

УДК 551.411(575.5)

## КОСМОСТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗААНГАРСКОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

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

Томский политехнический университет

E-mail: AnanyevYS@ignd.tpu.ru

*Изучены космоструктуры заангарской части Енисейского кряжа по материалам мультиспектральных космических систем Modis и Landsat ETM+. Выделены четыре системы кольцевых структур первого порядка, интерпретируемые как глубинные очаги гранитизации. Показаны закономерности размещения золотого оруденения в космогеологических структурах. Выделенные разноранговые космогеологические структуры находят отражение в аномальных структурах геохимических полей.*

### **Ключевые слова:**

*Енисейский кряж, космоматериалы, кольцевые структуры, линейные структуры, гранитизация, золоторудные объекты.*

### **Key words:**

*Yenisei ridge, cosmic materials, linear structures, ring structures, granitization, gold deposits.*

### **Введение**

Енисейский кряж получил известность как золоторудная провинция в 30–40 гг. XIX в. Здесь были открыты и разрабатывались богатейшие россыпи по р. Енашимо, Удерей и др. В настоящее время основным объектом золота являются коренные золото-сульфидное, золото-кварцево-сульфидное и золото-кварцевое месторождения, такие как Олимпиадинское, Советское, Эльдорадо, Васильевское и др.

### **Геологическое строение и минералогия**

В структурном отношении Енисейский кряж состоит из двух элементов – Ангарско-Канского выступа архея и нижнего протерозоя и заангарского байкальского складчатого сооружения (рис. 1). Граница между ними приурочена к зоне крупного субмеридионального глубинного разлома, совпадающего с долиной р. Ангары.

Складчатые сооружения Забайкальской части Енисейского кряжа состоят из узких антиклинорий и достаточно широких синклинориев. В центральной части складчатой области расположено куполовидное поднятие, где обнажаются наиболее древние нижнепротерозойские толщи тейской серии, представленные гнейсами, амфиболитами, кварцитами и мраморами. Отложения тейской серии смяты в линейные складки и прорваны гранитоидами. Верхи протерозоя сложены кварцитами, мраморами, метабазитами, сланцами и отнесены к протоплатформенному чехлу [1]. В период с раннего до низов позднего рифея на территории заангарской части сформированы сухопитская (существенно терригенная) и тунгусикская (терригенно-карбонатная) серии. Серии разделены перерывом в осадконакоплении с формированием континентальных кор выветривания и гранитоидными инъекциями. Формирование тунгусикской серии завершилось складчатостью, орогенезом и внедрением батолитовых гранитоидов. Более молодые (верхнерифейские, вендские и кембрийские) отложения залегают на подстилающих несогласно и, в настоя-

щее время, сохранились на территории заангарской части Енисейского кряжа в грабенах и впадинах.

Традиционно, в металлогеническом районировании выделяют Вельминскую, Центрально-Енисейскую (Татарско-Ишимбинскую) и Приенисейскую металлогенические зоны [3, 4]. В отношении золотого оруденения наиболее изучена и перспективна Центрально-Енисейская зона. В ее пределах выделяют Южно-Енисейский, Ерудинский, Северо-Енисейский и Вороговский рудные районы [3].

### **Методика обработки материалов**

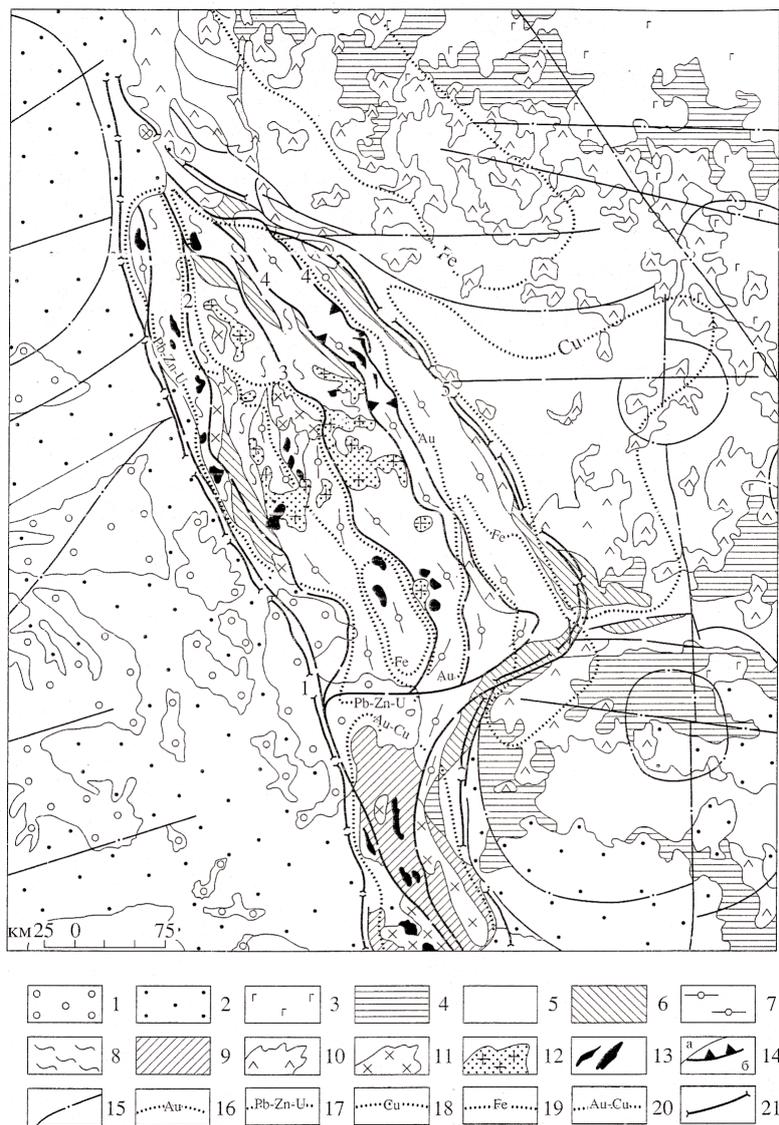
В работе использованы материалы мультиспектральных космических съемок систем Modis и Landsat ETM+.

Обработка, дешифрирование, анализ космоматериалов и моделирование геологических и рудных систем выполнены в соответствии с методическими рекомендациями и подходами [5, 6]. Последовательность работ включала:

- формирование массива исходных данных;
- обработку и дешифрирование исходных растровых изображений с использованием алгоритмов классификации, процедур улучшения, комплекса методов фильтрации и передискретизации изображения;
- создание и обработку синтезированного изображения мультиспектральных снимков;
- создание производных растровых изображений с использованием «алгебры карт»;
- корреляционный анализ синтезированных изображений;

Интерпретация полученных данных проводилась с использованием материалов по геологическому строению района.

На первом этапе проводилось изучение региональных закономерностей размещения рудных районов по результатам обработки и дешифрирования космических снимков Modis. На втором этапе изучались закономерности размещения рудных узлов по результатам обработки и дешифрирования космических снимков Landsat.

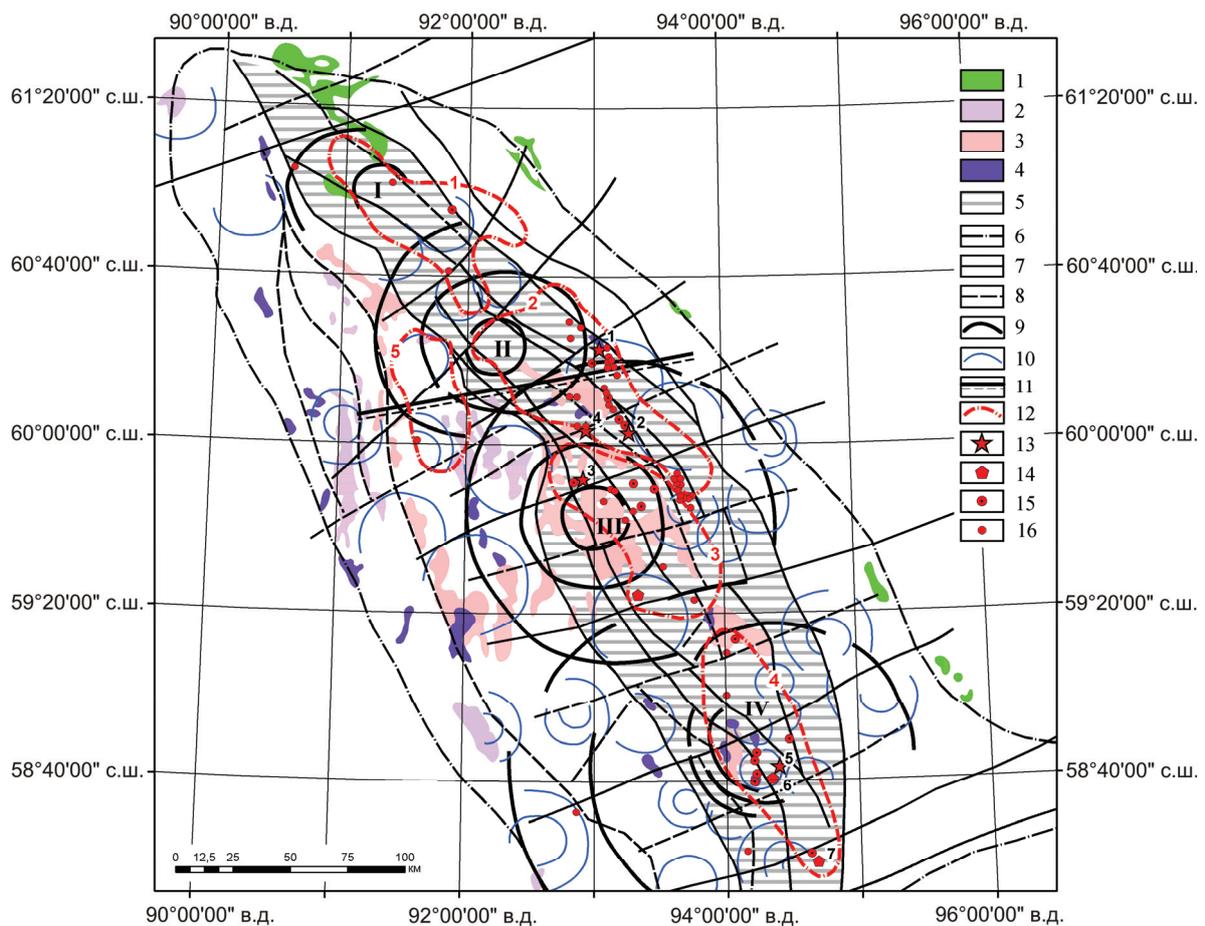


**Рис. 1.** Схема геологического строения Енисейского кряжа и прилегающих фрагментов Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы [2]. 1–5 – платформенный чехол: 1) палеоген-неогеновые песчано-галечные, глинистые образования, угли, бокситы; 2) юрско-меловые континентальные песчано-галечники, глины, аргиллиты, бурые угли (юрские), бокситы (меловые); 3) пермо-триасовая диабазовая туфо-лаваовая толща; 4) континентальные песчано-глинисто-сланцевые угленосные толщи карбона и перми; 5) морские известковистые глинисто-песчаные отложения девона с эффузивами преимущественно базальтоидного состава и их туфами в верхнем силуре – нижнем девоне в Приаигарье и Чулымско-Енисейском прогибе; 6) вендские (средний протерозой-нижний кембрий) терригенно-гравелито-песчано-красноцветные толщи; 7) среднепротерозойские вулканогенно-терригенно-сланцевые, углистые алевросланцевые, карбонатно-метасланцевые молассоиды, кварциты, метаэффузивы чингасанской, тунгусинской и сухопитской серий; 8) нижнепротерозойские кристаллические сланцы, амфиболиты, мраморы, кварциты; 9) архейские метатерригенные катагнейсы и сланцы; 10–13 – магматические комплексы: 10) триасовые траппы: долериты, габбро-долериты; 11, 12 – гранитоиды: 11) посоленского; 12) татарско-аяхтинского комплексов; 13) габброиды и ультрабазиты; 14) глубинные разломы: установленные (а) и предполагаемые (б); 15) тектонические разрывы, дешифрированные на космо- и аэрофотоснимках; 16–22 – металлогенические области: 16) золота; 17) урана; 18) медистых песчаников; 19) железа; 20) золота и полиметаллов; 21) границы Енисейского кряжа, межблоковые зоны разломов Енисейского кряжа: 1 – Приенисейская; 2 – Вороговская; 3 – Татарская; 4 – Ишимбинская; 5 – Анкиновская

Методика космогеологических исследований [5, 6] подразумевает проведение дешифрирования в различных масштабах – от региональных к детальным. Такой подход позволяет установить крупные системы на первом этапе и выявить их взаимоотношения и в дальнейшем определить особенности их строения и развития.

### Результаты и их обсуждение

Космогеологическая модель Енисейского кряжа, полученная в результате дешифрирования космических снимков систем Modis и Landsat ETM+, приведена на рис. 2. Исследования показали, что в пределах заангарской части Енисейского кряжа отчетливо проявлены структуры линейной и кольцевой (дуговой) морфологии.



**Рис. 2.** Схема космогеологических структур заангарской части Енисейского кряжа. 1–4 – магматические образования: 1) триасовые траппы; 2) гранитоиды посольненского комплекса; 3) гранитоиды татарско-аяхтинского комплекса; 4) габброиды и ультрабазиты; 5) Татарско-Ишимбинская тектоническая зона; 6) границы Енисейского кряжа; 7 – 8 – разрывные нарушения: 7) первого порядка; 8) второго порядка; 9 – 10 – системы кольцевых структур: 9) первого порядка (I – Вороговская, II – Северо-Енисейская, III – Ерудинская, IV – Партизанская); 10) второго порядка; 11) положение фрагмента геотраверса «Батолит»; 12) рудные районы: 1 – Вороговский; 2 – Северо-Енисейский; 3 – Ерудинский; 4 – Южно-Енисейский; 5 – Гаревско-Чапский; 13 – 15 – месторождения золота: 13) крупные; 14) средние; 15) мелкие: 1 – Советское; 2 – Эльдорадо; 3 – Олимпиадинское; 4 – Благодатное; 5 – Удереysкое; 6 – Васильевское; 7 – Попутинское; 8 – Ведугинское; 16 – рудопровлечения

Региональные линейные структуры Енисейского кряжа проявлены следующими признаками: прямолинейными участками элементов рельефа и фрагментами границ между блоками с различной текстурой рельефа, линейными границами разновидностей растительного покрова, ландшафтными неоднородностями линейной морфологии, прямолинейными участками границ между геологическими телами и др.

Среди линейных преобладают структуры северо-западного и северо-восточного простирания, которые соответствуют глубинным разломам различного уровня заложения (рис. 2). Структуры северо-западного простирания определяют положение металлогенических зон Енисейского кряжа, пересекают кровлю базитового слоя и уходят своими корнями в мантию [7]. Структуры северо-восточного простирания не столь глубинны – они читаются только в рельефе гранулитового слоя. По ним вероятны вертикальные перемещения бло-

ков верхней части земной коры. Именно вертикальным перемещениям по этим структурам объяснено куполовидное поднятие центральной части кряжа.

Признаками выделения кольцевых структур явились: кольцевые и дуговые границы между блоками с различными спектральными характеристиками и текстурой рельефа; кольцевые и дуговые границы между дешифрируемыми геологическими телами; границы ландшафтных неоднородностей, дуговой и кольцевой морфологии.

По закономерному телескопированному положению выделены системы кольцевых структур первого и второго порядков (рис. 2).

#### Системы кольцевых структур первого порядка

К системам структур первого порядка отнесены четыре системы – Вороговская, Северо-Енисейская, Ерудинская и Партизанская. Они образованы телескопированными кольцевыми и дуговыми

фрагментами диаметрами от 23 до 185 км. Следует отметить, что центральные части структур первого порядка располагаются в пределах Татарско-Ишимбинской тектонической зоны и, вероятно, являются ее производными.

Предполагаемые глубины формирования структур первого порядка оценены с использованием подходов [8] с учетом глубинного строения [7]. Установлены следующие показатели (таблица).

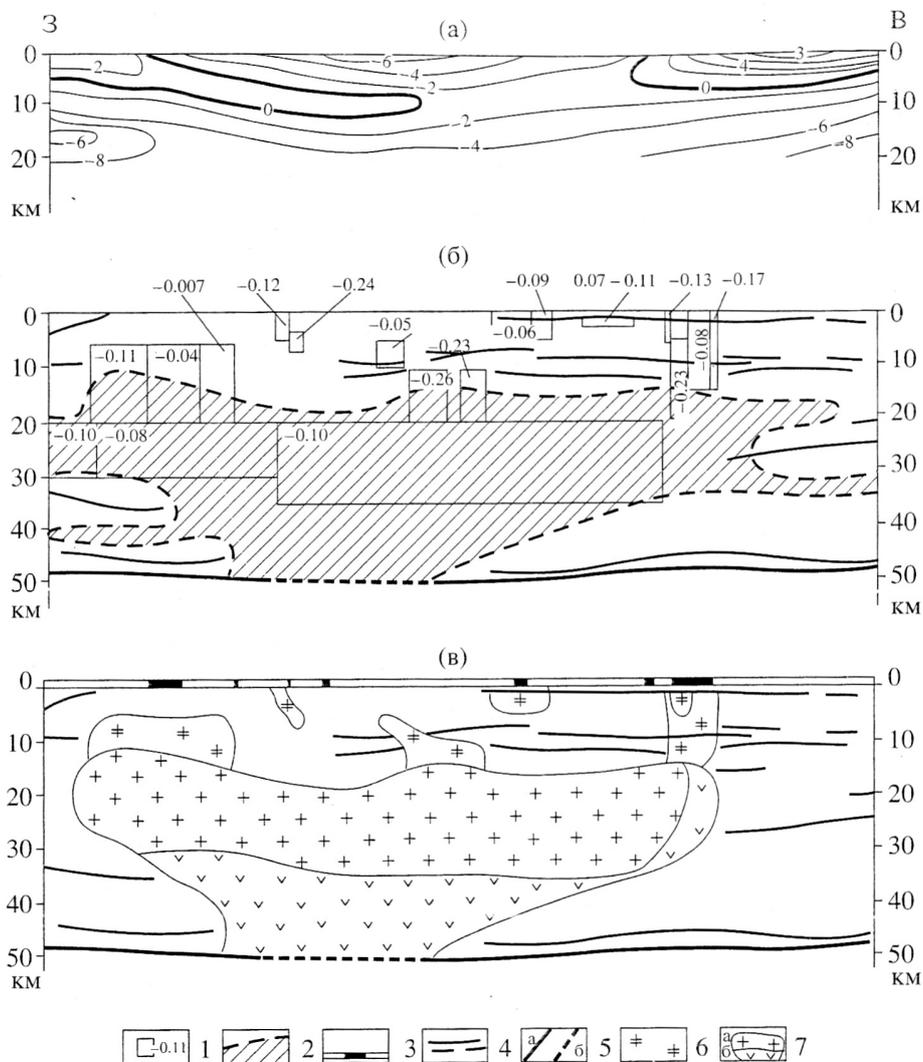
**Таблица.** Предельные глубины формирования систем структур первого порядка

Структуры	Глубины, км	Сейсмические слои
Вороговская	19	Гранулитовый
Северо-Енисейская	33	Базитовый
Ерудинская	45	Раздел базитового слоя и верхней мантии
Партизанская	62	Верхняя мантия

Таким образом, устанавливается направленное увеличение глубин формирования систем кольцевых структур с северо-запада на юго-восток, при этом Вороговская и Северо-Енисейская структуры имеют коровое заложение, а Ерудинская и Партизанская – верхнемантийное.

Для геологической интерпретации систем структур первого порядка привлечены геолого-геофизические данные по геотраверсу «Батолит» [2] (рис. 3) и карты сейсмических слоев [7].

Сопоставление выделенных систем кольцевых структур первого порядка с геофизическими данными [2] указывает на то, что эти системы отражают глубинные грибообразные очаги гранитизации, корневые части которых «погружаются» в мантию. Кроме того, кольцевые структуры отражают строение кровли очага гранитизации, а эксцентричное положение дуговых сегментов указывают на поло-



**Рис. 3.** Интерпретация геолого-геофизических данных по профилю «Батолит» [2]: а – разрез изолиний трансформант силы тяжести по методу «Гравискан» (мГл), б – сейсмоплотностной разрез, в – интерпретационный разрез. 1) плотностные неоднородности и величина дефекта плотности в  $г/см^3$ ; 2) зона сейсмической прозрачности; 3) выходы гранитоидов на уровень современного эрозионного среза ( $PR_1^3$ ); 4) сейсмические границы; 5) граница Мохоровичича: прослеживаемая по сейсмическим данным (а) и предполагаемая (б); 6) промежуточные магматические очаги преимущественно кислого состава; 7) первичный магматический очаг преимущественно кислого состава (а) и преимущественно основного и среднего состава (б)

жение канала поступления глубинного вещества в земную кору.

**Вороговская система** кольцевых структур первого порядка располагается в северном окончании Енисейского кряжа. Она образована сочетанием двух телескопированных дуговых структур диаметрами 23 и 56 км. В пределах системы располагаются рудопроявления урана (Захребетинское, Полярное, Кутукасское) и золота (Ольгинское, Высокое и др.). Положение рудопроявлений контролируется участками сопряжения продольных северо-западных с северо-восточными разрывными нарушениями.

**Северо-Енисейская система** образована закономерным сочетанием трех эксцентрично расположенных кольцевых и дуговых структур диаметрами 26...98 км. Для этой системы характерна некоторая эксцентричность положения дуговых сегментов и их центридов, которые смещены в западном направлении. В пределах системы располагаются месторождения урана (Осиновое, Оленье и Кедровое [11]) и большое количество рудопроявлений золота (Бурное, Чингасанское, Уволжско-Тейское, Нойбинское и др.). Положение рудных объектов в пределах системы контролируется узлами сопряжения продольных северо-западных с северо-восточными разрывными структурами.

**Ерудинская система** образована закономерным сочетанием трех эксцентрично расположенных кольцевых и дуговых структур диаметрами 28...135 км. Эксцентричность этой системы, так же как и для Северо-Енисейской, проявлена в западном направлении. В пределах Ерудинской системы располагаются месторождения и рудопроявления золота (Олимпиадинское, Эльдorado, Советское, Ведугинское и др.) и рудопроявления урана (Вексельное, Ногатинское, Дальнее, Лендахское и др.). Положение рудных объектов контролируется узлами сопряжения продольных северо-западных и северо-восточных разрывных нарушений.

**Партизанская система** кольцевых структур первого порядка образована закономерным сочетанием пяти кольцевых и дуговых сегментов, диаметрами 46...185 км. Для структуры характерна слабо выраженная эксцентричность в северо-восточном направлении. В пределах системы располагаются месторождения и рудопроявления золота (Удереиское, Васильевское, Попутнинское, Герфедское и др.) и единичные урановые рудопроявления (Красавица, Гольцовое, Рудиковское). Структурные условия рудоконтроля определяются узлами сопряжения продольных северо-западных и северо-восточных разрывных нарушений.

Таким образом, связь известных промышленно значимых золоторудных месторождений с системами кольцевых структур первого порядка, интерпретируемых как глубинные очаги гранитизации, еще раз подчеркивает их мантийную природу.

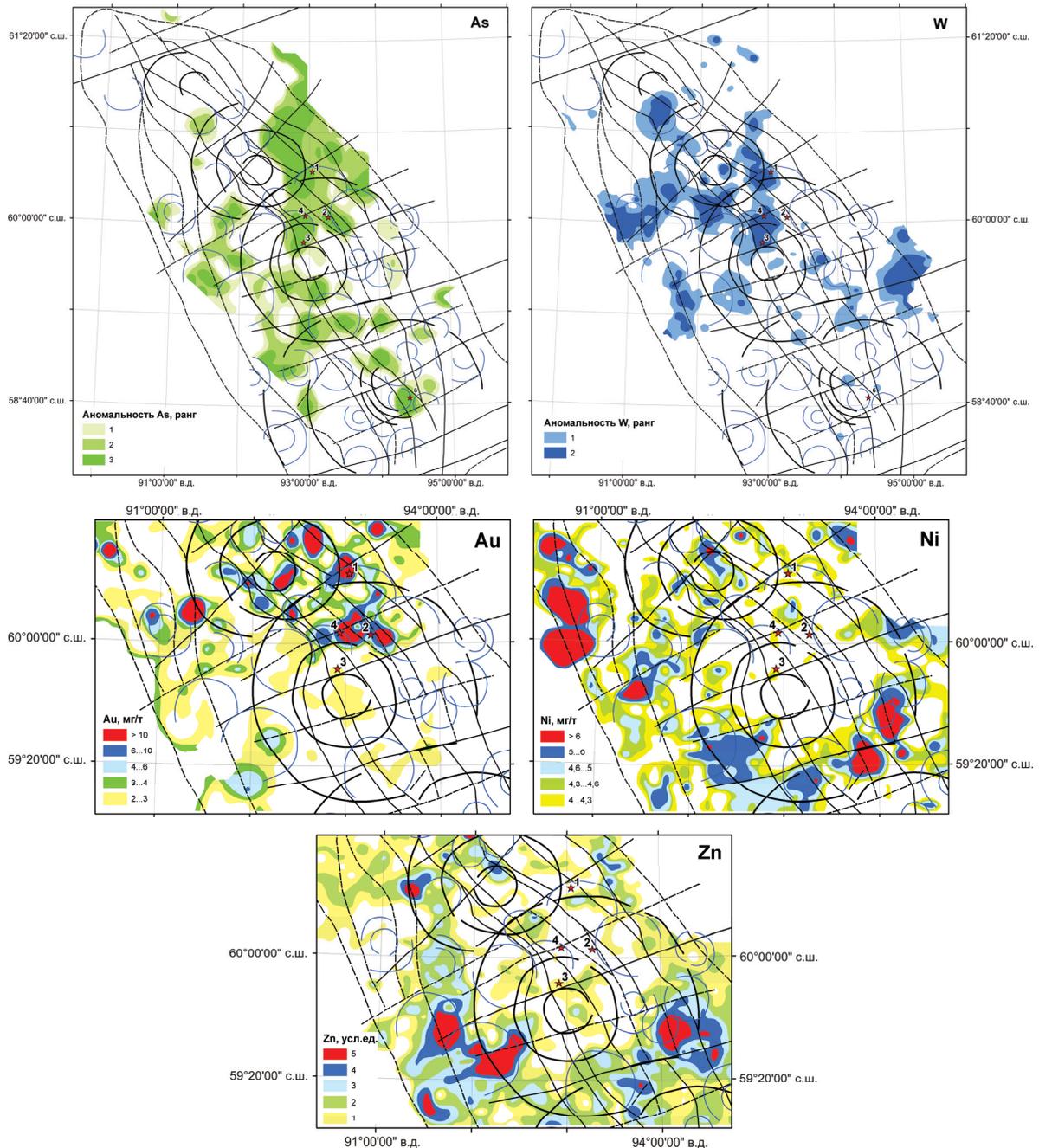
Выявленные структуры согласуются с результатами исследований региональных геохимических полей по потокам рассеяния (рис. 4).

Характерной чертой распределения мышьяка следует считать его пространственную приуроченность к Ерудинской и Северо-Енисейской системам кольцевых структур первого порядка. За пределами этих структур аномальные концентрации мышьяка локальны. При этом локальные аномальные потоки рассеяния вероятно усилены техногенным воздействием [9]. В распределении вольфрама так же обнаруживаются определенные закономерности. Подавляющее большинство проб с аномальными концентрациями тяготеют к Северо-Енисейской и Ерудинской системам кольцевых структур первого порядка и сопряженным структурам второго порядка.

Распределение золота по мнению многих авторов не отражает реальную картину вследствие интенсивной техногенной нарушенности территории с одной стороны и обилия многочисленных рудопроявлений золото-кварцевой формации с другой. Тем не менее, в распределении золота С.А. Григоров установил закономерности «вихревой» морфологии в связи с развитием рудно-магматических систем [10]. В распределении Ni и Zn устанавливаются определенные закономерности – аномальные структуры распределения этих элементов фиксируют внешнюю южную часть Енашиминской системы кольцевых структур первого порядка и ядерную часть Северо-Енисейской структуры. Такое различное структурное положение геохимических полей этих элементов можно объяснить различными уровнями эрозионного среза – Ерудинский ореол гранитизации эродирован в большей степени нежели Северо-Енисейский, что не противоречит геологическим данным.

Выделенные системы кольцевых структур первого порядка (очаги гранитизации) контролируют положение золото- и урановорудных районов Енисейского кряжа. По мнению И.И. Абрамовича [12], чем более глубинные корни имеет рудообразующая система, тем больший рудный потенциал она несет. Высокий рудоносный потенциал имеют очаги гранитизации верхнемантийного заложения. С учетом последнего предполагается, что основной золоторудный потенциал Енисейского кряжа связан с Ерудинской и Партизанской системами, в меньшей степени с Северо-Енисейской. Потенциальная золотоносность Вороговской системы весьма низкая. Полученные предположения согласуются с прогнозными оценками [3].

**Золоторудная минерализация** закономерно размещается относительно систем структур первого порядка. Так, в пределах Ерудинской системы золотосульфидные объекты тяготеют к центральным частям (Олимпиадинское, Ведугинское месторождения), жильно-прожилковые к средним (Благодатное, Кварцевая Гора, Эльдorado и др.), а золото-кварцевые – к фронтальным (Советское, Полярная Звезда, Пролетарское). При этом возраст рудных образований [1], несущих арсенопиритовую с золотом минерализацию, так же закономерно увеличивается от центральных частей к краевым.



**Рис. 4.** Аномальные структуры геохимических полей Енисейского кряжа (распределение W и As по [9], Au, Ni и Zn по [10]).  
Остальные условные обозначения на рис. 2

#### Кольцевые структуры второго порядка

Кольцевые структуры второго порядка распространены во всех тектонических структурах Енисейского кряжа. При этом они тяготеют к ареалам распространения интрузивных пород, как вскрытых эрозией, так и слепых (рис. 5). Такие интрузии В.И. Казанский и Е.П. Максимов [13] относят к промежуточным телам, имеющими связь с крупными батолитами. Диаметры структур составляют 10...45 км. В отдельных случаях фиксируются телескопированные системы. Устанавливается достаточно отчетливая приуроченность известных рудных узлов к таким структурам (рис. 6).

По спектральным аномалиям космических снимков кольцевой и дуговой морфологии выделены структуры более высокого порядка. По нашему мнению эти структуры отражают влияние небольших магматических тел и следы гидротермальных процессов. В качестве примера, рассмотрим структуры третьего порядка, вмещающие Бурненский золоторудный узел.

Бурненский золоторудный узел располагается в северной части Северо-Енисейского рудного района в клиновидной области растяжения в юго-западном крыле межрегионального Ангаро-Бахтин-

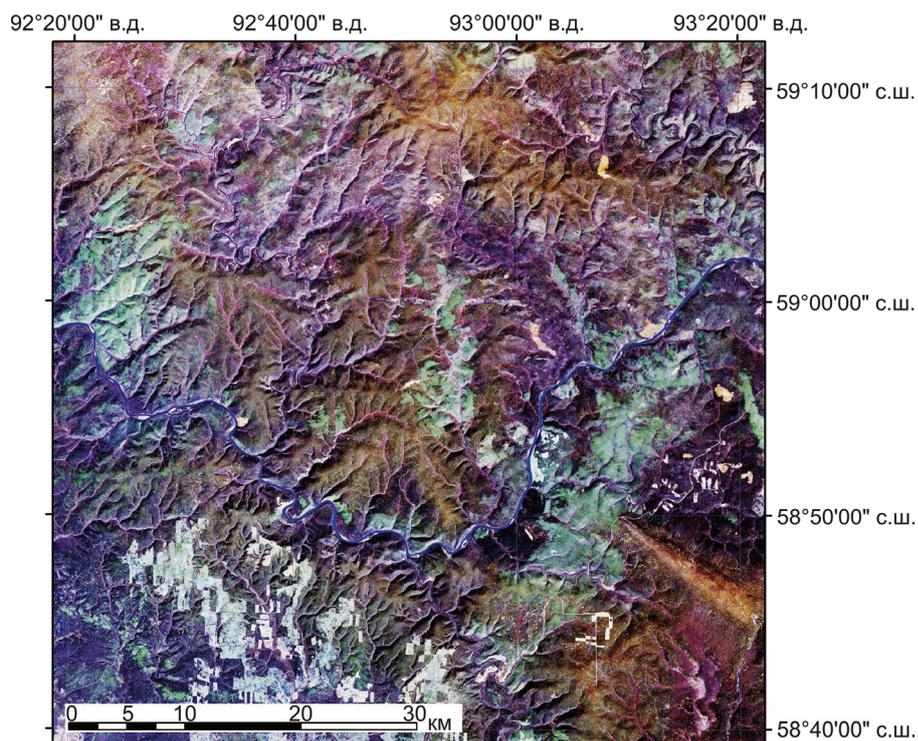


Рис. 5. Кольцевая структура второго порядка, представляющая ореол ороговикования слепого интрузивного тела

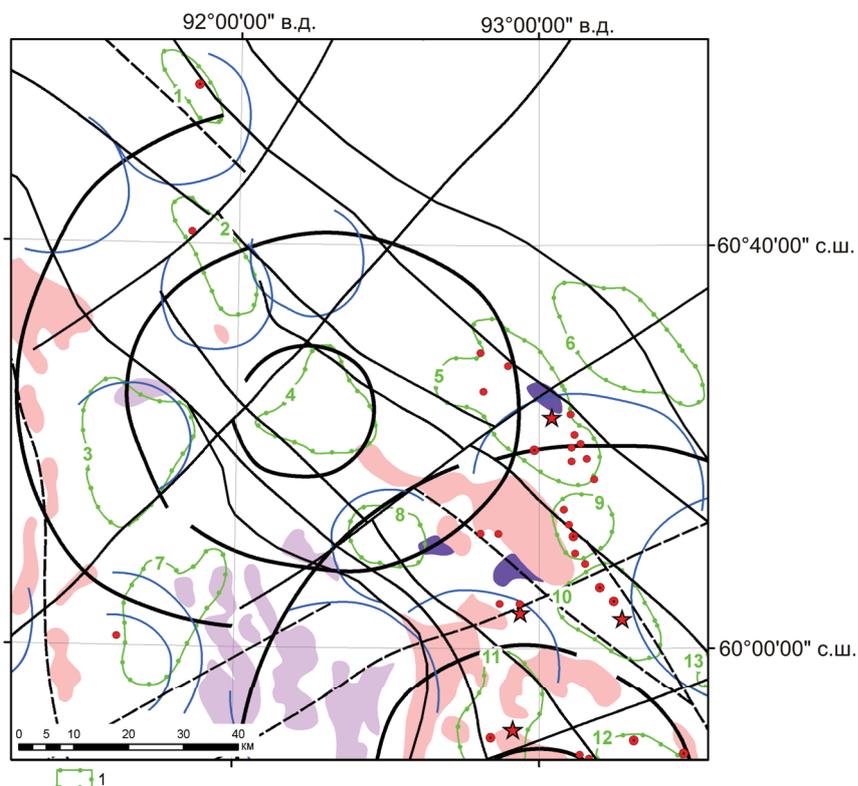
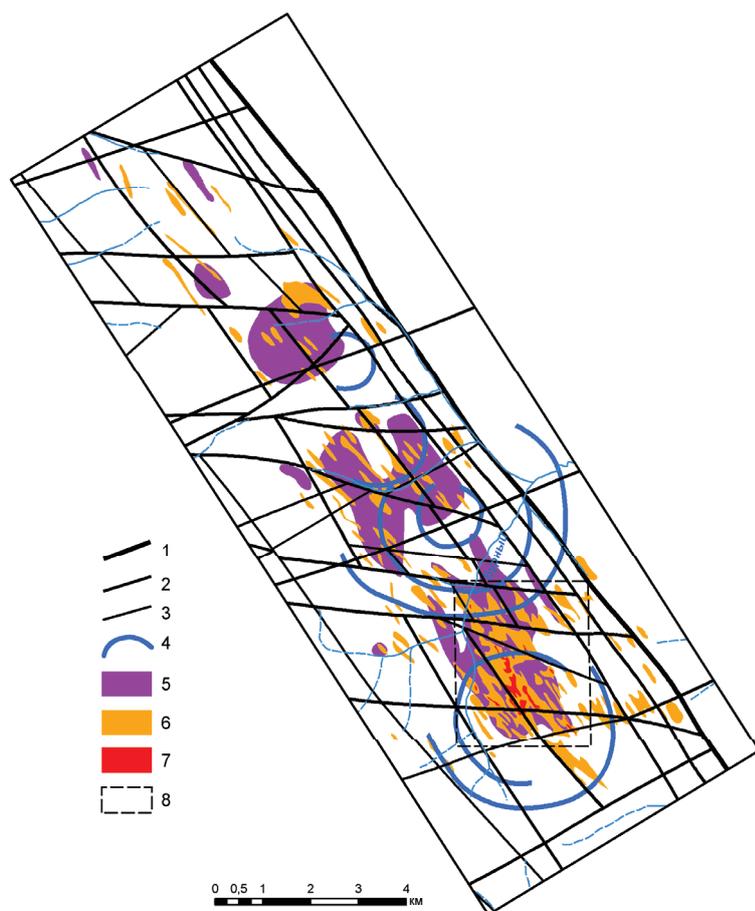


Рис. 6. Положение золоторудных узлов Северо-Енисейского рудного района. 1 – рудные узлы: 1) Бурненский; 2) Чингасанский; 3) Гаревский; 4) Нойбинский; 5) Советский; 6) Иочимский; 7) Верхне-Тисский; 8) Уволжско-Тейский; 9) Александрово-Агеевский; 10) Перевальнинский; 11) Верхне-Енашиминский; 12) Ерудинский; 13) Вангащский. Остальные условные обозначения на рис. 2



**Рис. 7.** Космоструктурная схема Бурненского рудного узла с элементами рудоносности. 1–3 – линейные элементы: 1) первого порядка; 2) второго порядка; 3) прочие; 4) кольцевые структуры; 5) метасоматиты сидерит-хлорит-гидрослюдистого состава (НПО «Геосфера», 2007); 6–7 – литохимические аномалии золота, г/т: 6) более 0,02, 7) более 0,1 (НПО «Геосфера», 2007); 8) контур детальных литохимических работ НПО «Геосфера»

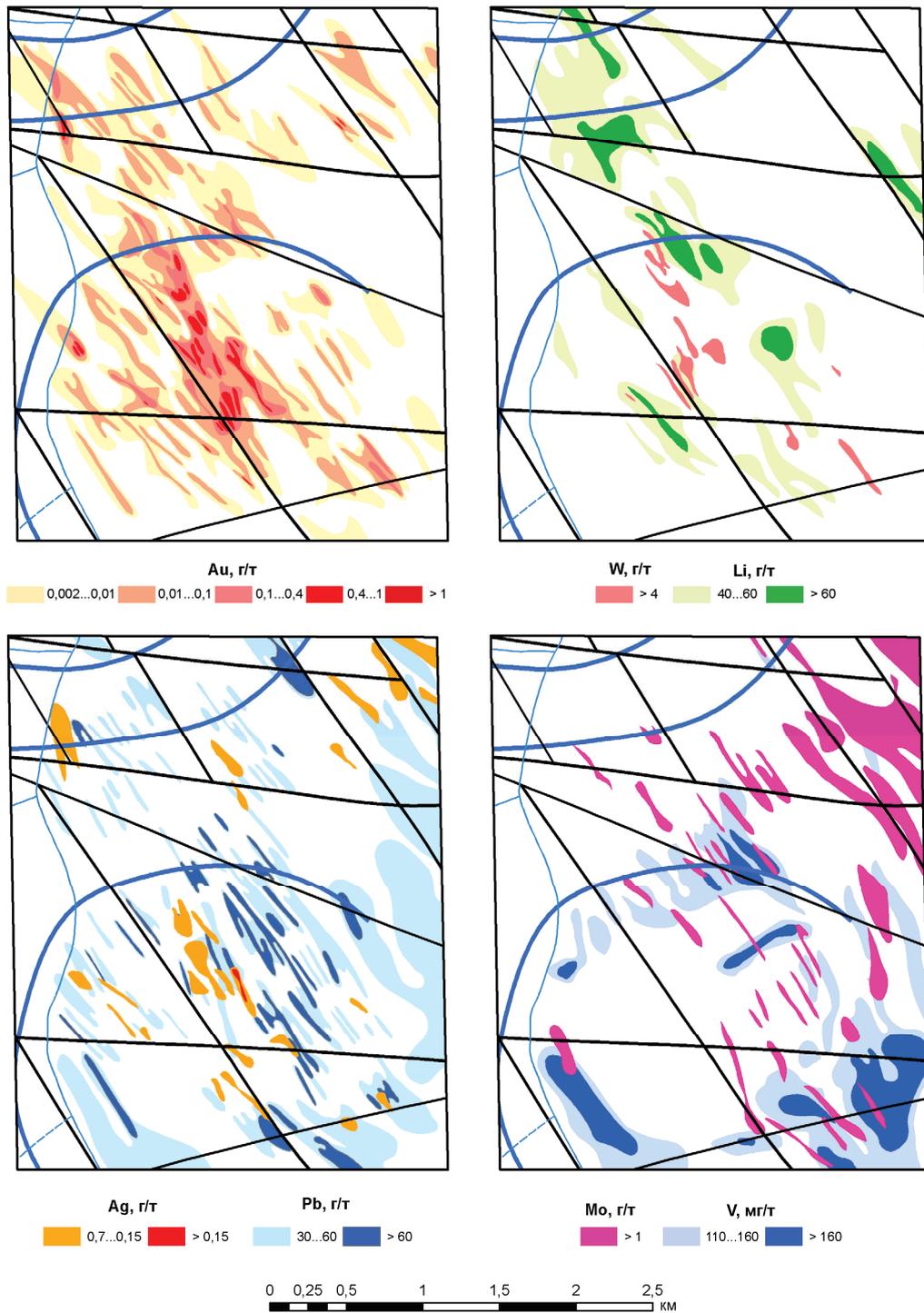
ского разлома. Он приурочен к участку сочленения структур растяжения второго и третьего порядков, представленных нескрытыми интрузивными малоплотными телами. Золоторудная минерализация представлена золото-кварцевыми жильно-прожилковыми зонами с околорудными сидерит-хлорит-гидрослюдистыми и пирит-хлорит-серицит-кварцевыми метасоматитами. Оруденение размещается в сланцах сухопитской серии [14].

Космоструктурная позиция Бурненского узла (рис. 7) определяется закономерным сочетанием линейных и кольцевых структур. Среди разнонаправленных линейных, выделены структуры трех порядков. К структурам первого порядка отнесен линейный элемент северо-западного простирания. Он однозначно интерпретируется как Чапинский разлом. В юго-западном борту Чапинского разлома хорошо дешифрируется серия продольных вероятно крутопадающих разрывных структур второго порядка. Поперечные структуры северо-восточного простирания второго порядка образуют ступенчато-блоковое строение рудного узла. Внутри блоков выделяются разнонаправленные структуры более высоких порядков, которые осложняют их геологическое строение. Коль-

цевые структуры выделены в юго-восточной, центральной и северо-западной частях изучаемой площади, положение которых определяется узлами сопряжения северо-западных и северо-восточных линейных элементов. Диаметры кольцевых структур варьируют в пределах от 2,5 до 5 км. Пространственная связь выделенных кольцевых структур с телами метасоматитов, позволяет интерпретировать их как участки распада гидротермально-флюидных систем.

Геохимические особенности юго-восточной кольцевой системы можно проследить по литохимическим данным НПО «Геосфера» (рис. 8).

Анализ рис. 7 позволяет заключить следующее. Максимально продуктивные вторичные геохимические ореолы золота тяготеют к центральной части кольцевой структуры и контролируются участком сопряжения продольного северо-западного и субширотного разломов. Близкие закономерности устанавливаются в распределении W и Ag. Ореолы Li и Pb образуют внешнюю зону по отношению к ореолам Au, W и Ag. Mo и V отгоняются во фронтальные зоны метасоматоза, где образуют дуговые (особенно V) ореолы, повторяющие контуры кольцевой структуры.



**Рис. 8.** Литохимические ореолы рассеяния Au, W, Li, Ag, Pb, Mo, V (по материалам НПО «Геосфера», 2007 г.). Условные обозначения на рис. 7

### Выводы

В пределах заангарской части Енисейского кряжа выделены четыре системы кольцевых структур первого порядка, интерпретируемые как разноглубинные очаги гранитизации. Кольцевые структуры второго порядка связаны с промежуточными интрузивными телами, как слепыми, так и вскрытыми эрозией. Структуры более высокого порядка

отражают следы взаимодействия гидротермально-флюидных систем с вмещающими породами. Выделенные разноранговые кольцевые структуры подчеркиваются телами метасоматитов и геохимическими данными.

Положение рудных районов определяется глубинными очагами гранитизации и надочаговыми продольными разрывными нарушениями первого

порядка. Рудные узлы тяготеют к надкупольным частям нескрытых промежуточных интрузивных тел. Промышленно значимые золоторудные объекты располагаются в пределах систем кольцевых структур первого порядка подкорового заложения. Золотосульфидные объекты тяготеют к центральным надкупольным частям очагов гранитизации, а кварцево-жильные – к фронтальным.

Совокупность выявленных закономерностей позволяет рассматривать их в качестве разноранговых прогнозно-поисковых критериев.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-05-00115), а также Министерства образования и науки. АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2011 годы)». Регистрационный номер: 2.1.1/12705.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сазонов А.М., Ананьев А.А., Полева Т.В., Хохлов А.Н., Власов В.А., Звягина Е.А., Федорова А.В., Тишин П.А., Леонтьев С.И. Золоторудная металлогения Енисейского кряжа: геолого-структурная позиция, структурные типы рудных полей // *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*. – 2010. – V. 4. – № 3. – P. 371–395.
2. Константинов М.М., Данковцев Р.Ф., Симкин Г.С., Черкасов С.В. Глубинное строение и закономерности размещения месторождений Северо-Енисейского золоторудного района (Россия) // *Геология рудных месторождений*. – 1999. – Т. 41. – № 5. – С. 425–436.
3. Сердюк С.С. Металлогеническое и прогнозное районирование золотоносности Красноярского Края // *Цветные металлы-2010: Труды II Междунар. конгресса*. – Красноярск, 2010. – Разд. 1. – С. 6–16.
4. Тектоника и металлогения Нижнего Приангарья / под ред. А.И. Забияки. – Красноярск: КНИИГиМС, 2003. – 322 с.
5. Аэрокосмические методы геологических исследований / под ред. А.В. Перцова. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 316 с.
6. 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: СГТУ, 2007. – 228 с.
7. Сальников А.С. Сейсмогеологическое строение земной коры платформенных и складчатых областей Сибири по данным региональных сейсмических исследований преломленными волнами: автореф. дис. ... докт. геол.-минерал. наук. – Новосибирск, 2008. – 33 с.
8. Ваганов В.И., Иванкин П.Ф., Кропоткин П.Н. и др. Взрывные кольцевые структуры щитов и платформ – М.: Наука, 1985. – 200 с.
9. Зверев В.В. Некоторые особенности регионального геохимического поля заангарской части Енисейского кряжа // *Разведка и охрана недр*. – 2004. – № 6. – С. 40–45.
10. Григоров С.А. Отражение в геохимическом поле рудообразующей системы в качестве объекта геохимических поисков // *Разведка и охрана недр*. – 2009. – № 5. – С. 8–13.
11. Ножкин А.Д., Мионов А.Г., Комарницкий Г.М. Типы урановой и золото-урановой минерализации в терригенных и вулканогенно-терригенных образованиях докембрия Енисейского кряжа // *Геохимия и рудообразование радиоактивных, благородных и редких металлов в эндогенных и экзогенных процессах: Матер. Всерос. конф. с иностранным участием*. – Улан-Уде: Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. – Ч. 1. – С. 21–24.
12. Абрамович И.И. Геодинамика и мантийные корни рудных формаций. – М.: МПР РФ, ВСЕГЕИ, ГЕОКАРТ, МАНПО, 1998. – 140 с.
13. Казанский В.И., Максимов Е.П. Геологическая позиция и история формирования Эльконского ураново-рудного района // *Геология рудных месторождений*. – 2000. – Т. 42. – № 3. – С. 212–230.
14. Черняева Е.И., Черняев Е.В., Кошкарев В.Л. Новый золоторудный узел «Бурный» Енисейского кряжа // *Известия Томского политехнического университета*. – 2002. – Т. 305. – № 6. – С. 268–287.

*Поступила 02.09.2011 г.*