

УДК 551.24:550.814:629.78(571.56)

ПОЗИЦИЯ И ТЕКТОНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ УРЯХСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ПО ДАННЫМ ДЕШИФРИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Ананьев Ю.С., Поцелуев А.А., Житков В.Г.

Томский политехнический университет, Томск, e-mail: AnanyevYS@ignd.tpu.ru

Выполнены обработка и дешифрирование современных спектрально-разномасштабных данных космических систем Landsat, Aster, Spot, Ikonos и цифровых моделей рельефа SRTM и AsterGDEM на площадь Уряхского рудного поля. Показана региональная позиция рудного поля, которая определяется межлинзовым пространством тектоно-метаморфической зоны. Показана высокая эффективность космических съемок Ikonos для уточнения элементов геологического строения рудного поля. Установлена виргация швов Сьюльбанского разлома в южном направлении. Впервые выделена сеть субширотных разрывных нарушений, определяющих клавишное строение рудного поля. Закартированы различные структурно-морфологические типы рудной минерализации, сделан прогноз золотого оруденения рудного поля.

Ключевые слова: космоматериалы, тектоно-метаморфические зоны, Сьюльбанская зона разломов, золотое оруденение

POSITION AND TECTONIC STRUCTURES URYANSKOGO ORE FIELD BASED ON INTERPRETATION OF MODERN REMOTE SENSING

Ananyev Y.S., Pocoluev A.A., Zhitkov V.G.

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: AnanyevYS@ignd.tpu.ru

The materials of different space systems Landsat, Aster, Spot, Ikonos and digital elevation models SRTM and AsterGDEM were prepared and interpreted on Uryah ore field. Shows the regional position of the Uryah ore field, which is determined tectonic-metamorphic zone. The high efficiency of Ikonos satellite surveys to clarify elements of the geological structure of the ore field. Set virgation seams Syulban fault to the south. First identified a series of east-west trending faults that define the structure of the ore field keyboards. Mapped various structural and morphological types of mineralization, the forecast of gold mineralization of the ore field.

Keywords: remote sensing data, tectonic-metamorphic zone, Syulban fault zone, gold mineralization

Последние два десятилетия в практику геолого-разведочных работ стали широко внедряться данные полученные с искусственных спутников Земли. Современные цифровые данные дистанционных съемок характеризуются широким спектральным диапазоном, требуемой детальностью и обзорностью, возможностью математической обработки в геоинформационных системах. Дешифрирование таких специально обработанных материалов позволяет по новому взглянуть на рудоносные площади, показать закономерности их пространственного размещения и развития, внутреннего строения, выявить перспективные площади.

В основу статьи положены материалы, полученные при обработке и дешифрировании современных спектрально-космических снимков Landsat, Aster, Spot, Ikonos и цифровых моделей рельефов радарных систем SRTM и AsterGDEM площади Уряхского рудного поля, расположенного в пределах Сьюльбанской золоторудной зоны.

Сьюльбанская зона глубинных разломов протягивается в север-северо-западном направлении и представляет собой серию субпараллельных швов общей мощностью 5...7 км [2–4]. Глубинный разлом делит

вмещающий субстрат на два блока – восточный и западный. В восточном блоке обнажаются углеродистые метатерригенные и метакarbonатные породы патомской серии рифея. В западном блоке располагаются метавулканы муйской серии рифея, которые прорваны штоками позднерифейского муйского габбро-таналит-плаггиогранит-гранитного комплекса. Вмещающие породы метаморфизованы в условиях зеленосланцевой и амфиболитовой фаций [1], а в зоне Сьюльбанского глубинного разлома преобразованы в разнообразные по составу динамосланцы и подвержены метасоматическим изменениям листовит-березитового типа с сопряженным золотым оруденением. Золоторудная минерализация представлена двумя морфологическими типами – жильным и прожилково-вкрапленным. Жильный тип располагается непосредственно в осевой зоне Сьюльбанского разлома и представлен многочисленными кварц-карбонатными жилами. Продуктивная золото-сульфидная минерализация в таких жилах встречается спорадически и тяготеет к призальбандовым участкам. Прожилково-вкрапленный тип оруденения сопровождается углеродизацией и березитизацией вмещающих пород

и тяготеет к зонам дробления и повышенной трещиноватости в зоне Сюльбанского разлома.

Материалы и методы исследования

Обработка исходных данных, анализ, последующее дешифрирование космоматериалов и моделирование геологических и рудных систем выполнены в соответствии с методическими рекомендациями и подходами [5]. Интерпретация полученных данных проводилась с использованием доступных геологических материалов.

Методика подобных исследований подразумевает проведение дешифрирования в различных масштабах – от региональных к детальным. Такой подход позволяет установить крупные системы на первом этапе, а затем выявить их взаимоотношения, особенности внутреннего строения и развития [5]. В связи с этим на первом этапе по материалам регионального уровня генерализации Landsat, Aster, Spot установлены закономерности размещения Уряхского рудного поля в региональных структурах, а на втором этапе по данным детальным съемкам Ikonos выявлены элементы его строения.

Результаты исследования и их обсуждение

Модель геологического строения северного фланга Сюльбанской золоторудной зоны по данным дешифрирования космических снимков регионального уровня генерализации приведена на рис. 1.

В пределах изученной площади отчетливо выделяются следующие тектонические структуры: «тектонические» линзы, деформационно-метаморфические зоны, северо-восточные сдвиговые разрывные нарушения и осложняющие линейные структуры.

В целом, исследуемая территория представляет собой тектоно-метаморфическую зону смятия и дробления северо-западного простирания с широко развитыми дизъюнктивными и пликативными нарушениями. Необходимо отметить, что мощность зоны смятия весьма значительна, а ее границы располагаются далеко за пределами изученной площади.

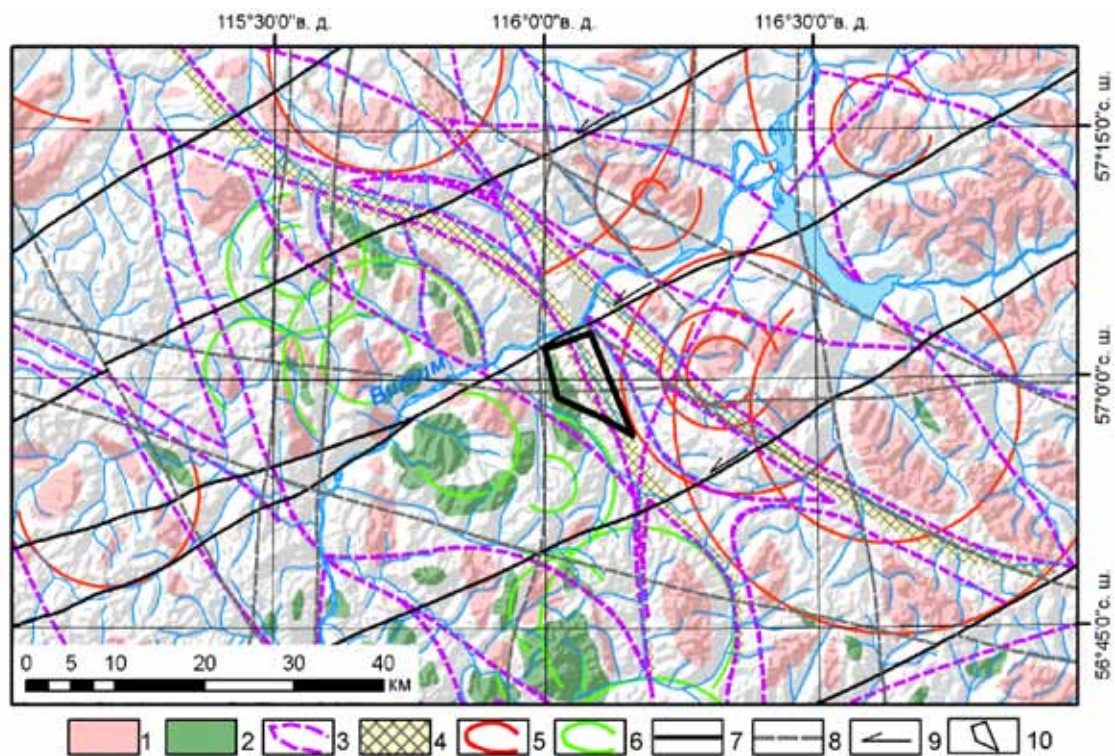


Рис. 1. Положение Уряхского рудного поля в региональных тектонических структурах: 1 – интрузии преимущественно кислого состава; 2 – эффузивы преимущественно основного состава; 3 – «тектонические» линзы; 4 – деформационно-метаморфические зоны; 5 – 6 – кольцевые структуры: 5 – плутоногенные; 6 – вулканогенные; 7 – северо-восточные сдвиговые разрывные нарушения; 8 – основные осложняющие нарушения; 9 – кинематические особенности разрывных нарушений; 10 – контур Уряхского рудного поля

Тектонические линзы входят в состав тектоно-метаморфической зоны смятия и представляют собой жесткие тектонические блоки. Они имеют линзовидно-свилеватую форму и ориентированы в северо-западном направлении и, тем самым, подчеркивают генеральное направление зоны смятия. Размеры таких линз лежат в пределах от 20 до 90 км по длинной оси и от 3 до 36 по короткой. Они сложены преимущественно кислыми изверженными породами, коровые очаги которых отчетливо фиксируются системами кольцевых и дуговых структур. Подобное линзовидно-свилеватое строение тектоно-метаморфических зон смятия характерно для коллизионных структур [6–7].

Деформационно-метаморфические зоны пространственно и генетически связаны с транспрессивным формированием тектоно-метаморфической зоны смятия и выполняющим межлинзовое пространство. В традиционном понимании они отвечают зонам глубинных разломов. В вещественном отношении такие зоны сложены динамосланцами, катаклазитами и милонитами. Мощность деформационно-метаморфических зон от 1,5 до 3 км.

Северо-восточные сдвиговые разрывные нарушения осложняют строение тектоно-метаморфической зоны в целом и являются сопряженными структурами, сформированными в условиях транспрессивных деформаций. По морфологии они отвечают левым сдвигам.

Положение Уряхского рудного поля в выделенных структурах определяется деформационно-метаморфической зоной, в области ее сопряжения с северо-восточными, субширотными и субмеридиональными разрывными нарушениями, во внешней части плутоногенной кольцевой структуры диаметром 27 км.

Модель геологического строения Уряхского рудного поля, по данным дешифрирования спектрозонального снимка Ikonos, приведена на рис. 2. Анализ полученной модели позволяет говорить о том, что в геологическом строении рудного поля принимают участие стратифицированные комплексы, прорванные дайками плагиогранитов, разбитые сетью разноориентированных разрывных нарушений и подверженные метасоматическим преобразованиям.

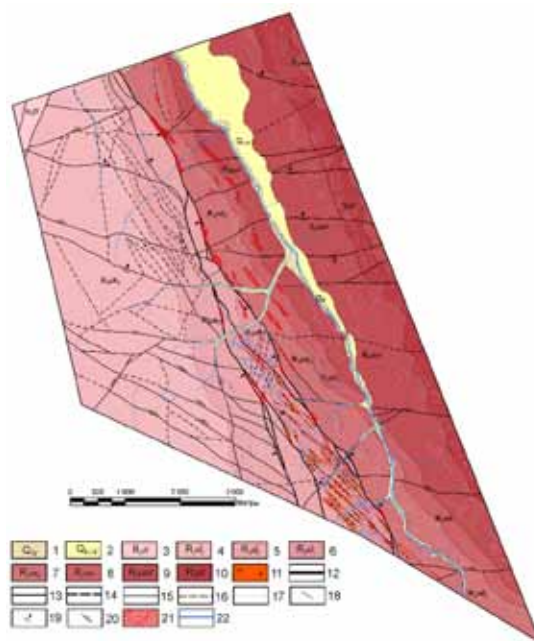


Рис. 2. Модель геологического строения Уряхского золоторудного поля по данным дешифрирования спектрозонального снимка Ikonos:

1 – пойменные отложения; 2 – террасовые отложения речных долин; 3 – челолекская свита; 4–6 – усть келянская толща: 4 – верхняя пачка; 5 – средняя пачка; 6 – нижняя пачка; 7–8 – водораздельная свита: 7 – средняя подсвита; 8 – нижняя подсвита; 9 – усть-уряхская свита; 10 – уряхская свита; 11 – дайки плагиогранитов талаинского комплекса; 12–14 – разрывные нарушения: 12 – главные (Сюльбанский разлом); 13 – второстепенные дешифрируемые; 14 – предполагаемые; 15–17 – геологические границы: 15 – дешифрируемые; 16 – предполагаемые; 17 – частные элементы сланцеватости; 18–20 – элементы залегания: 18 – сланцеватости; 19 – наклонных дизъюнктивов; 20 – субвертикальных дизъюнктивов; 21 – участки предполагаемого развития локальных березитов; 22 – линеаменты с предполагаемым развитием кварцево-жильной минерализации

При дешифрировании стратифицированных комплексов в качестве эталонных объектов приняты данные геологической карты, составленной В.К. Черепановым (1982). Следует отметить, что стратиграфические подразделения рудного поля контрастно различаются в материалах Ikonos, особенно в зеленом, красном и ближнем инфракрасном диапазонах (табл. 1).

Результаты дешифрирования стратифицированных комплексов показывают, что породы муйской серии занимают западную часть рудного поля, а патомской – восточную, что подтверждает данные предше-

ственников. Контакт между этими подразделениями тектонический. Спектральные отличия стратифицированных подразделений от серий до пачек показывают высокую информативность материалов Ikonos в составлении детальных схем дешифрирования данной территории вплоть до масштаба 1:10000.

Фиксируется преимущественно северо-западное простирание стратифицированных комплексов, на основании падения которых картируется антиформная структура в восточной части площади, западное крыло которой осложнено линейной складчатостью более высокого порядка.

Спектральные яркости стратифицированных образований в материалах Ikonos (радиометрическое разрешение приведено к 8 bit/пиксел)

Стратифицированные подразделения		Значения пикселей в каналах Ikonos, *				
		Синий (450-520 мкм)	Зеленый (520-610 мкм)	Красный (640-720 мкм)	Ближний ИК (770-880 мкм)	
Современные аллювиальные отложения, галечники, валунники		$\frac{34-69}{50,2}$	$\frac{44-93}{76,3}$	$\frac{34-79}{58,9}$	$\frac{68-216}{140}$	
Верхне-среднечетвертичные отложения нерасчлененные. Водноледниковые пески, галечники, валунники, суглинки		$\frac{25-65}{44,6}$	$\frac{27-75}{53,3}$	$\frac{19-71}{45,2}$	$\frac{80-190}{137}$	
Муйская серия	Челюкская толща. Микростриктал-литические амфиболовые сланцы, гнейсы, амфиболиты	$\frac{22-58}{36}$	$\frac{25-66}{48,9}$	$\frac{17-60}{39,1}$	$\frac{61-114}{88,7}$	
	Усть-келянская толща	Третья пачка. Переслаивание метаэффузивов основного и среднего составов	$\frac{26-43}{34,4}$	$\frac{18-34}{26,8}$	$\frac{17-34}{24,8}$	$\frac{20-32}{25,5}$
		Вторая пачка. Переслаивание метаэффузивов основного и среднего составов	$\frac{35-54}{42}$	$\frac{31-57}{37,2}$	$\frac{27-55}{33,1}$	$\frac{29-63}{32,8}$
		Первая пачка. Переслаивание метаэффузивов основного, среднего и кислого составов	$\frac{25-49}{37,8}$	$\frac{27-60}{41,9}$	$\frac{26-62}{40,6}$	$\frac{30-116}{52,1}$
Патомская серия	Водораздельная свита	Средняя подсвита. Сланцы филлитовидные с прослоями мраморизованных известняков	$\frac{25-51}{37,5}$	$\frac{35-60}{48,8}$	$\frac{28-55}{42,4}$	$\frac{77-137}{108,3}$
	Нижняя подсвита. Кварцитовидные песчаники с прослоями сланцев, мраморизованных известняков	$\frac{24-77}{55,8}$	$\frac{24-105}{75,0}$	$\frac{23-98}{68,1}$	$\frac{69-246}{178,6}$	
Патомская серия	Усть-уряхская свита. Известняки мраморизованные, иногда углистые, в переслаивании со сланцами углисто-слюдисто-известково-кварцевыми.	$\frac{12-69}{36,8}$	$\frac{16-90}{46,1}$	$\frac{11-83}{41,1}$	$\frac{43-221}{117}$	
	Уряхская свита. Известняки черные, кристаллические в переслаивании со двуслюдяно-кварцевыми сланцами. Горизонты кристаллических известняков	$\frac{23-55}{36,2}$	$\frac{33-70}{49,6}$	$\frac{24-68}{46,5}$	$\frac{59-136}{94,2}$	

*Примечание. Числитель – минимальное и максимальное значения, знаменатель – среднее.

На территории рудного поля преобладают разрывные нарушения северо-западного и субширотного простирания. Главной линейной структурой тектонического происхождения является Сьюльбанский разлом северо-западного простирания. Он формировался в условиях сжатия и отвечает сколовым структурам.

В северной части площади разлом уверенно дешифрируется одиночным швом, который в юго-восточном продолжении испытывает виргацию. В северной части площади отчетливо дешифрируется юго-западное падение практически всех швов разлома, в центральной – вертикален, а в южной – разлом выкручивается и приобретает крутое северо-восточное падение. В тоже время, западный шов разлома на всем своем протяжении имеет крутое юго-западное падение. Разрывные нарушения северо-западного простирания образуют линзовидный рисунок и отражают общий линзовидно-свилеватый характер развития деформаций в зоне Сьюльбанского глубинного разлома на детальном уровне генерализации. Такой характер развития тектонических структур свидетельствует о кластическом течении вещества в зоне разлома и о преобразовании вмещающих пород в тектоносланцы, что подтверждается наземными наблюдениями [2–3].

Следующими по значению разрывными нарушениями являются субширотные структуры, неравномерно развитые в восточной и западной частях рудного поля. Причина такого проявления разрывной тектоники – различные механические свойства вмещающих пород: в восточной части – некомпетентная карбонатно-сланцевая толща, а в западной преимущественно «хрупкая» вулканогенная толща. По морфологическим особенностям эти структуры, вероятно, отвечают взбросо-сдвигам, формировались одновременно с зоной Сьюльбанского разлома и определяют клавишное строение площади. Падение этих структур преимущественно северное, северо-восточное и субвертикальное.

Проявления потенциально рудной минерализации отчетливо фиксируется в разномасштабных материалах дистанционных съемок. Так, по линейно-штриховым зонам выделены участки с предполагаемым развитием кварцево-жильной минерализацией, а по спектральным характеристикам космоматериалов Aster – предполагаемые тела метасоматитов березитового профиля. Особенности распределения различных морфологических типов потенциального оруденения позволяет констатировать следующее: вся рудная минерализация располагается в зоне влияния Сьюльбанского разлома не далее 850 м от его швов; различные

морфологические типы располагаются зонально – на северном фланге развиты преимущественно прожилково-вкрапленные тела в березитах, а на южном, в области виргации основного шва, жильное. Представляется, что оруденение в пределах рудного поля можно ожидать вдоль всей зоны Сьюльбанского разлома, причем в северной части поля следует ожидать преимущественно прожилково-вкрапленный тип в березитах, а в южной части – преимущественно жильный кварц-золото-сульфидный тип.

Выводы

- Проведенные исследования позволили:
- показать высокую эффективность использования материалов Ikonos на стадии поисково-оценочных работ в Сьюльбанской зоне разломов и различную информативность спектральных каналов;
- выявить закономерности расположения Уряхского рудного поля в региональных тектонических структурах, обусловленное его положением в межлинзовом пространстве тектоно-метаморфической зоны;
- уточнить геологическое строение рудного поля: показать виргацию швов Сьюльбанского разлома южном направлении; впервые закартировать серию субширотных дизъюнктивных нарушений, определяющих клавишное строение рудного поля;
- закартировать различные типы рудной минерализации и установить закономерности его пространственного распределения;
- сделать локальный прогноз на различные морфологические типы оруденения.

Список литературы

1. Зорин Ю.А. Мазукабзов А.М., Гладкочуб Д.П., Донская Т. В., Пресняков С. Л., Сергеев С. А. Силурийский возраст главных складчатых деформаций рифейских отложений Байкало-Патомской зоны // Доклады РАН. – 2008. – № 2 (423). – С. 228–233.
2. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю. Структурно-динамические режимы образования золото-сульфидно-кварцевой минерализации в Сьюльбанской золоторудной зоне (бассейн среднего течения р. Витим) Ч. 1. Каралонское рудное поле // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – № 1 (318). – С. 29–35.
3. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю. Структурно-динамические режимы образования золото-сульфидно-кварцевой минерализации в Сьюльбанской золоторудной зоне (бассейн среднего течения р. Витим) Ч. 2. Уряхское рудное поле // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – № 1 (320). – С. 19–27.
4. Марченко А.Г., Ильченко В.О., Морозов М.В., Моралев Г.В. Выявление и интерпретация разноранговых АГХП золоторудных объектов на примере Уряхской площади // Разведка и охрана недр. – 2013. – № 8. – С. 37–41.
5. Поцелуев А.А., Ананьев Ю.С., Житков В.Г., Назаров В.Н., Кузнецов А.С. Дистанционные методы геологических исследований, прогноза и поиска полезных ископаемых (на примере Рудного Алтая). – Томск: СТТ, 2007. – 228 с.
6. Чиков Б.М. Введение в физические основы статической и динамической геотектоники. – Новосибирск: ГЕО, 2011. – 299 с.
7. Чиков Б.М., Зиновьев С.В., Деев Е.В. Мезозойско-кайнозойские коллизионные структуры Большого Алтая // Геология и геофизика. – 2008. – № 5 (49). – С. 426–438.