



СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ АУ-АГ-ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АГАНСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н. К. Гайдай, И. М. Хасанов

Неизбежное истощение россыпной базы приводит к необходимости более детального изучения рудных месторождений. В конце XX в. в пределах вулканоплутонических поясов проводились поисковые работы и были установлены рудопроявления. Однако определенное тогда содержание золота делало неэффективной промышленную эксплуатацию этих месторождений. Новейшие технологии горной добычи позволяют вернуться к ранее разведанным месторождениям. В работе представлены результаты комплексного анализа структурного положения и особенностей глубинного строения Аганской перспективной площади Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, рудный потенциал которой во многом связан с неоднократными разновременными вулканическими и плутоническими инъекциями, сопряженными с глубинными разрывными нарушениями, приводящими к «перемешиванию» корового и мантийного вещества.

Ключевые слова: месторождение, глубинное строение, разлом, плотность пород.

STRUCTURAL POSITION AND SOME DEEP STRUCTURE FEATURES OF AU-AG-EPITHERMAL DEPOSITS OF THE AGAN PERSPECTIVE AREA (MAGADAN REGION)

N. K. Gayday, I. M. Khasanov

Inevitable exhaustion of placer base sharply raises a question of the need for more detailed studying of ore deposits. Nowadays within volcanic-plutonic belts there are territories where prospecting was carried out and ore occurrences were discovered at the end of the XX century. However the gold content revealed at that time did not give the chance to exploit those deposits effectively. Today the newest technologies of mining allow returning to previously proven deposits. The paper presents results of the complex analysis of structural position and deep structure features of the Agan perspective area of the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt. Its whose ore potential is mainly connected with numerous volcanic and plutonic injections occurring at different times and conjugate to hypogene faults leading to intermixing of crustal and mantle material.

Keywords: deposit, deep structure, fault, rock density.

В последние десятилетия на обширной территории Северо-Востока России в пределах вулканоплутонических поясов установлено достаточно большое количество различных месторождений и рудопроявлений (рис. 1). Исчерпание разведанных запасов компенсируется вводом в эксплуатацию новых месторождений [6]. Но, несмотря на большие объемы проведенных работ, необходимо констатировать, что и сегодня эта территория остается геологически слабо изученной. Хотя здесь пока отсутствуют месторождения мирового масштаба, состояние россыпной базы уже давно привело к необходимости детальной работы с рудными месторождениями. В настоящее время на Северо-Востоке России открыто достаточное количество месторождений и рудопроявлений с низким, как полагали ранее, содержанием золота и серебра, а соответственно, нерентабельных в разработке. На них даже не были проведены качественные геофизические работы. Однако стремительно развивающиеся технологии выемки, извлечения и обогащения позволяют возвращаться к их доизучению.

Специалисты полагают, что для увеличения объемов добычи золота и серебра в первую очередь необходимо продолжать поисковые работы

в пределах вулканоплутонических поясов, потенциально перспективных на эти металлы [8]. Яркий пример этого – успешная эксплуатация месторождений Кубака, Купол, Двойное и др. Так, только за три года эксплуатации уникального золотосеребряного месторождения Купол было добыто свыше 60 т золота и 650 т серебра [2].

Сказанное подтверждает актуальность многоаспектного изучения месторождений и рудопроявлений вулканоплутонических поясов. Целью работы была попытка интеграции элементов структурного положения и некоторых особенностей глубинного строения Au-Ag-эпитеpмальных месторождений Аганской перспективной площади Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.

Фактический материал и методика

Охотско-Чукотский вулканогенный пояс (ОЧВП) – крупнейший элемент Восточно-Азиатской системы окраинно-континентальных вулканоплутонических поясов протяженностью около 3 тыс. км. Его ширина колеблется от 100 до 300 км. ОЧВП сложен исключительно субаэральными вулканитами известково-щелочной и отчасти субщелочной серии (глиноземистые базальты, андезиты, дациты, рио-

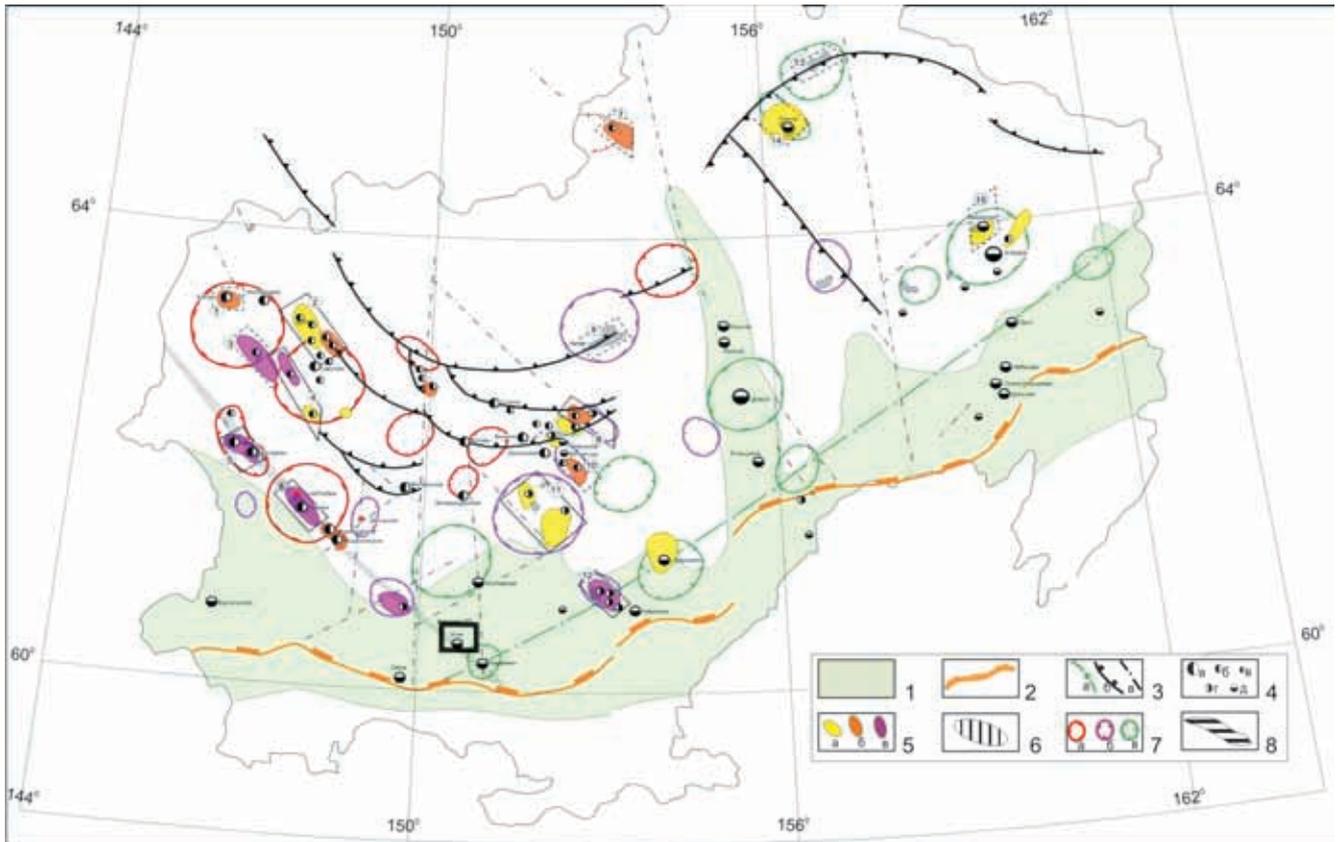


Рис. 1. Схема размещения площадей, перспективных на выявление крупных месторождений рудного золота (составлена по материалам В. И. Родионова, 2005)

1 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; 2 – палеозона субдукции Охотоморской плиты; 3 – осевая субдукционная зона разломов (а), надвиги (б), сбросо-взбросы (в); 4 – крупные (а), средние и мелкие (б) месторождения и рудопроявления (в) золотокварцевой (а), золоторедкометалльной (г) и золотосеребряной (д) формаций; 5 – рудные узлы, характеризующиеся наиболее высокими геологическими прогнозными ресурсами золота: 50–100 т (а), 100–200 т (б), более 200 т (в), по данным оценки 2003 г.; 6 – геохимические аномалии с оцененными прогнозными ресурсами золота более 100 т; 7 – аномальные геохимические узлы полиформационного профиля с преобладанием ассоциаций золотокварцевой (а), золоторедкометалльной (б) и золотосеребряной (в) типов; 8 – зона Тенькинского глубинного разлома

литы) мощностью до 5–7 км, а также родственными им по составу, близкими по возрасту, нередко батолитового типа интрузивами, в большинстве многофазными, сложенными габбро, диоритами, преобладающими гранодиоритами (с участием тоналитов и кварцевых монзонитов) и гранитами [8].

Месторождения и рудопроявления Аганской перспективной площади приурочены к южной части одноименной вулканоструктуры, представленной сложно переслаивающимися горизонтами туфов кислого состава хольчанской свиты, перекрытых горизонтально лежащими игнимбритами липаритов ольской свиты [4]. Рудоносные тела выполняют систему мелких трещин различной ориентировки, концентрирующихся в единую штоковоподобную зону северо-северо-западного простирания, которая имеет протяженность около 3 км, но при этом не выходит за пределы развития туфов хольчанской свиты [4]. Туфы изменены с образованием пропилитов хлоритовой фации, вторичных кварцитов (аргиллизитов) с алунитом, каолинитом, гидрослюдой [4]. Золотосеребряное

оруденение Аганской перспективной площади размещается во вторичных кварцитах гидрослюдистой фации, достигающей здесь мощности 400 м [4]. Анализ положения вторичных кварцитов в геологическом разрезе позволяет говорить об экранирующей роли перекрывающей ее игнимбритовой толщи.

Рудные тела представлены многочисленными адуляр-карбонатными жилами и рудоносными брекчиями с адуляр-кварцевым и каолинит-гематит-кварцевым цементом. Среднее содержание золота в шести исследованных рудных телах (из множества установленных) – от 1,1 до 2,9 г/т. Рудные тела изучены единичными канавами и скважинами, что не дает полного представления о параметрах оруденения. Большинство тел недоразведано на флангах и на глубину. Рудное поле почти не эродировано. Разрывные нарушения северо-западной и субмеридиональной ориентировки связаны с положением основных магмоподводящих каналов, которые контролируют размещение продуктов вулканической деятельности и гидротермально измененных

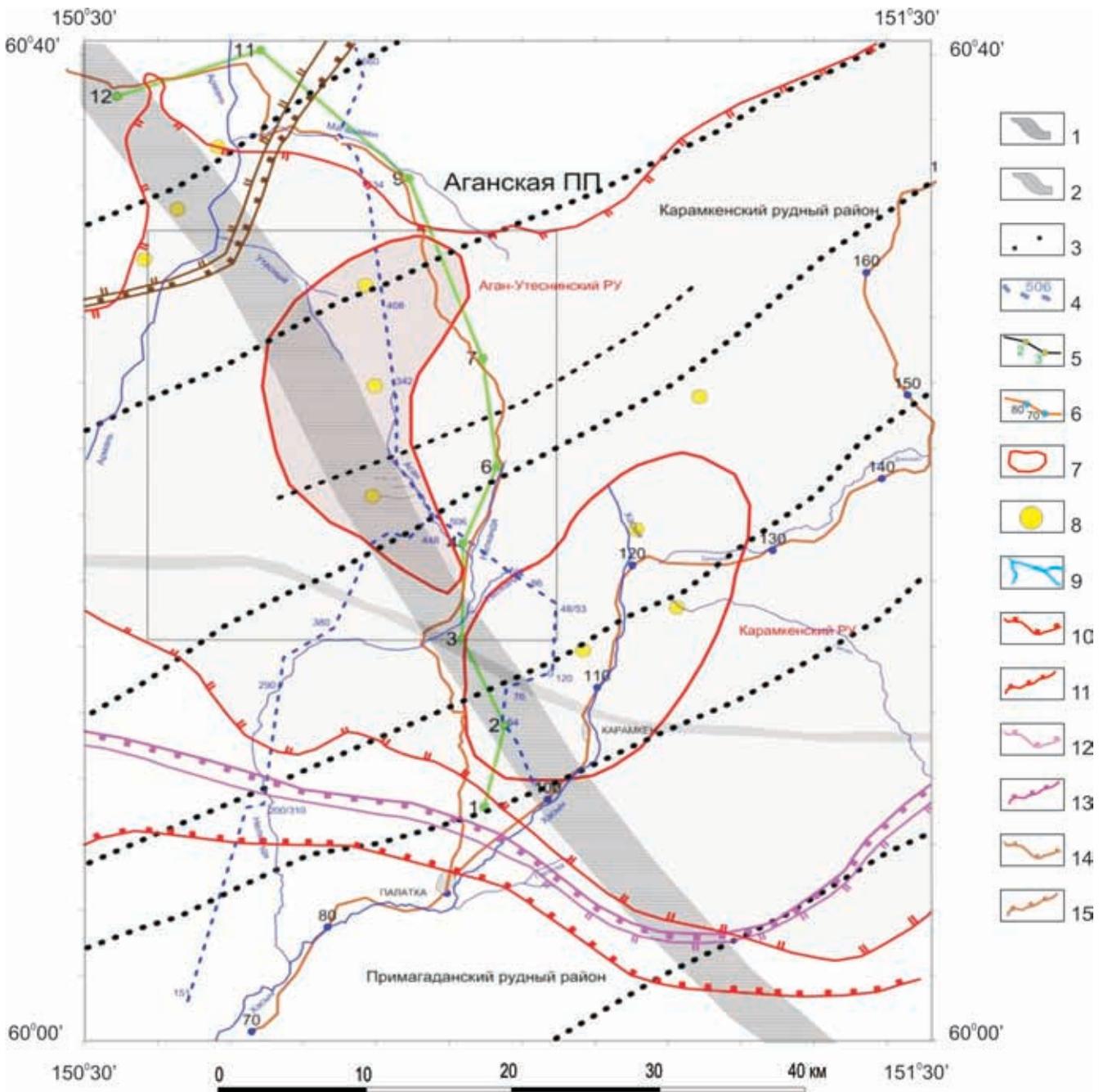


Рис. 2. Схема расположения основных разрывных нарушений рудных узлов (основа – схема минерагенического районирования и прогноза полезных ископаемых, по Анорову, 2003)

Зоны глубинных разломов: 1 – Тенькинского, 2 – Челомджа-Ямского; 3 – оси разрывных нарушений второго порядка северо-восточного простирания; 4 – сейсмопрофиль МОВ; 5 – профиль МТЗ с номерами пикетов (Иркутскгеофизика, 1996); 6 – профиль 2-ДВ с километровыми отметками; 7 – рудные узлы; 8 – месторождения и проявления; 9 – речная сеть; границы металлогенических зон и рудных районов: 10 – Прикарамкенской, 11 – Карамкенской, 12 – Челомджа-Ямской, 13 – Примагаданского, 14 – Арmano-Хетинской, 15 – Арманского

пород на Аганской перспективной площади и за ее пределами (рис. 2).

Структурно площадь находится на продолжении рудогенерирующего Тенькинского глубинного разлома, перекрытого вулканогенными образованиями Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (рис. 3). Разлом прослеживается на всю мощность земной коры, и в нем происходит интенсивный теплоперенос. Разлом долгоживущий, по нему многократно осуществлялись подновления

[7]. На Аганской перспективной площади Тенькинский глубинный разлом сочленяется с разноранговыми субмеридиональными и субширотными нарушениями.

На площади, как и в целом в ОЧВП, развит многоэтапный магматизм (до-, син- и постэпитеpмальный), с которым ассоциирует разнотипное оруденение. Однако именно в этом секторе ОЧВП широко распространены реювенированные эпитеpмальные месторождения [5].

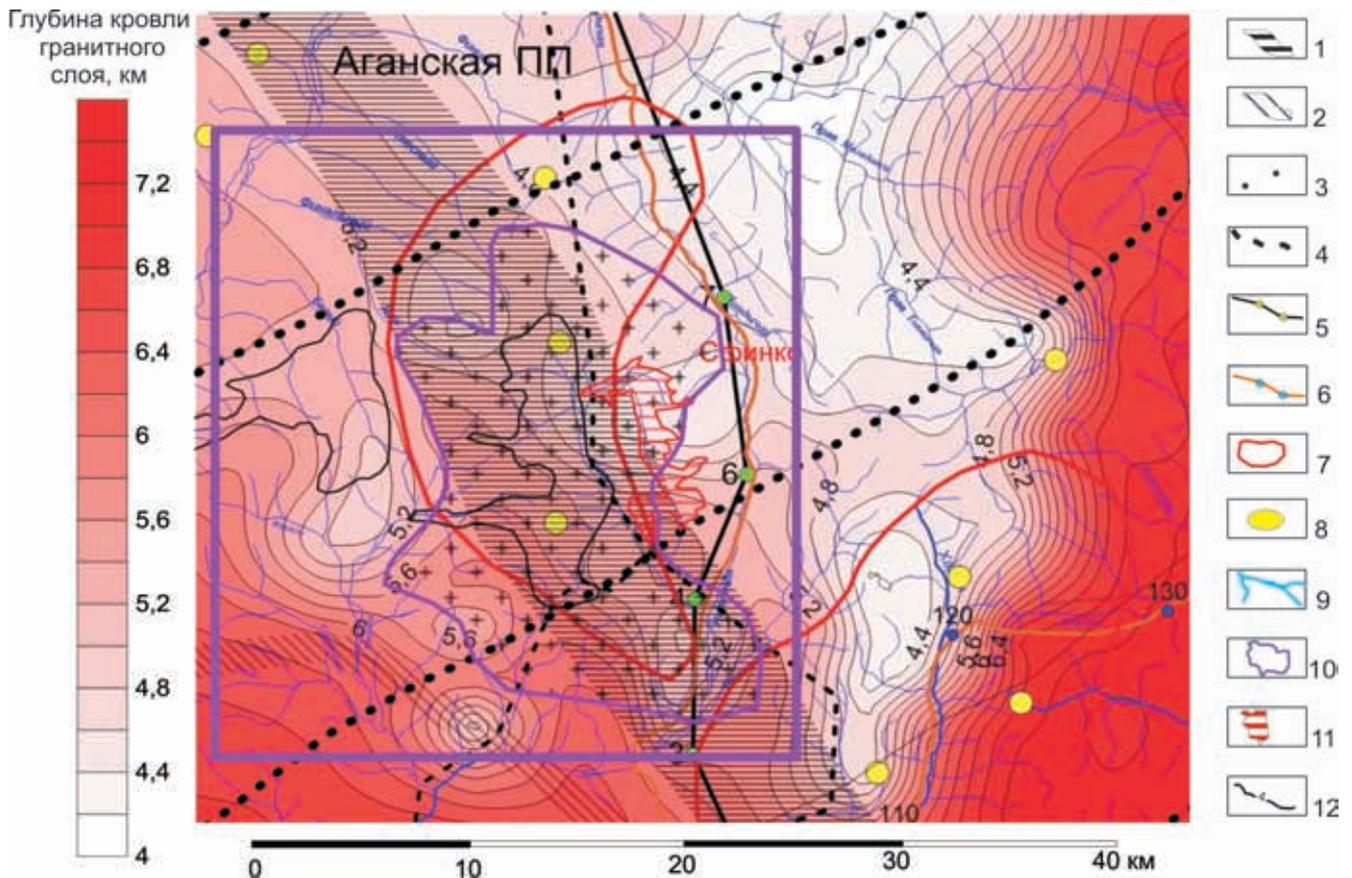


Рис. 3. Рельеф кровли гранитного слоя Аганской перспективной площади

Зоны глубинных разломов: 1 – Тенькинского, 2 – Челомджа-Ямского; 3 – оси разрывных нарушений второго порядка северо-восточного простирания; 4 – сейсмопрофиль МОВ; 5 – профиль МТЗ (Иркутскгеофизика, 1996); 6 – профиль 2-ДВ; 7 – рудные узлы; 8 – месторождения и проявления, 9 – речная сеть; 10 – предположительные контуры интрузива, частично вскрытого на поверхности; 11 – контуры вскрытой части интрузива «Сфинкс»; 12 – изолинии рельефа кровли гранитного слоя

В границах Охотского сектора ОЧВП преобладают кислые магматические комплексы, имеющие олово-серебро-молибденовую специализацию [5]. При этом развитие эпитермальных месторождений преимущественно золотосеребряного типа в структурах ОЧВП связано с тем, что в его основании залегают потенциально золото- и/или сереброносные толщи верхоянского терригенного комплекса, а также древние метаморфические комплексы срединных массивов (кратонов), послужившие дополнительными источниками металлов для вулканогенно-плутоногенных месторождений [8].

В гравитационном поле Аганская перспективная площадь выделяется гравитационным минимумом миндалевидной формы северо-западного простирания. Особенности глубинного строения данной территории оценены путем интерпретации аномалий поля силы тяжести методами новой интерпретационной гравиметрии (НИГ) [3]. В основе методов лежат представления о преимущественно блоковой природе аномалий. В качестве элементарной ячейки, моделирующей земную кору, мы используем многослойную пятигранную призму. Массив данных с параметрами блоков-призм (аномальная плотность отдельных слоев призмы, ее геометрические размеры) – основа для построения

трехмерной плотностной модели земной коры. Разбиение земной коры на блоки-призмы осуществляется путем триангуляции с использованием программы Civil 3D (по изолиниям гравитационного поля). Параметры уточняются последовательными итерациями до достижения удовлетворительного совпадения расчетного гравитационного поля с наблюдаемым [1].

Результаты

Итоги интерпретации аномалий поля силы тяжести позволили оценить характер рельефов плотностных границ расслоения в земной коре, а также плотностные особенности глубинного строения Аганской перспективной площади.

На изучаемой территории наблюдаются локальные подъемы кровли гранитного слоя до 4,6 км (см. рис. 3). Подъем кровли характерен также и в направлении с юго-запада (5,6 км) на северо-восток (4,2 км) в области между двумя сонаправленными разрывными нарушениями северо-восточного простирания. Изолинии рельефа кровли кристаллического фундамента вытянуты в северо-западном направлении, что, с нашей точки зрения, отражает интенсивные процессы теплопереноса, происходящие в зоне глубинного разлома. В рельефе

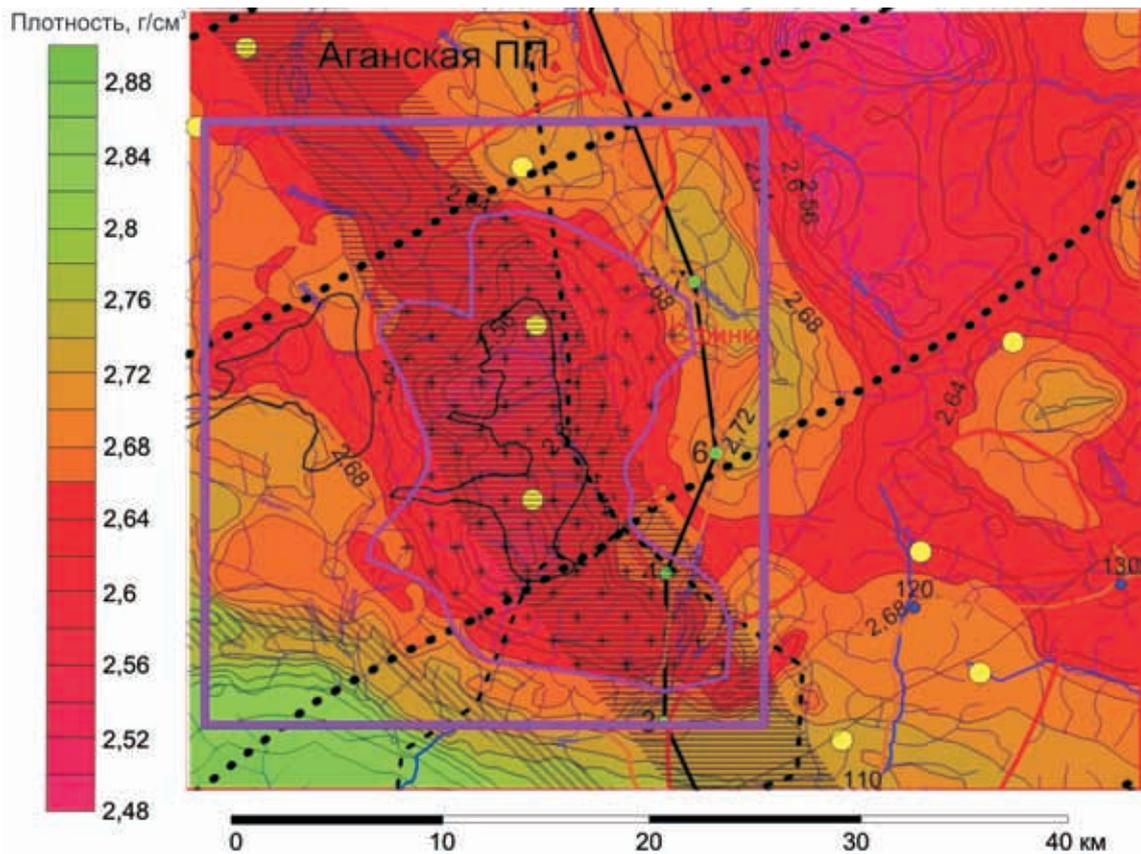


Рис. 4. Плотностной срез на глубине 5 км (значения плотности указаны без учета ее изменения с глубиной)

Усл. обозн. см. на рис. 3

кровли базитового слоя также отмечается воздействие повышенных тепловых потоков на вещество земной коры в зоне мощного разрывного нарушения. Здесь, так же как и в гранитном слое, установлены локальные подъемы кровли, причем территориально они совпадают с положением локальных подъемов кровли гранитного слоя. Вероятно, в этих рельефах отражаются участки земной коры, которые выступали как локальные каналы, проводящие повышенные тепловые потоки, которые поднимались из мантии в определенные периоды тектономагматической активизации. Именно эти потоки стали причиной глубинной метаморфизации, которая привела к локальному вертикальному смещению границ геофизических слоев.

Плотностную структуру земной коры Аганской перспективной площади можно проследить на срезах, выполненных на различных глубинах. На глубине 2 км практически вся площадь занята породами с плотностью 2,61–2,64 г/см³. Этот срез не дает представления об особенностях структуры земной коры, поскольку такая плотность характерна как для вулканитов ОЧВП, так и для гранитных интрузивов. Более информативен срез, выполненный на глубине 5 км, где вулканитов уже нет (рис. 4). В центре площади устанавливаются контуры частично вскрытого на поверхности интрузива, мощность которого оценивается в 6–7 км, с более глубоко уходящими корнями (зоны разуплотнения прослеживаются до

глубин 11–14 км). Размещение интрузива соотносится с положением зоны Тенькинского разлома. В западной части Аганской перспективной площади устанавливается небольшая зона разуплотнения, которая прослеживается на всю мощность земной коры, оцениваемую в 41 км. Мы интерпретируем эту зону как магмоподводящий канал.

Выводы

Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что высокий рудный потенциал Аганской перспективной площади обусловлен неоднократно возобновляющимися магматическими процессами, которые сопровождались «перемешиванием» корового и мантийного вещества. Территория находится в зонах мощных разрывных нарушений, прослеживающихся на всю глубину земной коры. Именно сочетание условий структурного положения и особенностей глубинного строения оказываются определяющими в формировании месторождений и рудопроявлений Аганской перспективной площади.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ващилов, Ю. Я. Трехмерная глубинная плотностная модель Паутовского горста и ее геологическая интерпретация (Северо-Восток России) [Текст] / Ю. Я. Ващилов, Н. К. Гайдай, О. В. Сахно // Тихоокеанская геология. – 2008. – Т. 27, № 4. – С. 22–38.



2. **Волков, А. В.** Au-Ag месторождения вулкано-генных поясов – основа создания новых горнорудных районов на Северо-Востоке России [Электронный ресурс] / А. В. Волков, А. А. Сидоров // Золото и технологии. – 2011. – № 4(14). – Точка доступа: <http://zolteh.ru/index.php?dn=news&re> (дата обращения 20.04.2015).

3. **Гайдай Н. К.** Новая интерпретационная гравиметрия. Понятия. Возможности. Перспективы использования [Текст] / Н. К. Гайдай // Вестник Северо-Восточного государственного университета. Спецвыпуск. – Магадан : Изд-во СВГУ, 2010. – № 13. – С. 10-14.

4. **Геологическая** карта и карта полезных ископаемых Охотско-Колымского региона. Масштаб 1:500 000 : объяснительная записка в 4 кн. Кн. 1. Геологическое описание. Полезные ископаемые, минералогическое районирование и прогнозная оценка территории [Текст] / Под ред. Г. М. Сосунова ; авт.-сост. С. Д. Вознесенский, В. А. Огородов, Н. Г. Мананов [и др.]. – Магадан : ГП «Магадангеология», 1999. – 181 с.

5. **Золотосеребряносный** Охотско-Чукотский вулканогенный пояс [Текст] / А. А. Сидоров, В. Ф. Белый, А. В. Волков [и др.] // Геология рудных месторождений. – 2009. – Т. 51, № 6. – С. 512–527.

6. **Мировой** рейтинг стран. 2012 год. Золото [Электронный ресурс] // Недропользование. Региональный портал Дальний Восток. – Точка доступа: <http://nedradv.ru/mineral/msb/?F2> (дата обращения 20.04.2015).

7. **Шарафутдинов, В. М.** Глубинное строение юго-востока Яно-Колымской складчатой системы по геофизическим данным и характерные особенности строения золоторудных узлов [Текст] / В. М. Шарафутдинов, И. М. Хасанов // Уч. зап. Казанского ун-та. Сер. Естественные науки. – 2011. – Т. 153, кн. 3. – С. 230–246

8. **Au-Ag оруденение** вулканогенных поясов Северо-Востока Азии [Текст] / Н. А. Горячев, А. В. Волков, А. А. Сидоров [и др.] // Литосфера. – 2010. – № 3. – С. 36–50.

REFERENCES

1. Vashchilov Yu.Ya., Gayday N.K., Sakhno O.V. [Three-dimensional deep density model of the Pau-

tovsky horst and its geological interpretation (Northeast of Russia)]. *Tikhookeanskaya geologiya – Pacific geology*, 2008, vol. 27, no. 4, pp. 22–38. (In Russ.).

2. Volkov A.V., Sidorov A.A. [Au-Ag deposits of volcanogenic belts is a basis for creating new mining areas in the Northeast of Russia]. *Zoloto i tekhnologii – Gold and technologies*, 2011, no. 4(14). Available at: <http://zolteh.ru/index.php?dn=news&re> (accessed 20.04.2015). (In Russ.).

3. Gayday N.K. [New interpretative gravitation measurements. Concepts. Opportunities. Prospects of application]. *Vestnik Severo-Vostochnogo gosudarstvennogo universiteta. Spetsvypusk – Bulletin of Northeast state university. Special issue*. Magadan, SVGU Publ., 2010, no. 3, pp. 10–14. (In Russ.).

4. Voznesenskiy S.D., Ogorodov V.A., Mananov N.G., et al. *Geologicheskaya karta i karta poleznykh iskopaemykh Okhotsko-Kolymского региона. Masshtab 1:500 000. Obyasnitel'naya zapiska v 4-kh knigakh. Kn. 1. Geologicheskoe opisanie. Poleznye iskopaemye, mineragenicheskoe rayonirovanie i prognoznaya otsenka territorii* [Geological map and mineral resources map of the Okhotsk-Kolyma region. Scale of 1:500 000. An explanatory note in 4 books. Book 1. G.M.Sosunov, ed. Geological description. Minerals, minerogenic zoning and prediction estimate of the territory]. Magadan, GP "Magadangeologiya" Publ., 1999. 181 p. (In Russ.).

5. Goryachev N.A., Volkov A.V., Sidorov A.A., et al. [Au-Ag mineralization of volcanogenic belts of the Northeast of Asia]. *Litosfera – Lithosphere*, 2010, no. 3, pp. 36–50. (In Russ.).

6. [World rating of the countries. 2012. Gold.] *Nedropol'zovanie. Regional'nyy portal Dal'niy Vostok*. Available at: <http://nedradv.ru/mineral/msb/?F2> (accessed 20.04.2015). (In Russ.).

7. Sharafutdinov V.M., Khasanov I.M. [Deep structure of the southeast of the Yana-Kolyma folded system from geophysical data and structural features of gold knots]. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Ser. Estestvennyye nauki – Scientific notes of the Kazan university. Series of Natural sciences*, 2011, vol. 153, no. 3, pp. 230–246. (In Russ.).

8. Sidorov A.A., Belyy V.F., Volkov A.V., et al. [Gold-silver-bearing Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt]. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy – Geology of ore deposits*, 2009, vol. 51, no. 6, pp. 512–527. (In Russ.).

© Н. К. Гайдай, И. М. Хасанов, 2015

ГАЙДАЙ Наталия Константиновна, Политехнический институт Северо-Восточного государственного университета (СВГУ), директор; Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н. А. Шило ДВО РАН (СВКНИИ ДВО РАН), ст. науч. сотр., Магадан, к. г.-м. н. E-mail: nataly_mag@rambler.ru

ХАСАНОВ Ибрагим Мубаракович, Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н. А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук (СВКНИИ ДВО РАН), зав. сектором; Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), доцент, Магадан, к. г.-м. н. E-mail: aumaglan@rambler.ru

GAYDAY Nataliya, PhD, Polytechnical Institute of Northeast State University (SVGU), Magadan, Russia E-mail: nataly_mag@rambler.ru

KHASANOV Ibragim, PhD, North-East Interdisciplinary Science Research Institute, Far East Branch of RAS (NEISRI FEB RAS), Magadan, Russia.

E-mail: aumaglan@rambler.ru