

О значительной длительности сухого периода бессточной впадины свидетельствуют довольно часто встречающиеся кладки яиц динозавров. О сезонности, катастрофичности поступления водных масс можно судить по наличию многочисленных полносkeletalных остатков сухопутных травоядных динозавров-протоцератопсов. Подавляющее большинство скелетов этого местонахождения захоронено в прижизненно вертикальном положении, параллельно или несколько круче плоскости напластования (течением вымывался песчаный материал из-под тела и его наклон по отношению к дну становился более крутым). Вероятно, «воротник» протоцератопса служил своеобразным якорем и способствовал удержанию на наклонной поверхности. Гибель и захоронение динозавров, очевидно, происходили в местах их обитания. Массовую

гибель могли вызвать внезапные сезонные ливни и привнос большого количества песчаного материала (главным образом эолового) с соседних повышенных участков.

Заключение

Равнинный пролювий является полноправным членом флювиальной группы. Сложность его строения и разнообразие форм позволяют поставить вопрос о месте равнинного пролювия в классификации континентальных отложений в ранге подгруппы флювиальной группы, подразделив на несколько генотипов. Однако этот вопрос может быть решен лишь при более полном генетическом анализе отложений аридных и семиаридных зон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов И.А. Тафономия и геологическая летопись // Тр. ПИН АН СССР. 1950. № 1 24. В. 1.
2. Павлов А.П. Генетические типы материковых образований ледниковой и послеледниковой эпохи // Изв. Геолкома. 1888. Т.7. № 9.
3. Твердохлебов В.П. О раннетриасовом пролювии Приуралья и времени проявления складко- и горообразовательных процессов на Южном Урале // Изв. АН СССР, сер.геол. 1971. № 4.
4. Твердохлебов В.П. Эоловые образования раннего триаса на юго-востоке Русской платформы // Докл. АН СССР. 1971. Т. 199. № 6.
5. Твердохлебов В.П., Цыбин Ю.И. Генезис верхнемеловых местонахождений динозавров Тугрикин-Ус и Алаг-Тээг. Фауна и биостратиграфия мезозоя и кайнозоя Монголии // Тр. СМЭ АН СССР ПИН, АН МНР. М.: Наука, 1974.
6. Твердохлебов В.П. Некоторые общие вопросы исследований аридных континентальных экосистем. Деп. ВИНТИ, № 359—В886, 1988.
7. Твердохлебов В.П. Генетические типы континентальных отложений аридных и семиаридных зон и тафономические особенности связанных с ними местонахождений остатков тетрапод. Теория и опыт тафономии. Саратов.: Изд-во СГУ, 1989.
8. Твердохлебов В.П. Генетические и литогенетические типы континентальных отложений аридных и семиаридных зон. Проблемы геологии Южного Урала и Нижнего Поволжья. Саратов, 1991.
9. Твердохлебов В.П. Предгорные конусы выноса и эоловые отложения как индикаторы аридности климата на востоке Европейской части России в начале триаса // Изв. вузов. Геология и разведка. 2001. № 1.
10. Шанцер Е.В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований // Тр. ГИН АН СССР. 1966. В. 161.
11. Tverdokhlebov V.P. et al. First record of footprints of terrestrial vertebrates from the Upper Permian of the Cis-Urals, Russia. Paleontology, 1997. V. 40. P. 1.

НИИ Геологии СГУ

Рецензент — В.Б. Караулов

УДК 551.24:553.277

Н.Т. КОЧНЕВА, В.С. КРАВЦОВ

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РУДОНОСНЫХ ИНТРУЗИВНО-КУПОЛЬНЫХ МОРФОСТРУКТУР

Показано поэтапное развитие двух интрузивно-купольных структур, образовавшихся в условиях тектоно-магматической активизации и вмещающих крупные рудные узлы. С помощью морфоструктурного анализа и палеомагматических данных расшифровано внутреннее строение этих сооружений и выделены разновозрастные тектонические образования. Установлены связи разновозрастных структур с определенными типами рудной минерализации.

В последние годы в разных регионах обосновано выделение сводово-купольных образований в орогенных областях, являющихся типоморфными для условий тектоно-магматической активизации и обычно наложенных на складчатые дислокации. Характерная особенность таких структур — тесная ассоциация с ними ареалов магматических пород

изометричной формы (до 100 км в поперечнике). Многие купольные структуры имеют сложное внутреннее строение. Они вмещают разновозрастные магматические образования, сопровождающиеся рудной минерализацией сложного состава, и отличаются многостадийностью развития. Направлено развитие таких структур удается проследить

при реконструкции разновозрастных структурных планов. Определив, конкретные структурные формы каждого этапа и связав с ними синхронные магматические образования, нам удалось на двух примерах показать развитие интрузивно-купольных структур во времени. Эта задача была решена с помощью морфоструктурного анализа и дешифрирования космических снимков.

В структурных формах современного рельефа часто бывают запечатлены глубинные структуры, а также разновозрастные тектонические образования. Сравнительное изучение глубинных структур разных рангов и связанных с ними форм современного рельефа подтвердило их тесную взаимосвязь [3]. Исследование современных тектонических форм в данном случае помогло восстановить историю развития долго развивающихся интрузивно-купольных структур.

Авторами охарактеризованы две интрузивно-купольные структуры: Гудасская (Центральная Азия) и Иульгинская (Чукотка), расположенные в разных геотектонических регионах. На составленных палеосхемах отображены структурные формы в начале формирования и все последующие структурные изменения, происходившие в основные этапы развития. Кроме того, показаны соотноше-

пределах Гудасской структуры сконцентрированы разновозрастные магматические образования, представленные дайками и штоками от кислого до основного составов, здесь также отмечены обширные поля гидротермально-измененных пород. Ранее Гудасская структура оконтуривалась только по скоплению разновозрастных магматических образований. Для того, чтобы выяснить характер эволюции очаговой структуры, необходимо было проследить, как менялось ее внутреннее строение. Последнее реконструировано с помощью структурно-геоморфологического анализа, геологических и палеомагматических методических приемов.

Структурный анализ современного рельефа, представляющего в основном среднегорье (1500—1800 м), позволил выделить в пределах Гудасского района четыре взаимопересекающиеся кольцевые структуры (А, Б, В, Г), каждая из которых отличается особой морфологией современного рельефа (рис. 1). Диаметры структур А, Б, В достигают 10 км, структуры Г, расположенной в месте пересечения структур А и Б, — 5 км. В каждой из перечисленных кольцевых структур выделены радиально-концентрические системы разломов. Такие системы обычно фиксируют в рельефе долгоживущие очаговые сооружения [2, 7, 8, 12].

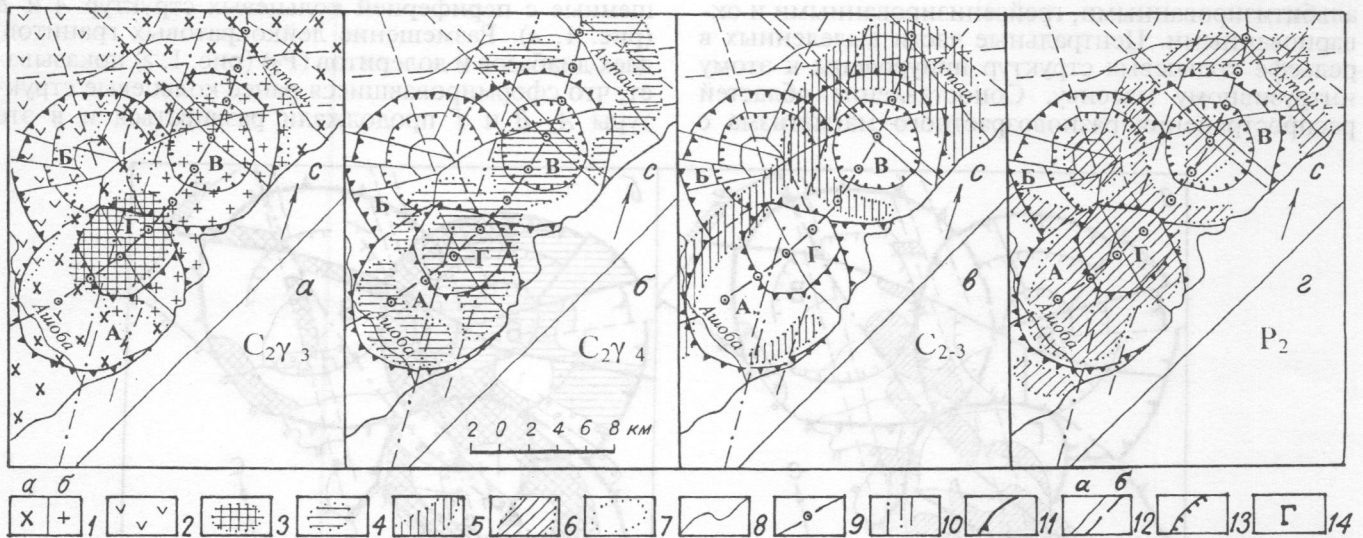


Рис. 1. Палеоструктурная схема Гудасского рудного района: 1 — гранодиориты $C_2\gamma_2$ (а), порфириновые биотитовые граниты $C_2\gamma_3$ (б); 2 — дациты, трахиандезиты, андезиты C_2ak ; 3 — область распространения ксенолитов, кварцевых жил и пегматитов; 4 — область распространения аплитовых гранитов, аплитовых, гранит-порфириновых, кварц-порфириновых даек $C_2\gamma_4$; 5 — область распространения порфириновых гранодиоритов C_2-3 ; 6 — область распространения лейкократовых гранодиоритов, диабазов, долеритов, габбро-долеритов P_2 ; 7 — границы областей распространения разновозрастных пород; 8 — граница территории, закрытой толщей рыхлых отложений; 9 — Гудасский разлом; 10 — сквозные меридиональные разломы; 11 — границы кольцевых структур; 12 — дислокации: а — внутрискрутурные, б — региональные; 13 — границы относительных опусканий; 14 — кольцевые структуры

ния локализации рудных месторождений и рудопроявлений с разными этапами развития этих структур. Рассмотренные структуры выделены и исследованы с помощью специальных методических приемов [8, 10, 11].

Гудасская очаговая структура купольного типа, вмещающая редкометалльное и полиметаллическое оруденения, расположена в Западном Тянь-Шане, на юго-восточном склоне Кураминского хребта. В геологическом отношении она приурочена к периферии Лашкерекской кальдеры, возникшей в связи с процессами позднепалеозойской активизации. В

Основные черты строения структуры А, выявленной в междуречье Ашобы и Гудаса, подчеркивают дугообразные и линейные депрессионные зоны. Хорошо прослеживаются периферийная депрессионная зона и две линейные депрессии, пересекающиеся в центре структуры и разделяющие ее на четыре разновысотных секториальных блока. Приподнятые западные и относительно пониженные восточные блоки придают структуре А асимметричный облик.

Кольцевая структура Б, приуроченная к истокам рек Ашт и Гудас, выделяется в основном по

концентрическим элементам рельефа. Возвышенности и кольцевые элементы образуют внутри структуры амфитеатр, в центре которого находится ядро структуры. Строение кольцевой структуры *B*, расположенной южнее р. Ашоба, отличается от такового структуры *B* более обширным ядром. В меньшей по размерам структуре *Г* выделяется хорошо проявленная радиальная система разломов — фрагменты крупных геологических нарушений.

Для составления палеомагматических схем, позволяющих проследить развитие Гудасской купольной структуры во времени, использованы данные С.М. Бабаходжаева, Н.П. Лаверова, И.Б. Иванова, Е.М. Головина и др. [1, 4, 9]. Выделенные этими авторами магматические комплексы подтверждены радиологическими датировками. Сопоставление палеосхем с морфоструктурной картой позволило установить взаимосвязь между разновозрастными структурными элементами. На палеомагматической схеме (рис. 1) представлены тела четырех магматических этапов: среднекаменноугольного (рис. 1, *a*, *б*), средне-позднекаменноугольного (рис. 1, *в*) и позднепермского (рис. 1, *г*) возрастов.

Возникновение очаговой структуры можно связать с внедрением Гудасского интрузивного массива (C_{273}), сложенного в основном порфировидными биотитовыми гранитами, местами интенсивно альбитизированными, грейзенизированными и окварцованными. Центральные части выделенных в рельефе кольцевых структур приурочены к этому интрузивному массиву. Сопоставление областей распространения разновозрастного магматизма с

кольцевыми морфоструктурами выявляет структурные перестройки, связанные с многостадийным развитием (рис. 1).

Вначале внутри Гудасского массива образовался ареал, совпадающий со структурой *Г*, где сконцентрированы кварцевые жилы и ксенолиты гранодиоритов более ранних магматических фаз (рис. 1, *a*). В следующую фазу развития магматизма внедрившиеся аплитовые интрузии, аплитовые и гранитпорфировые дайки (C_{274}) образовали два сросшихся кольцевых сооружения, вытянутых в северо-восточном направлении (рис. 1, *б*). Южная из них сопоставима с кольцевой морфоструктурой *A* и состоит из половинок, выделенных по ореалам распространения магматических тел этой фазы. Ядро северо-восточной половинки пространственно совпадает со структурой *Г* и отличается большей насыщенностью магматическими породами. Магматические образования этой фазы, северо-восточнее структуры *Г*, имеющие приблизительно равные с ней размеры, представляют ядерную часть структуры *B*. С северо-востока эта структура окаймлена дугообразным поясом, границы которого также определяют ареал распространения интрузивных пород четвертой фазы (C_2). Порфировидные гранодиориты и гранодиорит-порфиры (C_{2-3}) группируются в дугообразные зоны, совмещенные с периферией кольцевых структур *A* и *B* (рис. 1, *в*). Размещение лейкократовых гранитов, даек диабазов и долеритов (P_2) (рис. 1, *г*) показывает, что сформировавшиеся ранее кольцевые структуры *A*, *B* и *Г* продолжали развиваться и в это

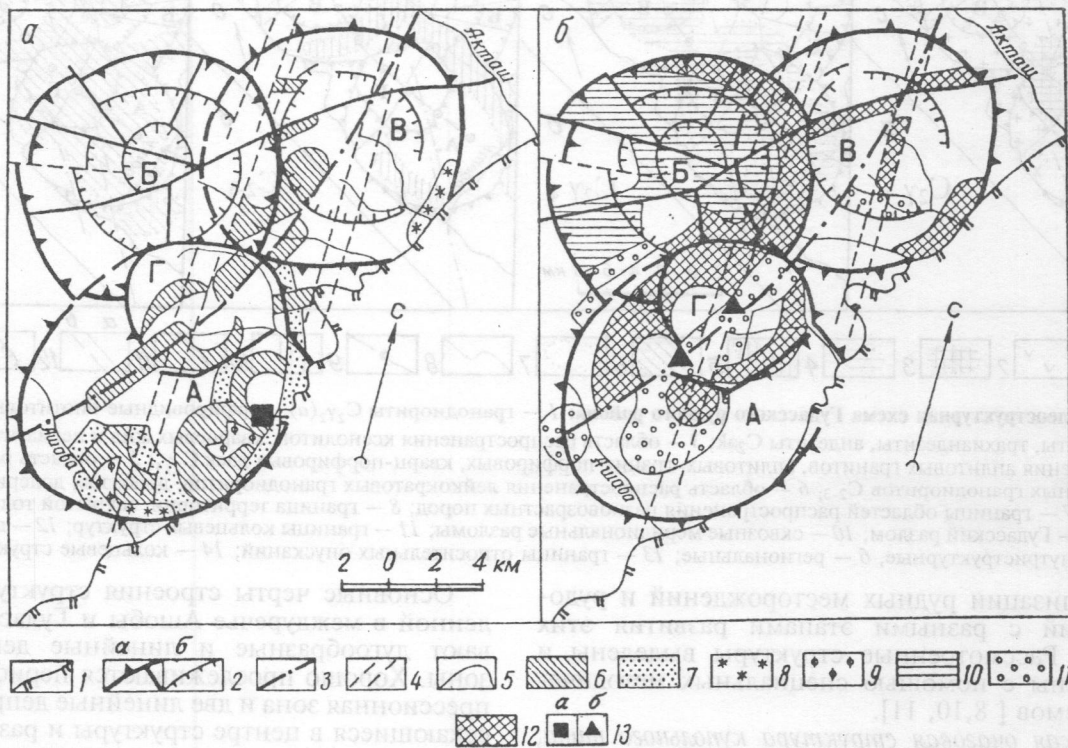


Рис. 2. Схема размещения рудной минерализации в пределах Гудасского рудного района: 1 — граница, отделяющая территорию, закрытую толщей рыхлых отложений; 2: *a* — ганицы кольцевых структур, *б* — границы относительных опусканий; 3 — Гудасский разлом; 4 — прочие разломы; 5 — границы металлогенических зон; 6—9 — металлогенические зоны среднекаменноугольные: 6 — висмута-вольфрамо-молибденовые, 7 — свинцово-цинковые, 8 — редкометалльно-кварц-карбонатные, 9 — медные; 10—12 — металлогенические зоны позднекаменноугольно-пермские: 10 — редкометалльно-флюоритовые, 11 — полиметаллические, 12 — медно-висмутовые и медные; 13 — месторождения: *a* — вольфрамово-молибденовые, *б* — свинцово-цинковые

время. Однако основная концентрация пород данного возраста отмечается в пределах вновь образованной структуры *Б*, а в ее центральной части расположена группа интрузивных тел (P_2). Большое значение в строении купольной структуры имеет дугообразный Гудасский разлом, в пределах которого установлены центры трех дочерних кольцевых структур. Образование разлома по геологическим данным совпадает с началом формирования структуры *Г*.

Рудоносность Гудасской структуры изучена авторами совместно с Г.А. Тананаевой [7]. В рассматриваемом рудном районе известны полиметаллические, вольфрамовые, молибденовые, висмутовые, медные и редкометалльно-флюоритовые рудопроявления. Главное значение имеют полиметаллические. При определении возраста рудопроявлений большое внимание обращалось на их связь с магматическими образованиями. В результате все рудопроявления разделены на две возрастные группы: среднекаменноугольную и позднекаменноугольно-пермскую (рис. 2).

Более древние, вольфрамовые и молибден-вольфрамовые, проявления расположены в пределах ранее образованных структур (*А* и *Г*) и связаны с гранитоидами третьей и четвертой фаз (C_2) (рис. 2, *а*). По периферии некоторых молибден-вольфрамовых полей появляются полиметаллические и медные проявления. Большую роль в размещении вольфрамовой и молибден-вольфрамовой минерализаций играет Гудасский разлом, вдоль которого известны поля и ореолы вольфрама. Минерализация позднекаменноугольно-пермского возраста развита в основном в северо-западной части структуры *А* и особенно интенсивно в структуре *Б* (рис. 2, *б*). Полиметаллические, редкометалльно-флюоритовые, шеелит-вольфрамитовые, медно-висмутовые рудопроявления приурочены к интрузивным породам $C_{2-3} - P_2$. Пермская минерализация активно проявилась и в пределах структуры *Г*, где выявлено крупное полиметаллическое месторождение Гудас.

Таким образом, анализ современных тектонических форм рельефа и палеомагматические построения позволили выделить в пределах Гудасского рудного района долгоживущую очаговую структуру, состоящую из четырех разновозрастных и наложенных одних на другие кольцевых сооружений. Она возникла в среднекаменноугольном периоде и закончила развитие в поздней перми Первоначально купольная структура *Г* разрасталась за счет образования вокруг нее более крупных дочерних кольцевых сооружений *А*, *Б*, *В*. В начале образовалась структура *А*, затем *В* и *Б*, причем наиболее долгоживущей оказалась структура *Г*, возникающая на месте пересечения Гудасского разлома и сквозной зоны разломов меридионального простирания.

Иультинская интрузивно-купольная структура в Центральной Чукотке образована в результате внедрения рудоносных гранитоидов в процессе юрско-меловой тектоно-магматической активизации. Основные черты строения структуры реставрированы с помощью морфоструктурного анализа и дешифрирования космоснимков. В современном рельефе унаследованно проявлены основные черты внутреннего строения этой структуры (рис. 3).

Иультинская структура (в поперечнике ~70 км, абсолютные отметки 1000—1300 м) оконтурена системой дугообразных долин: Амгуэма, Чаантал-вергин, Имерпейвеем. В ее центральной части, в междуречье Выквыльвэгыргын, Ленотай и Нельпынейвеем, выявлено относительно опущенное (300—600 м) ядро, к которому примыкают разновысотные секториальные блоки. В структуру купольного поднятия вписан полигональный блок фундамента, залегающий неглубоко. Большинство геологов связывают образование Иультинского купола с внедрением гранитоидов позднеюрского и мелового возрастов (тауреранский и иультинский интрузивные комплексы) [5, 12].

Магматические породы тауреранского комплекса с абсолютным возрастом 120—115 млн. лет ($K-Ag$ метод) приурочены в основном к периферии свода. В центральной части наблюдаются выходы пород иультинского комплекса, возраст которых колеблется от 105 до 75 млн. лет [5, 13]. Для выяснения структурных преобразований, связанных с последовательным внедрением магматических пород, проведены анализ современных тектонических форм рельефа и сопоставление их с разновозрастными интрузивными образованиями. При анализе современной поверхности с помощью разнопорядковых структурных элементов рельефа оконтурены структуры различных таксономических рангов. Так, дугообразные и прямолинейные долины рек, образующие радиально-центростремительный или радиально-центростремительный тип рисунков использованы в качестве одного из индикаторов при оконтуривании округлых структур, а вытянутые системы, состоящие из линейных разноранговых элементов, — для выявления разрывных нарушений. Особо интересны четыре кольцевые структуры, расположенные в пределах юго-западной части купола. Они сложно переплетены и как-бы вложены одна в другую. Наиболее крупная структура проявлена не всегда четко — затушевывается элементами строения наложенных на нее других кольцевых структур, центры которых мигрируют на восток, а размеры последовательно уменьшаются (диаметры 40, 20, 10 и 5 км). Эта система кольцевых структур, за исключением наименьшей, расположена в пределах Иультинского массива, вмещающего верхнемеловые интрузивные породы. Можно предположить, что интрузивный массив сформировался в четыре фазы: I — гранит-порфиры ($\gamma_1 K_2$), II — среднезернистые граниты ($\gamma_2 K_2$), III — порфировые андезитовые граниты ($\gamma_3 K_2$), IV — мелкозернистые лейкократовые граниты ($\gamma_4 K_2$) [9, 10]. Анализируя распространение выходов интрузивных пород в пределах выявленной системы кольцевых структур можно отметить следующее. Там, где проявлены концентрические и радиальные дислокации наиболее крупной кольцевой структуры, установлены в основном гранитоиды I фазы. В средней структуре преимущественно развиты породы II фазы и их лишь местами прорывают интрузивы III и IV фаз. С восточными структурами связаны главным образом интрузивные образования IV фазы.

На восточной периферии купола, в пределах Вешковского и Метегинского интрузивных массивов позднеюрского — раннемелового времени так-

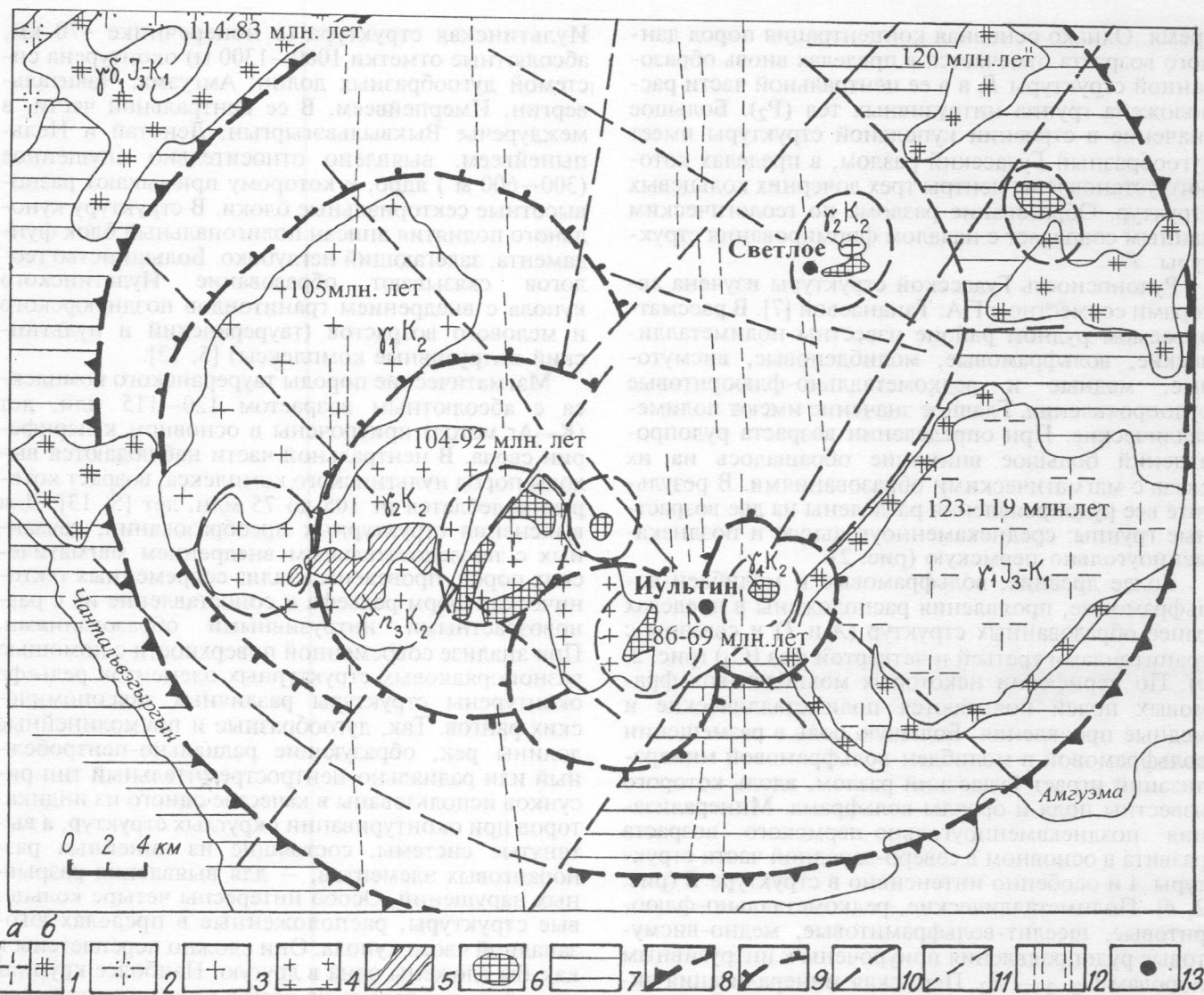


Рис. 3. Палеомагнитическая схема Иультинского купола; тауреранский интрузивный комплекс: 1 — I фаза: среднезернистые граниты (а) и гранодиориты (б); 2 — II фаза, мелкозернистые граниты; иультинский интрузивный комплекс: 3 — I фаза, порфириовидные граниты; 4 — II фаза, среднезернистые и порфириовидные граниты; 5 — III фаза, гранит-порфиры; 6 — IV фаза, мелкозернистые граниты; 7 — периферия купольного поднятия; 8 — границы Иультинского купола; 9 — границы дочерних кольцевых структур; 10 — протяженные линейные дислокации 11 — внутрискрутурные линейные и кольцевые элементы современного рельефа; 12 — меридиональные сквозные зоны нарушений; 13 — олово-вольфрамовые месторождения

же выявлены одиночные кольцевые структуры (5—10 км в диаметре), к которым приурочены небольшие массивы гранодиоритов, кварцевых монцититов последних фаз.

Кроме кольцевых структур Иультинский купол осложнен линейными дислокациями, простирающимися далеко за его пределы. Особенно отчетливо проявлены линейные элементы северо-восточного простираения, которые группируются в центральной и восточной частях купола и могут являться фрагментами установленной здесь системы глубинных разломов [12]. Дислокации северо-западного простираения развиты в основном в юго-западной части купола: они образуют зону, в пределах которой мигрируют центры вышеназванных дочерних кольцевых сооружений. Зонам ортогонального простираения присущ сквозной характер, и их пересечения с диагональными нарушениями образуют тектонические узлы. К одному,

осложненному расчлененной кольцевой структурой, приурочено оловянно-вольфрамовое месторождение Иультин.

Сравнение строения современного Иультинского купола с размещением магматических пород установило их пространственное совмещение. Выходы гранитоидов, расположенные в пределах современной структуры, позволяют предположить, что свод сформировался в два этапа: раннемезозойский (геосинклинальный) и позднемезозойский, соответствующий эпохе тектоно-магматической активизации. Наложенные кольцевые дочерние структуры и связанные с ними разнофазные магматические породы позволяют восстановить картину развития очаговых структур второго этапа. Смещение центров дочерних кольцевых структур и последовательное сокращение их размеров могут указывать на миграцию очага и постепенное его угасание. Первому этапу формирования Иультин-

ского свода соответствуют в основном золотокварцевые рудопроявления, второму — оловянно-вольфрамовые [13]. Последние тесно связаны с дочерними кольцевыми структурами, не превышающими 10 км в диаметре и вмещающими магматические породы последних фаз внедрения.

Таким образом, сопоставление структурных форм современного рельефа с палеомагматическими данными позволило отразить временную последовательность развития Гудасской и Иультинской рудоносных структур и показать их изменения внутреннего строения. При развитии Иультинского купола наблюдалось постепенное угасание очагово-купольной структуры; в Гудасском куполе, напротив, происходило разрастание первоначального очага. Кроме того, в том и другом

случаях установлена временная миграция центров дочерних структур, причем в пределах Иультинского купола к последней фазе развития размер структур уменьшился, а в пределах Гудасского — более крупные дочерние сооружения мигрировали вокруг центральной, значительно меньшей по размерам долгоживущей структуры. Наиболее крупные рудные узлы и в том и другом случаях расположены в местах пересечения разнонаправленных дислокаций. В Иультинском районе они приурочены к структурам, образованным в последнюю фазу магматизма, а в Гудасском — к долгоживущей структуре, вмещающей разновозрастные интрузивы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 00-05-64136

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаходжаев С. М. Петрология и особенности геохимической специализации интрузивных комплексов Восточного Кармазара. Душанбе: Дониш, 1975.
2. Волков А. В. Рудоносные интрузивно-купольные структуры Центральной Чукотки // Изв. вузов. Геология и разведка. 1999. № 1.
3. Герасимов И. П. Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение. М.: Изд-во АН СССР, 1959.
4. Головин Е. М. Об опорных радиологических точках в Кармазаре // Определение абсолютного возраста рудных месторождений и молодых магматических пород. М.: Наука, 1976.
5. Загузина И. А. Геохронология мезозойских гранитоидов Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1977.
6. Козлов В. Д., Ефремов С. В. Геохимическая типизация, рудоносность гранитоидов и продуктивность Sn-W оруденения Чукотской металлогенической провинции // Магматизм и метаморфизм Северо-Востока Азии. Магадан, 2000.
7. Кочнева Н. Т., Тананаева Г. А. Гудасская очаговая структура // Изв. АН СССР, сер. геол. 1990. № 7.
8. Кочнева Н. Т., Томсон И. Н., Белов Р. А. Структура Дальнегорского рудного района по данным компьютерного дешифрирования космических снимков // Руды и металлы. 1998. № 5.
9. Лавров Н. П., Беликов Б. П., Иванов И. Б. Об абсолютном возрасте интрузивных пород и верхней возрастной границе магматизма в юго-западных отрогах Северного Тянь-Шаня // Изв. АН СССР, сер. геол. 1964. № 10.
10. Металлогения скрытых линейментов и концентрических структур. М.: Недра, 1984.
11. Металлогения орогенов. М.: Недра, 1992.
12. Нартиков В. Д., Лепешев М. Н., Кочнева Н. Т. Структура и металлогения Иультинского рудного района // Изв. АН СССР, сер. геол. 1975. № 2.
13. Политов В. К., Столяров И. С. Критерии оловоносности гранитоидов Иультинского рудного района (Восточная Чукотка) // Особенности металлогении оловорудных районов востока СССР. М.: Изд-во ВИМС, 1980.

ИГЕМ РАН

Рецензент — Н. И. Корчуганов