ЕЖЕГОДНИК-2009, Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 157, 2010, с. 67–71

ПРОБЛЕМА ПРОИСХОЖДЕНИЯ И МИНЕРАГЕНИЯ ОСИНСКОГО БЛОКА (ПЕРМСКОЕ ПРИКАМЬЕ)

А. Ю. Кисин

При взгляде на географическую карту или космоснимки южной части Пермского края бросается в глаза необычное поведение русла р. Камы в окрестностях г. Осы. Здесь русло реки круто меняет направление с субмеридионального на субширотное, затем, через 30 км, опять круто поворачивает на юг. С востока блок, огибаемый р. Камой, ограничен долиной р. Тулвы, текущей на север. Внутри описываемого блока долины речек рисуют отчетливую кольцевую структуру (рис. 1). Внешнее кольцо, ограничивающее блок с юга, фиксируется долиной р. Барда. Долина р. Малая Амзя, с левым притоком Умжой, и долина р. Шалимовки, совместно с реками Тулвой и Камой, образуют почти правильный круг диаметром около 25 км. Абсолютное превышение рельефа над береговой линией Воткинского водохранилища составляет 100–150 м.

Долины речек ассиметричные: борта, обращенные внутрь блока, узкие, крутые, а внешние – широкие и пологие (рис. 2). Это наводит на мысль, что долины фиксируют *кольцевые разломы*, падающие к центру Осинского блока. Мощность осадочного чехла в Осинской впадине, центральную часть которой осложняет одноименный блок, достигает 12 км [8, 11]. Тектоническое происхождение блока подтверждается данными геофизических исследований. На глубинных сейсмических профилях центральная часть днища Осинской впадины осложнена небольшим *горстовым выступом фундамента* с амплитудой 1.5–2.0 км, который прослеживается по всем отложениям осадочного чехла, с амплитудой 50–110 м (рис. 3) [5, 8, 11]. Границы блока тектонические.

По представлениям автора, Осинский блок отвечает *осевому тектоническому клину* (горсту) блока отрицательного изгиба коры [6]. Структура осевого клина отчетливо видна на геофизическом профиле “Гранит” [3]. Согласно модели блоковой складчато-

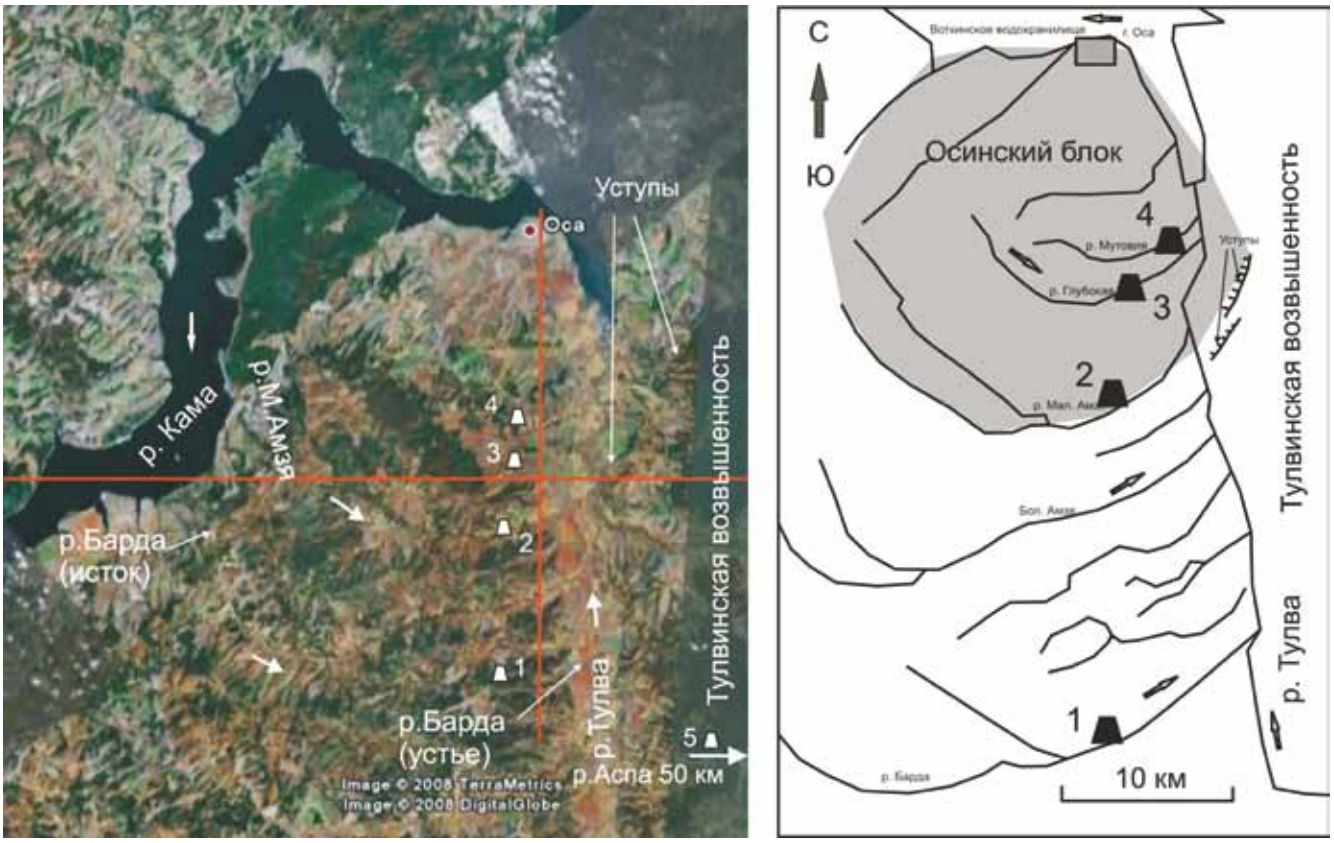

Рис. 1. Фрагмент космоснимка и результаты его дешифрирования.
Прямой линией показан топографический профиль, трапецией – места отбора проб и их номера. Пояснения в тексте.

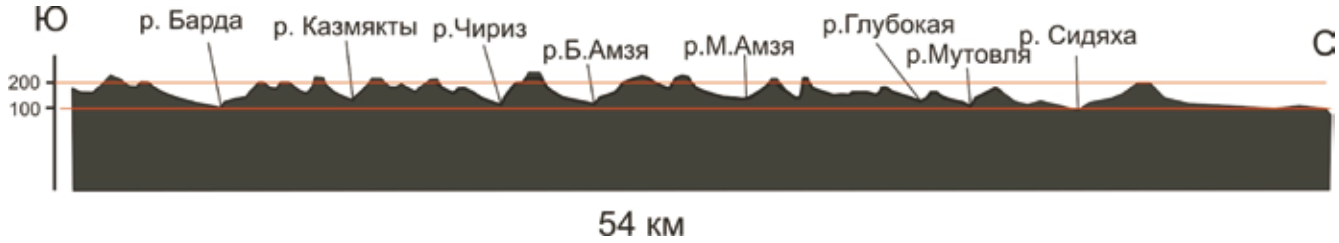

Рис. 2. Меридиональный топографический профиль через Осинский блок.

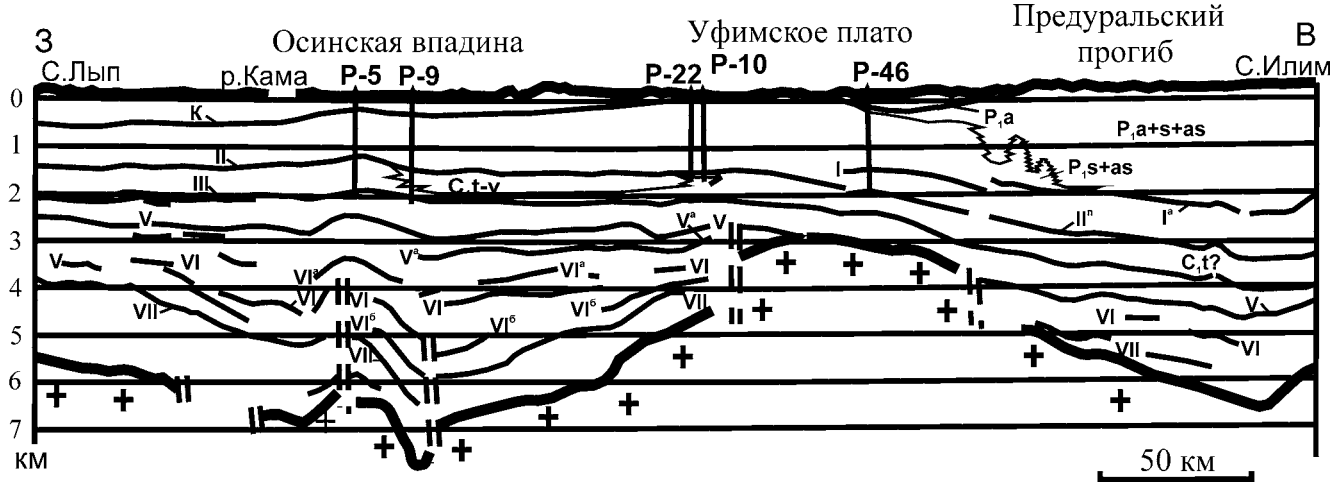

Рис. 3. Схематический геологический разрез через Осинскую впадину, Уфимское плато и Предуральский прогиб (по К.С. Шершневу [11]).

+ – кристаллический фундамент.

сти, к тектоническим клиньям должны быть приурочены малые многофазные бескорневые интрузии и кольцевые дайки, а осадочная толща подвергнуться мегабрекчированию и бескорневой складчатости. Судя по результатам разведочного бурения на нефть, осадочные породы позднего палеозоя на Осинском блоке и прилегающей с запада Ножовской площади испытали складчатые деформации, что хорошо увязывается с режимом градиентного горизонтального сжатия, вызванного изгибом. Сильно расчлененный современный рельеф Тулвинской возвышенности хорошо согласуется с представлениями о мегабрекчировании и тектонической активизации на современном этапе в условиях субширотного горизонтального сжатия [7].

На левом берегу р. Глубокой, около д. Кустова, имеется небольшой карьер, спорадически разрабатываемый для строительных нужд. Карьером вскрыты мелкозернистые зеленовато-серые верхнепермские песчаники. Слоистость породы субгоризонтальная, выражена очень слабо. Судя по прерывистым слойкам красной глины (возможно, осадочного происхождения), слоистость пород падает на юг под углом 5–6º. Хорошо развита система трещин скалывания (начальный кливаж): 1) густая сеть прямолинейных трещин, падающих на юг под углом 13–15º и создающих тонкоплитчатую отдельность; 2) аналогичные трещины с падением под углом 10–12º на север, создающие толстоплитчатую отдельность; 3) редкие трещины скалывания, падающие юго-восток под углом около 45º. Локально распространены небольшие субвертикальные извилистые трещины растяжения, рассекающие борта карьера сверху донизу. Среди них преобладают трещины субширотного простирания, совпадающие с простиранием долины речки на данном участке. Реже наблюдаются аналогичные трещины субмеридионального простирания. Большинство трещин растяжения выполнено белым порошкообразным кальцитовым агрегатом, из-за чего они имеют вид слабоизвилистых жил мощностью до 3 см. Исходя из этих наблюдений и теоретических построений можно предположить, что карьер пройден на южном склоне поднятия в висячем боку кольцевого разлома. Система трещин кливажа и скалывания указывает на образование их в условиях горизонтального сжатия. Происхождение трещин растяжения связано, вероятно, с условиями просадки висячего бока кольцевого разлома в связи с процессами физико-химического выветривания и выщелачивания в зоне самого разлома. Угол скалывания при горизонтальном сжатии близок к 45º или несколько меньше. В таком случае, острие конуса, образуемого кольцевым разломом, ограничивающим

Осинский блок, находится на глубине 10–12 км или несколько глубже, в кристаллическом фундаменте, что хорошо согласуется с горстовой структурой в фундаменте. Если это действительно осевой тектонический клин блока отрицательного изгиба коры, то вполне вероятно, что к кольцевым разломам может быть приурочен дайковый комплекс и/или проявлена активная гидротермальная деятельность с рудной специализацией.

Не имея возможности использовать данные бурения, для проверки этой идеи было отобрано несколько шлиховых проб из аллювиальных гравийно-галечных отложений и несколько геохимических проб из *аллювиальных глин* с речек Барда, Малая Амзя, Глубокая и Мутовля (см. рис. 1). Для сравнения взята проба аналогичной глины с р. Аспы (в 50 км к востоку от пробы № 1, в ее нижнем течении, в 500 м выше п. Уинский). Речка Аспа берет начало в 5 км от долины р. Тулвы и течет на восток. Пробы аллювиальных глин отбирались с *северных бортов долин*, с глубины до 2 м. Выбор аллювиальных глин для анализов был сделан из предположения, что они хорошо сорбируют различные химические элементы, выносимые с глубины подземными водами и, следовательно, должны характеризовать геохимическую специализацию предполагаемых разломов. Кроме того, это не требовало дорогостоящих работ. Анализы геохимических проб производились методом ICP-MS (ИГГ УрО РАН; аналитик Ю.Л. Ронкин). Для сравнения взяты средние содержания глин платформенных областей (№ 6) [4] и глинистых сланцев Русской платформы (№ 7) [1].

На рис. 4 показан характер распределения РЗЭ в аллювиальных глинах Осинского блока, нормированных по хондриту. Для сравнения приведена кривая 6 для глинистых сланцев Русской платформы, которые несколько обеднены тяжелыми РЗЭ относительно глин Осинского блока. Тяжелые РЗЭ на ней расположены несколько выше кривых для осинских глин. Судя по характеру наклона линий и Eu минимуму, а также по данным И.И. Чайковского и др. [10], можно считать аллювиальные глины Осинского блока типичными для Русской платформы.

Иная картина складывается при анализе ряда других химических элементов (рис. 5). Особенно показателен характер распределения мышьяка и селена. По содержанию этих элементов глины Осинского блока резко отличаются от осредненных составов платформенных глин. При этом наблюдается тенденция роста содержаний данных элементов от периферии блока к его центру. Аналогичную картину показывает и теллур, содержание которого на 1–2 порядка выше средних значений для платформенных глин (по Григорьеву, [4]). Резкий контраст содержаний наблюдается по ванадию, хрому и никелю. Но в данном случае закономерностей

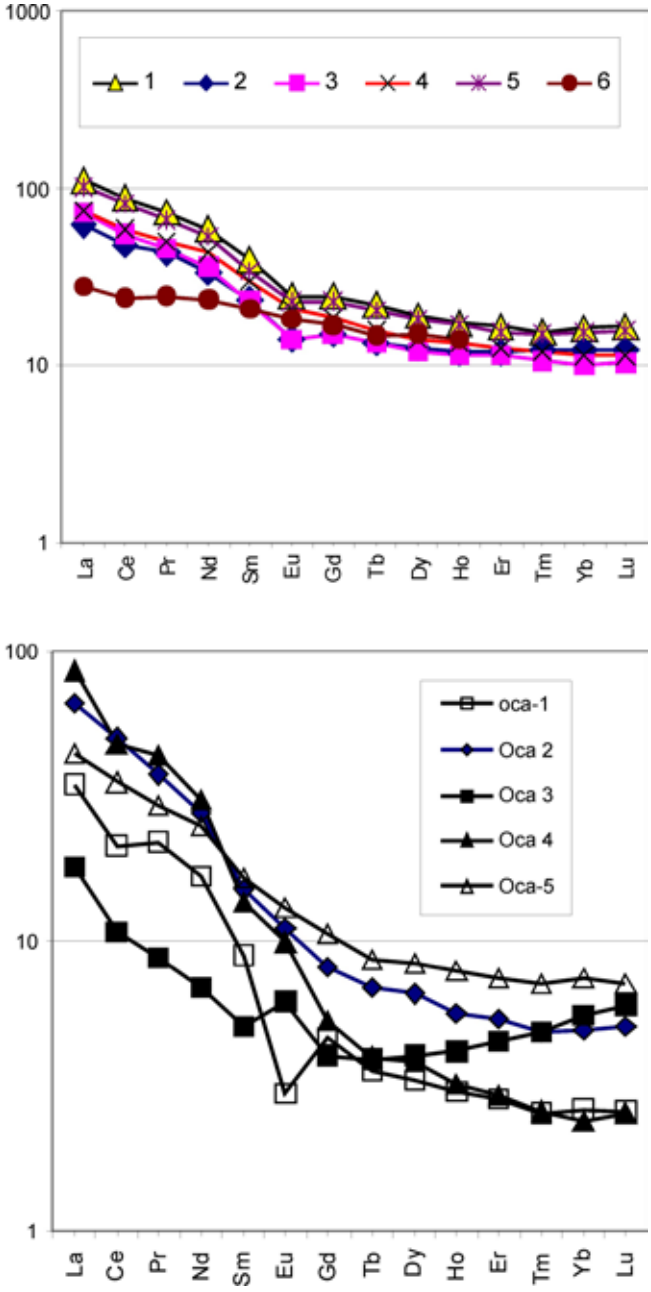

Рис. 4. Характер распределения РЗЭ в аллювиально-делювиальных глинах (вверху) и гальках магматических пород (внизу) Осинского блока.
Места отбора и № проб на рис. 1, линия 6 по [4], нормирование по хондриту.

распределения их внутри блока не просматривается. Таким образом, глины Осинского блока обогащены Cr и As на порядок, Ni в 2–3 раза, Se и Te на 2 порядка, Au на 3 порядка, Hg в 2 раза; обеднены P на 2 порядка, Sc – на порядок, Rb, Th, U – 2–5 раз. Все это показывает наличие геохимической аномалии на Осинском блоке.

Особо рассмотрим распределение золота и ртути (рис. 5). Соотношение между этими элементами в Осинском блоке достаточно стабильное. Ана-

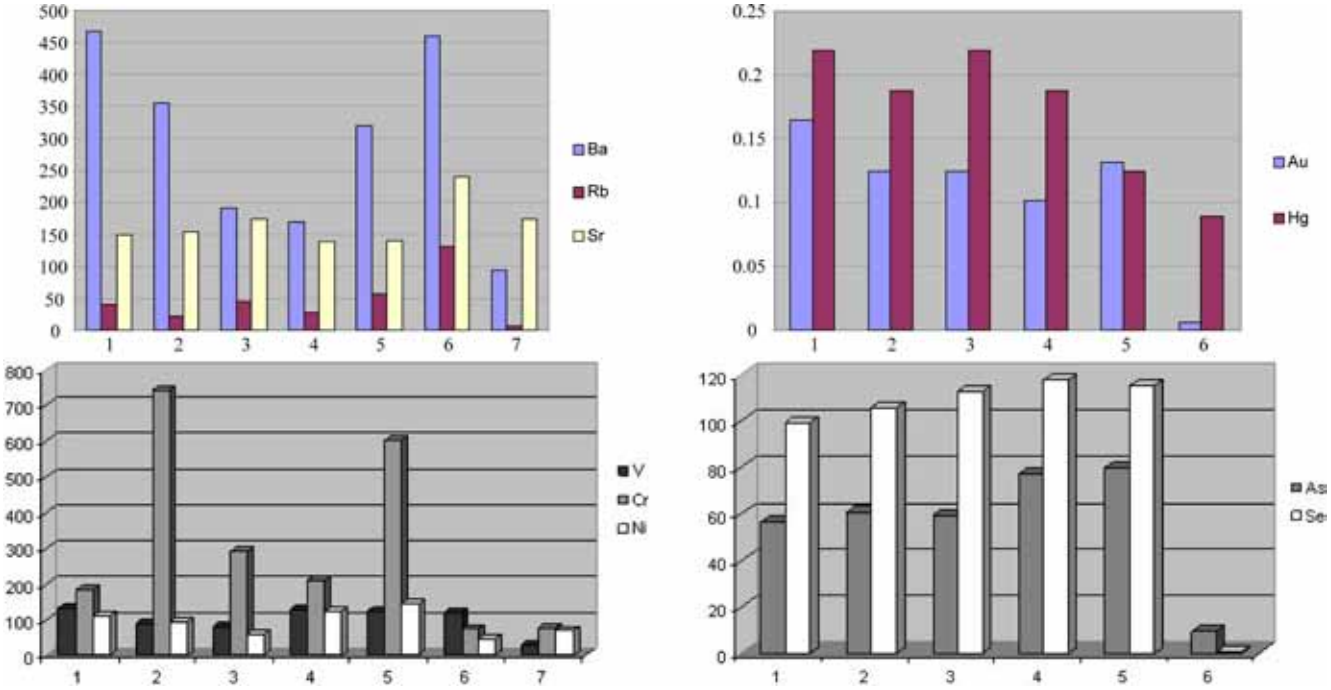

Рис. 5. Характер распределения химических элементов в аллювиально-делювиальных глинах Осинского блока (верхний ряд слева направо: Ba-Rb-Sr, Au-Hg; нижний ряд: V-Cr-Ni, As-Se).
Пробы 1–4 – Осинский блок, проба 5 – р. Аспа, 6 – глины платформ [4], 7 – глинистые сланцы [1].

логичная картина складывается для золота по результатам шлихового опробования аллювия данных речек. Киноварь и самородная ртуть встречаются в аллювиальных отложениях рек Камы и Тулвы (личное сообщение Б.М. Осовецкого и Б.С. Лунева). Такое соотношение между золотом и ртутью можно трактовать как *первичное*, обусловленное их совместным поступлением из ювенильных источников. Аномальные содержания мышьяка, селена и теллура обычны для коренных источников золота. В аллювиальных глинах р. Аспы соотношения между золотом и ртутью меняются, что можно объяснить дальностью транспортировки от коренных источников и различной миграционной способностью в водном потоке.

Таким образом, геохимические исследования аллювиальных глин не противоречат представлениям о тектонической природе Осинского блока и возможного наличия кольцевых разломов. В отношении возможного нахождения здесь дайкового комплекса можно высказать следующие соображения. Шлиховое опробование речек на Осинском блоке показало высокое содержание тяжелых минералов (3–5 кг/м^3). Среди них преобладает магнетит (около 50%), затем эпидот (около 45%). Характерен однотипный бесцветный циркон, почти без признаков механического износа. Обычен гранат, представленный прозрачными желтовато-коричневыми хорошо ограненными кристалликами почти без признаков механического износа. Оба эти минерала несут признаки близкого нахождения коренных источников. В Предуральском краевом прогибе и на западном склоне Урала цирконы и гранаты такой сохранности встречаются исключительно редко. Поэтому маловероятно, что цирконы и гранаты Осинского блока могли быть снесены с Урала.

Интересен и состав гравийно-галечного материала речек Осинского блока. В аллювии р. Барда гальки вулканогенных пород составляют около 30% от объема галечников и представлены исключительно андезито-дацитами. В аллювии р. Мутовля подобные гальки составляют около 50% от объема галечника. Кроме того, здесь появляются гальки более кислых пород субвулканического облика, типа гранит-порфиров. Традиционно считается, что они снесены с Урала, хотя доказательств этого не приводится. На восточном склоне Тулвинской возвышенности и на площади Бабкинской седловины содержание вулканогенных пород в аллювиальных галечниках падает до 3%. В Предуральском прогибе и на западном склоне Урала содержание вулканогенного материала составляет около 5%, но он представлен совершенно другим материалом. Таким образом, исходя из фактического материала весьма высока вероятность, что вулканогенный материал Осинского блока имеет местные источники и связан с многофазным дайковым комплексом, что хорошо согласуется с появлением в центральной части блока кислых дифференциатов.

Верхнепермские песчаники в карьере на левом берегу р. Глубокой, описанные выше, по минеральному составу близки к данным вулканитам.

Для выяснения геохимической связи между аллювиальными глинами, верхнепермскими песчаниками и галечниками вулканитов были проведены исследования химического состава последних методом ICP-MS (ИГГ УрО РАН, аналитик Ю.Л. Ронкин). Характер распределения РЗЭ соответствует субвулканитам со щелочным уклоном. Примечательно, что европиевый минимум наблюдается только для одной пробы. На других кривых он либо отсутствует, либо дает положительный пик. Распределение европия контролируется минералом-носителем, которым считается обычно плагиоклаз. Верхнепермские песчаники отличаются от данных вулканитов только чуть более пологим наклоном кривой. Минеральный состав аллювиальных отложений, верхнепермских песчаников и конгломератов, сохранившихся на Тулвинской возвышенности, аналогичный и они, вероятно, имеют один источник. Данная минеральная ассоциация сохраняется до границы Уфимского плато.

Площадь Осинского блока и прилегающих площадей хорошо изучена геофизическими работами и глубоким бурением. Но все эти работы носили узконаправленный, поисковый на нефть, характер. Поэтому пропуск дайкового комплекса в процессе изучения блока вполне вероятен. Особенно в случае развития линейных кор выветривания по интрузивным образованиям и карстовых явлений по карбонатным породам. Вероятно, нужен специальный анализ геолого-геофизических материалов по Осинскому блоку для решения вопроса о наличии здесь дайкового комплекса. Кроме того, было бы целесообразно опробовать на золото коры выветривания и скальные породы в зонах предполагаемых кольцевых разломов.

Таким образом, имеющийся по Осинскому блоку фактический материал подтверждает его горстовую природу и не противоречит представлениям о наличии здесь многофазного дайкового комплекса. Объем геохимических исследований слишком мал для однозначных выводов о природе и размерах геохимических аномалий, но достаточен для постановки вопроса о необходимости их изучения. Южнее, в Бирской впадине, также наблюдается осевой изометричный блок диаметром 25 км, фиксируемый речными долинами (рр. Ар и Быстрый Танып). Минеральный состав шлихов, судя по единичным пробам, тот же, что и на Осинском блоке. Возможно, что и здесь имеется осевой тектонический клин и дайковый комплекс. О возможном позднепермском вулканизме Вятско-Камской “межрифтовой зоны” писали В.Г. Чайкин и А.М. Месхи [9], а на разрезах Вятско-Кажимского авлакогена в монографии Р.Н. Валеева [2] отчетливо виден осевой горст, объясненный инверсией.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке по Программе ОНЗ РАН № 10.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ваганов В.И., Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е. и др.* Природа “туффизитов” Среднего Тимана в связи с проблемой коренных источников алмазов // М.: ЦНИГРИ, 2001. 50 с.
2. *Валеев Р.Н.* Авлакогены Восточно-Европейской платформы. М.: Недра, 1978. 152 с.
3. Геотраверс “ГРАНИТ”: Восточно-Европейская платформа – Урал – Западная Сибирь (строение земной коры по результатам комплексных геолого-геофизических исследований) / Под ред. С.Н. Кашубина. Екатеринбург, 2002. 312 с.
4. *Григорьев Н.А.* Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия. 2003. № 7. С. 785–792.
5. *Ившин В.М., Заварзин Б.А.* Сейсморазведка древних протерозойских толщ и поверхности кристаллического фундамента // Геофизика. Спец. вып. 2000. С. 99–105.
6. *Кисин А.Ю.* Закономерности размещения и прогноз месторождений полезных ископаемых на основе модели блоковой складчатости // Дис. … докт. геол.-мин. наук. Пермь: ПГУ, 2009. 454 с.
7. *Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А. и др.* Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье) // Геотектоника. 2008. № 6. С. 46–69.
8. *Неганов В.М., Морошкин А.Н., Шихов С.А.* Строение Камско-Кинельской системы прогибов по результатам геофизики и бурения // Геофизика. Спец. вып. 2000. С. 34–38.
9. *Чайкин В.Г., Месхи А.М.* Позднепермский вулканизм Вятско-Камской межрифтовой зоны // Вулканизм и геодинамика. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2003. С. 130–134.
10. *Чайковский И.И., Нельзин Л.П., Савченко С.В.* Петрология и минералогия Пермяковской диатремы на Среднем Урале. Пермь: ПГУ, 2003.124 с.
11. *Шершнев К.С.* Геологическое строение протерозойско-палеозойского комплекса Пермского Предуралья // Дис. … канд. геол.-мин. наук. Пермь: Пермнефтегеофизика, 1971. 275 с.