



ФГБУ «ВИМС»



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ПОИСКОВОЙ ГЕОЛОГИИ**

**ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
МЕТОДИКИ ИНФРАКРАСНОЙ
СПЕКТРОСКОПИИ (ИКС) ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ
МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА
ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВАНИЙ НА РАННИХ СТАДИЯХ ГРР**

Березнев М.В.



ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОФИРОВЫХ И ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ СИТЕМ

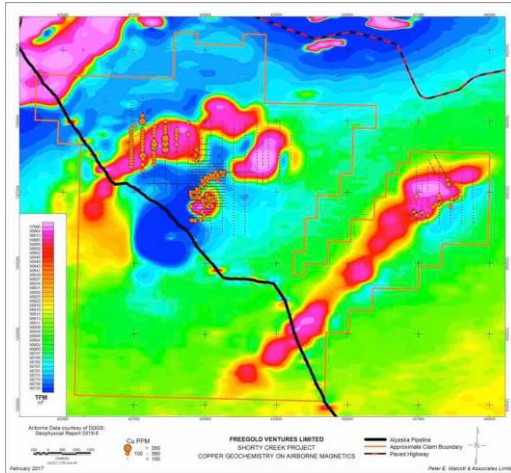
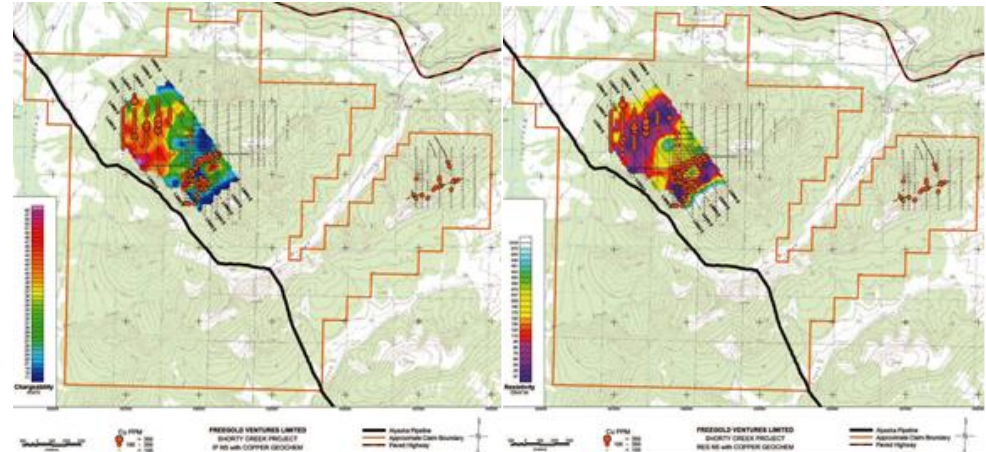


Схема совмещения почвенных аномалий Cu и Zn и аэромагнитных данных, Шорти-Крик (Аляска)



Почвенные аномалии Mo и Au, и аномалий вызванной поляризации и удельного сопротивления метода IP, Шорти-Крик (Аляска)

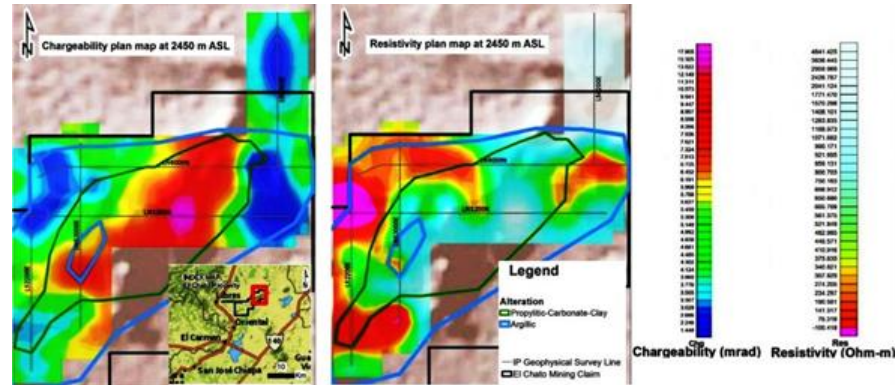


Схема совмещения аномалий методов SWIR и IP, Чато (Мексика)



ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОРФИРОВЫХ И ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ СИТЕМ

На **начальной стадии ГРР** на перспективных участках применяется *наземная почвенная геохимия* по редкой квадратной сети или ориентированным профилям и «облегченные» *аэрогеофизические съемки* в пилотируемом вертолетном или в беспилотных вариантах

На **поисковой стадии ГРР** применяются *площадные геохимические поиски*, в том числе с применением геоэлектрохимических методик, а так же экспрессный и малозатратный *метод гиперспектрального ИКС-анализа (Г-ИКС)* для выделения зон гидротермально-метасоматических изменений, связанных с рудным процессом, как на основе отбора почвенных проб, так и на основе анализа образцов пород с поверхности или из единичных скважин

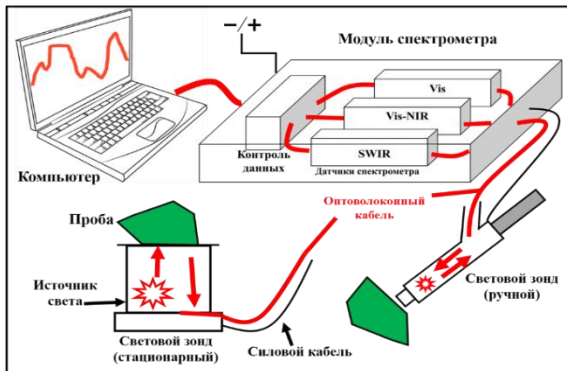
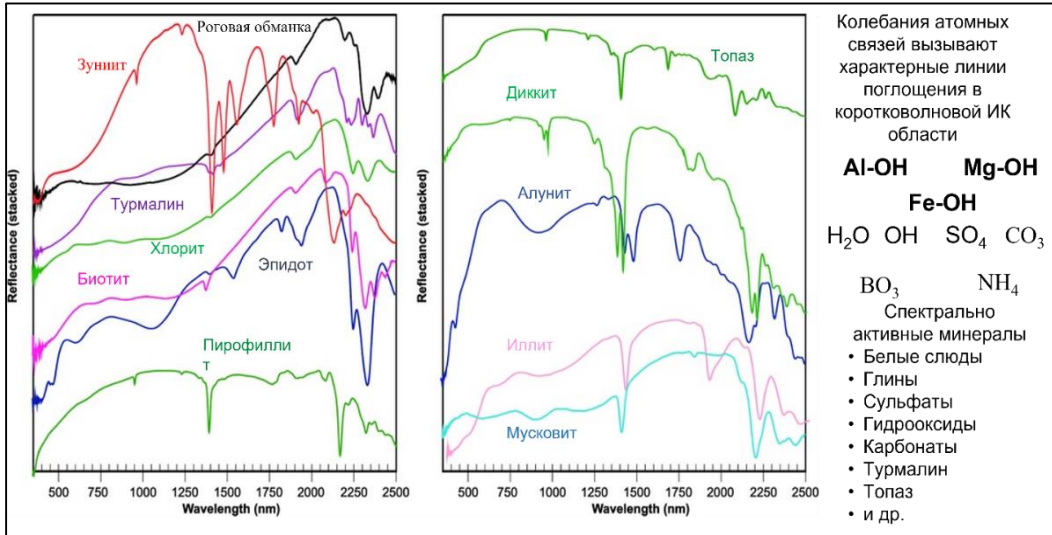
Основным методом **для получения данных о глубинном строении** является наземный электромагнитный *метод вызванной поляризации* в различных модификациях, а также более глубокие *магнитотеллурические исследования*

Комплексирование и совмещение результатов наземных методов почвенной геохимии, ИКС-анализа и электромагнитных методов позволяет получать данные **для построения предварительных геолого-геофизических 3D моделей** и локализовать дальнейшее поисковое бурение

На всех этапах, в том числе при прогнозных построениях, **для оперативной разбраковки участков по степени перспективности** применяется *анализ индикаторных минералов порфировых систем (ИМПС)*

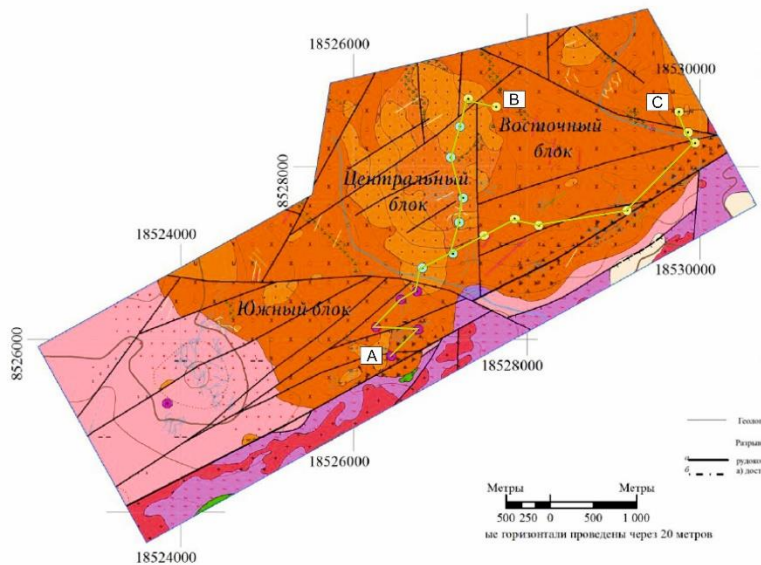
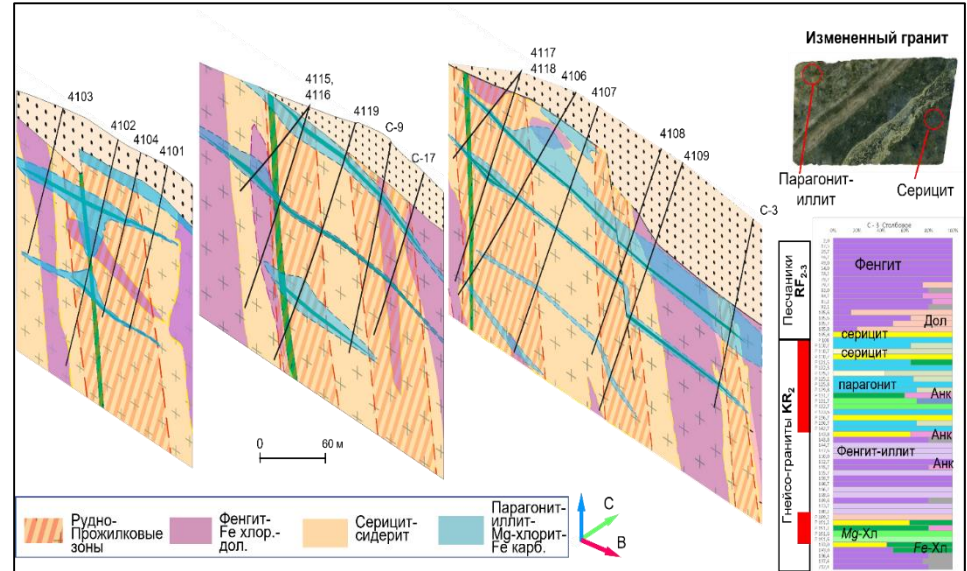
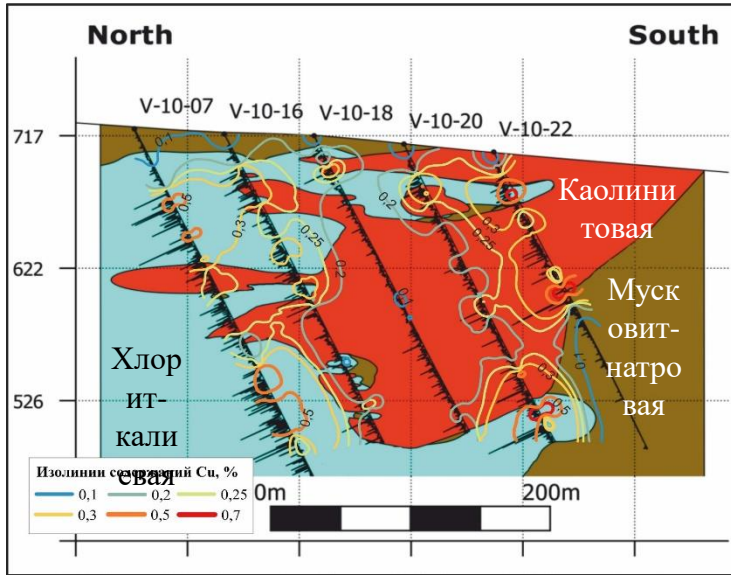


АППАРАТУРА ПРИМЕНЯЕМАЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ И МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

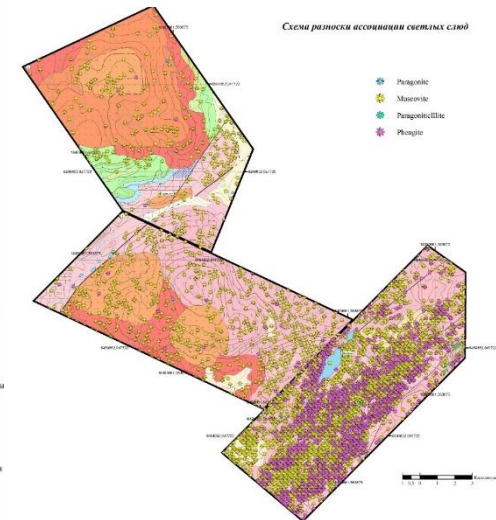




ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРТАТИВНОЙ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ В РАБОТАХ ВИМС

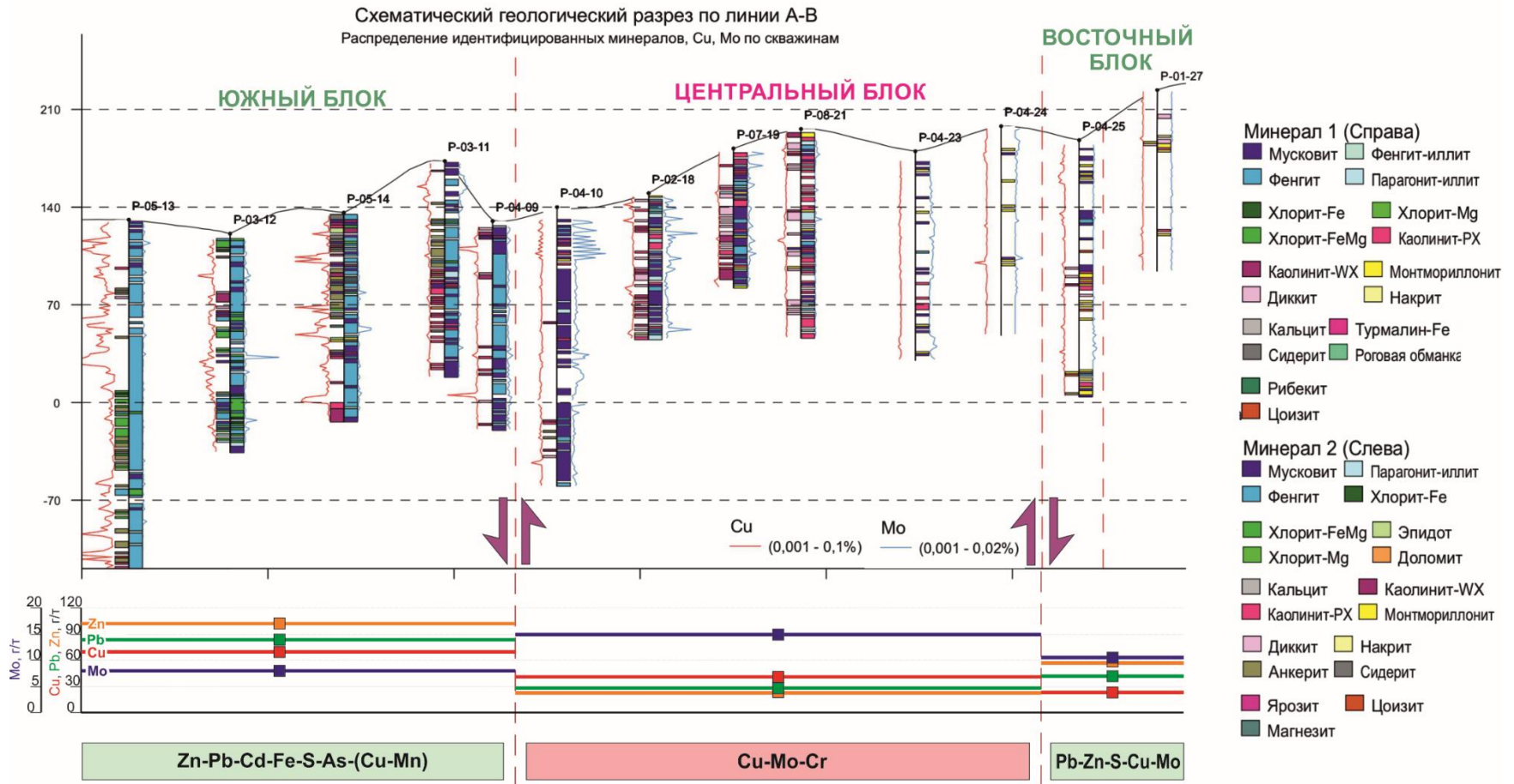


- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**
- Четвертичные образования
 - Современные воды: Аллювий русла, Галечники, валуны песка, гравийника, алевроиты. Мощность до 3 м.
 - Угренский комплекс толсто-докаристов. Дайки докаритов, габбро-докаритов
 - Пелазгийский массив: гранит-гранодиорит-гранит-порфирит-пегматитовый. Шток, малые тек. жезы, дайки
 - Третья фаза. Дайки, жезы и - гранит-порфирит (ПФ), б - метасидеритовые граниты (СФ), в - ильменит-фаза
 - Вторая фаза. Умеренно-исключительные гранит-порфиры, перспективные на выявление оруднения мезо-мелкобазальто-порфиритового с золотом и серебром типа. Первая фаза. Гранит-порфиры с мелкозернистой основной массой. Вторая фаза. Ривинитовидные гранит-порфиры.
 - Первая фаза. Первая фаза. Граниты порфиритовые крупнозернистые. Вторая фаза. Граниты порфиритовые среднезернистые. Третья фаза. Лейкограниты.
 - Сивинский комплекс пегматитовый. Пегматиты средне-крупнозернистые мелкоугольчатые
 - Жанковская толща. а) Нерасчлещенная, б) метасидериты, метасидериты кластер-кварцевые, известняки кварцевые, известняки докаритовые кварцевые; в) сланцы по метатифу близким, метаффу тина. Мощность 1000-1200 м.
 - Федоскинский метаморфический комплекс. а) кристаллические сланцы, амфиболиты, кварцы, кварциты, б) гнейсы, в) метабазиты, протосланцы
 - Результаты тепло-серный пород кварц-плагиоклаз-сульфидного состава с порфировой структурой и элементарно-серы актинолизированных, хлоридированных докаритов.
- Геологические границы соседнего залегания
- Разрывные нарушения
- рудно-прожилковые (Дорожниковский глубинный разрыв): а) - - - - - а) - - - - - б) - - - - - б) - - - - -
- опережения в образе, образе а) - - - - - б) - - - - -



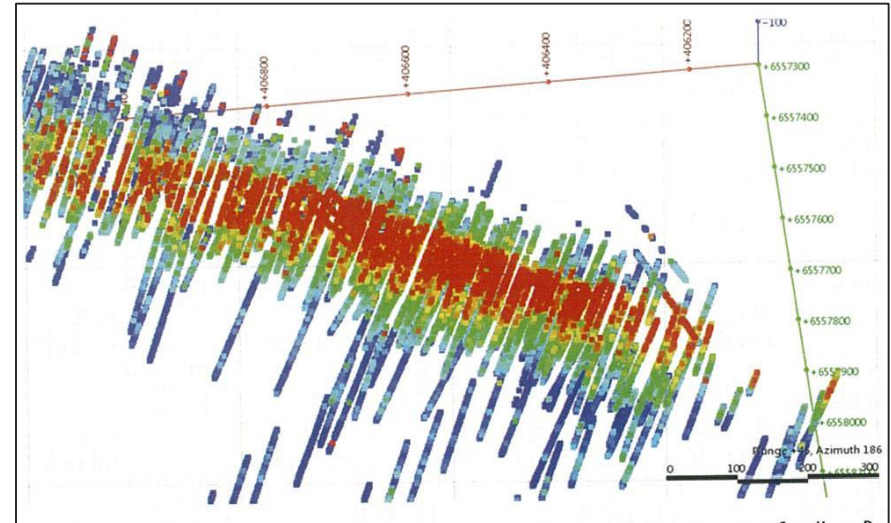
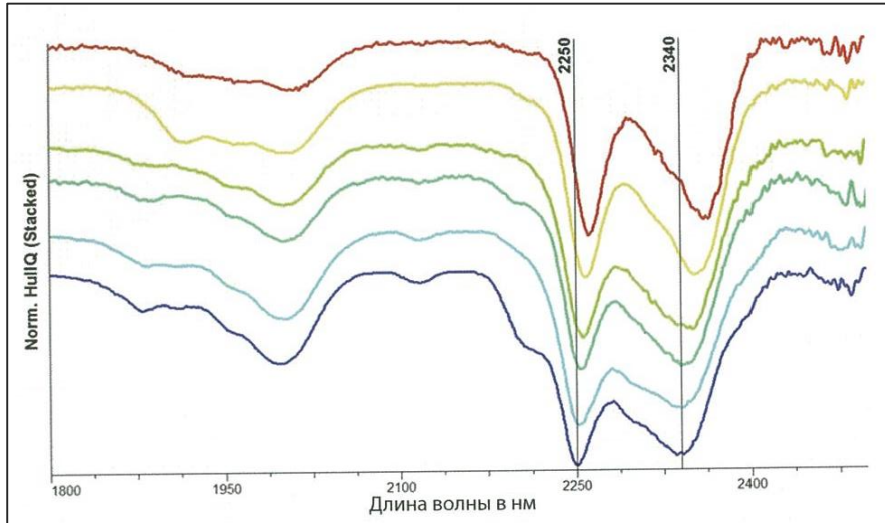


РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ПОРТАТИВНОЙ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ И ГЕОХИМИИ ПО ПОР НА ПОИСКОВЫХ ПЛОЩАДЯХ

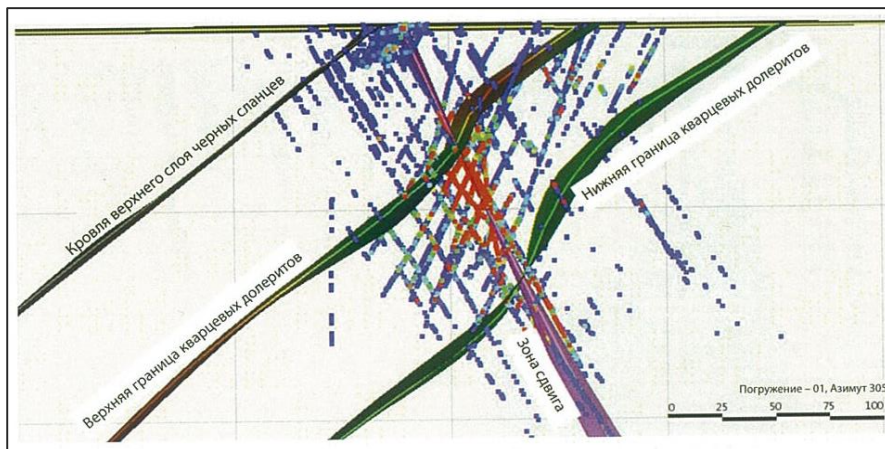




ТРЕХМЕРНОЕ ВЕКТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ОСНОВАНИИ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ (Месторождение Солт-Крик)



Сравнение спектров хлорита, демонстрирующих характерные полосы поглощения 2250 и 2340 нанометров.



Распределение точек окрашенных в соответствии со смещением, и распределение содержаний золота. Точки керновых проб окрашены по содержаниям золота от < 0.2 , до > 2.0 ppm.



СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИРА (LING ZUO ET AL. 2022)

Месторождение	Полоса поглощения	Проксимальная минерализация	Автор	Месторождение	Полоса поглощения	Проксимальная минерализация	Автор
Тулу, Cu-порфировое	Al-OH; Fe-OH	Pos2200<2206; Pos2250: long	Yang et al. (2005)	Izok Lake, VMS	Al-OH; Fe-OH	Pos2200: long; Pos2250: long	Laakso et al. (2015)
Тулу, Cu-порфировое	Fe-OH	Pos2250: 2260–2265	Lian et al. (2005)	Honghai, VMS	Al-OH	Pos2200: short	Huang et al. (2018)
Niansun, Cu-порфировое	Al-OH; H ₂ O	Pos2200<2203; IC>1.6	Yang et al.(2012)	Tonglvshan, Cu-Fe-Au скарновое	Fe-OH	Pos2250: long	Li et al. (2020)
Pebble, Cu-Au-Mo-порфировое	Al-OH	Pos2200<2210	Harraden et al. (2013)	Tonglvshan, скарновое	Fe-OH	Pos2250>2253	Zhang et al. (2017)
Xinan, Cu-Mo-порфировое	Al-OH; H ₂ O	Pos2200>2203; IC>2.1	Xu et al. (2017)	Jiguanzui, Cu-Au скарновое	Al-OH; Fe-OH	Pos2200>2209; Pos2250: long	Tian et al. (2019)
Xiaokelehe, Cu-Mo-порфировое	Fe-OH; H ₂ O	Pos2250>2245; IC<0.8	Feng et al. (2019)	Tonglvshan, Cu-Fe-Au скарновое	Al-OH; Fe-OH; Sub-Al-OH	Pos2200>2212 or <2202; Pos2250>2250; Pos2170>2170	Zhang et al. (2020)
Tongshankou, Cu-Mo порфирово-скарновое	Fe-OH	Pos2250>2251	Han et al. (2018)	Edong, Cu-Mo-W скарн-порфировое	Al-OH; Fe-OH; Sub-Al-OH	Pos2250>2253; Pos2170>2170; Pos2200>2212 or<2202	Chen et al. (2019)
Fukeshan, Cu-порфировое	Al-OH; H ₂ O	IC: large	Li et al. (2020a)	Zhengguang, Au-Zn эпитеpmальное	Al-OH; H ₂ O	Pos2200: long; IC>2.0	Wang et al. (2021)
Demingding, Cu-Mo-порфировое	Al-OH; H ₂ O	Pos2200<2205; IC>1.0	Ren et al. (2020)	Sinongduo, Ag-Pb-Zn эпитеpmальное (low sulfidation)	Al-OH; H ₂ O	IC: 0.7–1.0	Guo et al. (2020)
Laowangou, Au-порфировое	Al-OH	Pos2200>2210; IC>1.2	Xiao et al. (2021)	Gangcha, Au (минерализованные зоны)	Al-OH; H ₂ O	IC: 5.5–5.7	Peng et al. (2016)
Qulong, Cu-Mo-порфировое	Fe-OH	Pos2250: long	Xue et al. (2021)	Ganzhuershande, Ag-Pb-Zn (минерализованные зоны)	Al-OH; H ₂ O	IC: large	Liu and Liu (2016)
Rosebery, VMS	Al-OH	Pos2200<2200	Herrmann et al. (2001)	Xincheng, Au	Al-OH; H ₂ O	Pos2200 ‡ 2205; IC>1.2	Shao et al. (2021)
Myra Falls, VMS	Al-OH; Fe-OH	Pos2200<2204; Pos2250: 2238–2252	Jones et al. (2005)				

Pos2200 (nm): Al-OH положение линии поглощения, Pos2250 (nm): Fe-OH положение линии поглощения, Pos2170 (nm): Sub Al-OH положение линии поглощения; IC: кристалличность иллита



КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МУЛЬТИСПЕТРАЛЬНЫХ И ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ASTER И ПОРТАТИВНЫХ ИКС ПРИ КАРТИРОВАНИИ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

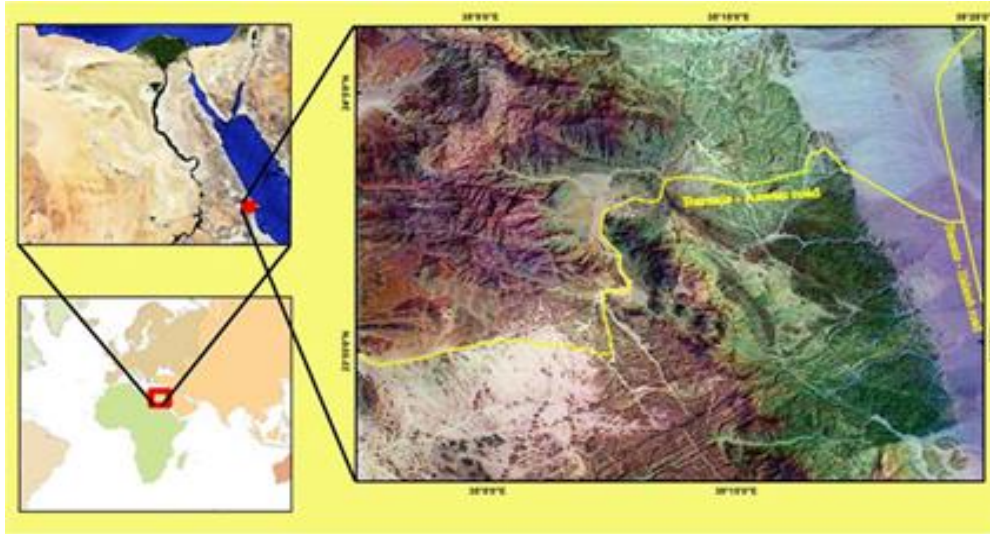


Схема расположения района исследований и его спектрональный снимок

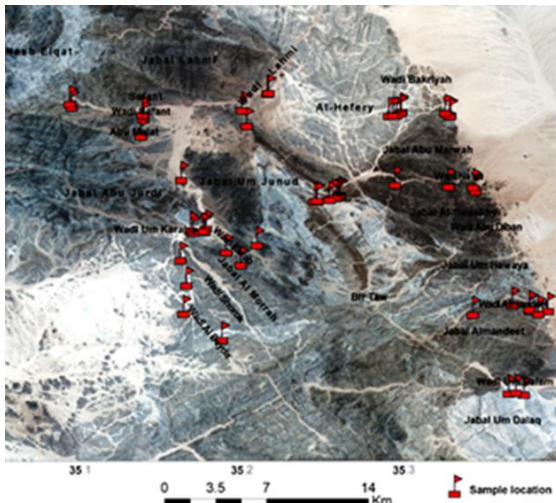
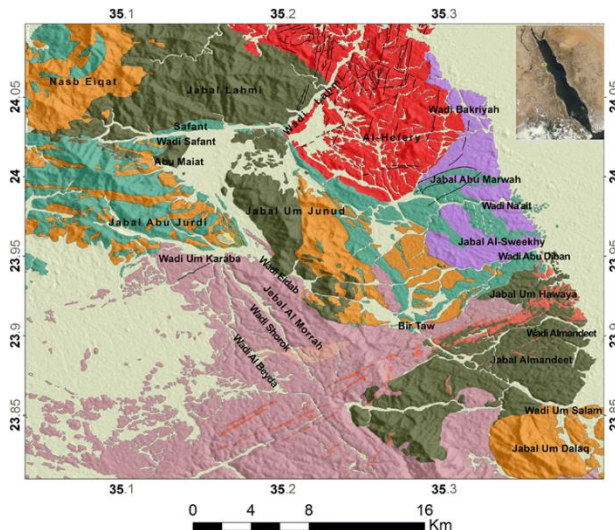


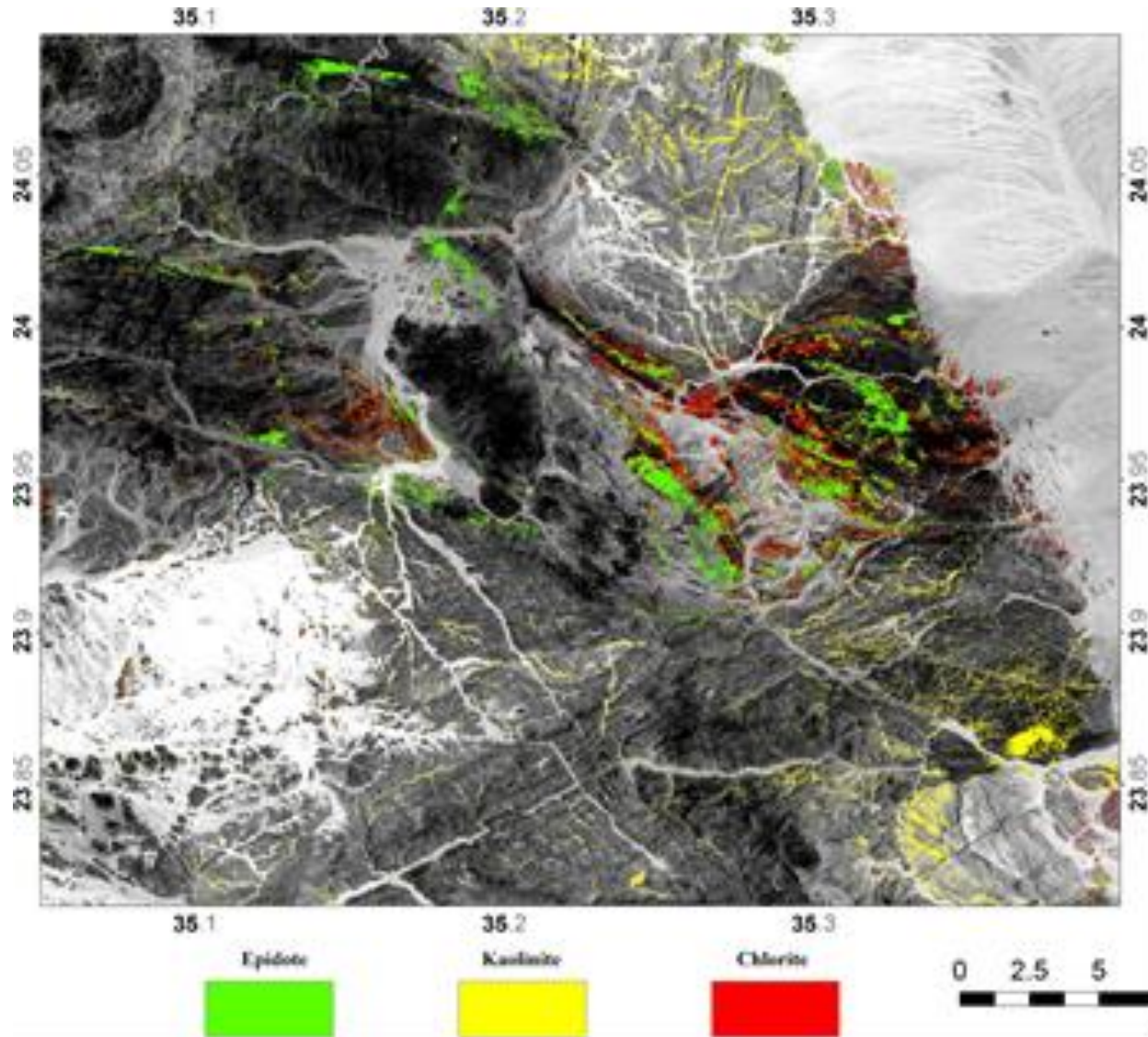
Схема сбора эталонных образцов



Геологическая карта района работ построенная на основе анализа данных



КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МУЛЬТИСПЕТРАЛЬНЫХ И ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ASTER И ПОРТАТИВНЫХ ИКС ПРИ КАРТИРОВАНИИ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ



Каолинит, хлорит и эпидот – доминирующие минералы гидротермальных изменений. Используя эталонные спектры спектральной библиотеки USGS, устройство отображения спектрального угла (SAM) в качестве контролируемого метода классификации удалось картировать зоны изменений в исследуемом районе



ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОИСКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Для большинства видов порфировых систем, мировым геологическим сообществом разработаны четкие *критерии, методики и рациональные комплексы ГРР*. В отечественной практике также активно разрабатываются и внедряются современные методические подходы

Одну из ведущих ролей при поисках и оценке порфировых систем играют методики *минералогического картирования гидротермально-метасоматических изменений и анализа индикаторных минералов порфировых систем*, а кроме того прецизионные геохимические методы

Гиперспектральная ИК-спектроскопия позволяет на ранних этапах *разбраковывать перспективные участки* по степени эрозионного среза и устанавливать метасоматическую зональность. На более поздних этапах Г-ИКС позволяет оперативно и с малыми затратами *выделить в пределах объекта рудно-метасоматическую зональность и определить безрудные участки*, а так же *разделить рудные по группам содержаний*

Исходя из всех факторов технологии минералогического картирования являются одним из наиболее перспективных направлений при поисках и оценке объектов порфирового, эпитеpmального, скарного типов и типа «несогласия», а их комплексирование с современными методами геофизических и геохимических исследований значительно повышают достоверность прогнозирования последующих стадий ГРР



ФГБУ «ВИМС»



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ПОИСКОВОЙ ГЕОЛОГИИ**

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**