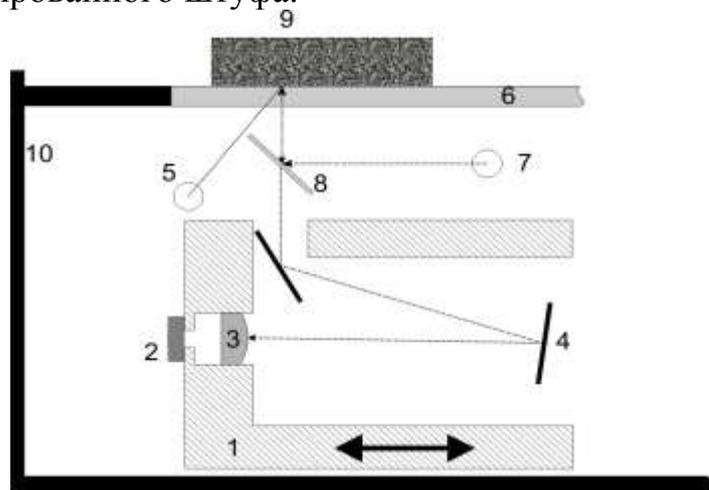


Рис.1. Принципиальная схема устройства для исследования и документации полированных штуфов в отражённом свете.

Уровень цифрового лабораторного комплекса. Лабораторный цифровой комплекс оптических свойств минералов в отражённом свете призван объединить разнообразную оптическую технику, для сбора и анализа информации, используемой при диагностике и детальном изучении оптических свойств минералов и руд в отражённом свете [5].

Опытный образец комплекса разработан и апробирован на базе минераграфической лаборатории кафедры геологии месторождений полезных ископаемых. В состав технической платформы входят оптические микроскопы, как последнего поколения (OLYMPUS-60BX), так и морально устаревшие (ПОЛАМ-Р312).

Модификация оборудования была минимальной и заключалась в установке на фото-тубус ПОЛАМ-Р312 переходника к байонетному соединению цифровой камеры Canon, и установку камеры EOS 450D. В итоге получают цифровые фотографии полированного штуфа в отраженном свете с разрешением до 620 точек на миллиметр поверхности при использовании объектива 9х. Кроме цифровых изображений, захватываемых с микроскопа, в состав комплекса вошло устройство для исследования и документации полированных штуфов в отражённом свете. Все элементы комплекса связаны единой компьютерной сетью, что позволяет централизованно накапливать и обрабатывать материал, получаемый с различных устройств.

Уровень глобальной системы удаленного анализа цифровых изображений. Создана глобальная аналитическая система, позволяющая проводить количественные измерения по цифровым фотографиям полированных штуфов в отраженном свете. Система может автоматизировать аналитические манипуляции любого количества цифровых оптических минераграфических систем конечных пользователей, имеющих подключение к сети «Интернет».

В основе системы лежит база данных по свойствам минералов в отраженном свете. Один из значимых элемент глобальной системы – электронный интерактивный справочник-определитель минералов в отраженном свете «[mineragraphy.ru](http://mineragraphy.ru)», связанный с удаленной базой данных. Сервер, поддерживающий общедоступные: интерактивную часть справочника и систему «On-line» анализа изображений, имеет возможность прямой коммутации с лабораторным цифровым оборудованием, а программное обеспечение ориентировано на экспертный лабораторный анализ.

Внедрение инновационных аналитических методик, позволяет значительно сократить расходы на лабораторные (классические физико-химические методы) при проведении рядового и специализированного опробования. Например, для изучения пространственного распределения вкрапленной минерализации (при проведении геолого-минералогического картирования природно-технологических типов оруденения), предлагается применять устройство фотооптической документации полированных штуфов [4], позволяющее количественно оценивать соотношение минеральных фаз. В свою очередь, это позволит проводить химический анализ только заверочных проб, а соотношение ведущих компонентов руд определять оптически. Для демонстрации возможностей автоматизированного морфометрического анализа были выбраны вкрапленные золото-мышьяковые руды, в которых арсенопирит нескольких генераций и пространственных

морфологических вариаций ассоциирует с самородным золотом (месторождение Оленинское, Кольский п-ов. [3]). Для этого объекта была установлена связь между содержанием золота в штучной пробе и статистическим отношением площади поверхности индивидов арсенопирита к их объему. Проведение лабораторных испытаний разработанной методики позволило добиться 97%-ной ( $p < 0,05$ ) корреляции в заверочных пробах оптической оценки содержания арсенопирита в породе с валовой оценкой (методом РФА) содержания мышьяка; что сделало возможным исключить химический анализ для 88,9 % рядовых проб и проанализировать их с помощью оригинальной методики, требующей только изготовления аншлифа.

Внедрение лабораторного комплекса, связанного через WEB-интерфейс и интернет с системой анализа минераграфических изображений позволит решить комплекс проблем, стоящих перед геологоразведочной отраслью: оптимизировать работы высококвалифицированного персонала минераграфических лабораторий за счет автоматизации процесса анализа «простых» образцов; упростить диагностику минеральных форм, с помощью устаревшего парка техники и диагностических таблиц; создать единый, постоянно пополняемый банк данных по минераграфическим свойствам руд; оперативного получения результатов полуколичественного анализа образцов в полевых условиях; обучения студентов и повышение квалификации специалистов предприятий и организаций; экспорта высокотехнологичной, инновационной продукции (аналоги разработок отсутствуют).

#### Литература

1. Бобков А. И., Новиков И. А., Черчик А. С. Применение цифровой аппаратуры при лабораторной изучении руд // Современная минералогия: от теории к практике: Материалы XI съезда РМО. Санкт-Петербург 2010. С. 99.
2. Бобков А. И., Новиков И. А., Черчик А. С. Использование цифровой аппаратуры при лабораторном изучении руд // Известия высших учебных заведений: Геология и разведка. 2011. №1. С.55–57
3. Волков А. В., Новиков И. А. Золото-сульфидное месторождение Оленинское // Геол. руд. месторождений. 2002. Т.44. №5. С. 412–424.
4. Новиков И. А., и др. Устройство фотооптической документации полированных штучков // Патент РФ на полезную модель № 105997 от 11.02.2011. Бюл. изобр. № 18.
5. Новиков И. А., и др. Лабораторный цифровой комплекс для исследования оптических свойств минералов в отраженном свете // Патент РФ на полезную модель № 109565 от 20.10.2011, Бюл. изобр. № 29.
6. Черчик А. С. Разработка методики комплексного изучения минерального состава руд с использованием лабораторного цифрового комплекса. Материалы международной научной школы молодых ученых и специалистов. Москва. ИПКОН РАН 2009. С. 81–83.

