

УДК 553.411.071

МАГМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЗАПАДНОГО ПРИМОРЬЯ (ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ)

© 2019 г. С.Н. Кононец^{1,*}, М.Г. Валитов¹, Т.А. Харченко¹

¹Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН,
Россия, 690041, Владивосток, ул. Балтийская, 43

*E-mail: s_kononets@poi.dvo.ru

Поступила в редакцию 30.04.2018 г.

После доработки 08.11.2018 г.

Принята к публикации 27.02.2019 г.

Выполнен анализ регионального гравитационного поля северо-востока Китая, Кореи и Западного Приморья. Сопоставлено распределение золоторудных месторождений с развитием мезозойского магматизма и отрицательными аномалиями поля силы тяжести. На основе анализа геологических, минерагенических, петрофизических и геофизических материалов проведено геолого-геофизическое районирование западной части Ханкайского массива, составлена схема интерпретации геолого-геофизических данных с элементами минерагении. Определена связь аномалий магнитного и гравитационного полей с положением перспективных золотоносных рудных районов и узлов, расположенных в зоне сочленения Северо-Китайского триас-юрского вулcano-плутонического пояса с протерозойскими субстратами Ханкайского массива. По геофизическим данным выделены интрузии раннеюрского возраста, контролирующие расположение золоторудных узлов. Сделан вывод о связи золотого оруденения с юрским магматизмом, что увеличивает перспективы обнаружения золотого оруденения в Приханкайском районе Западного Приморья.

Ключевые слова: магнитное и гравитационное поля, мезозойский магматизм, золоторудная минерализация, Ханкайский массив, петрофизика, тектоника.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0016-777061444-60>

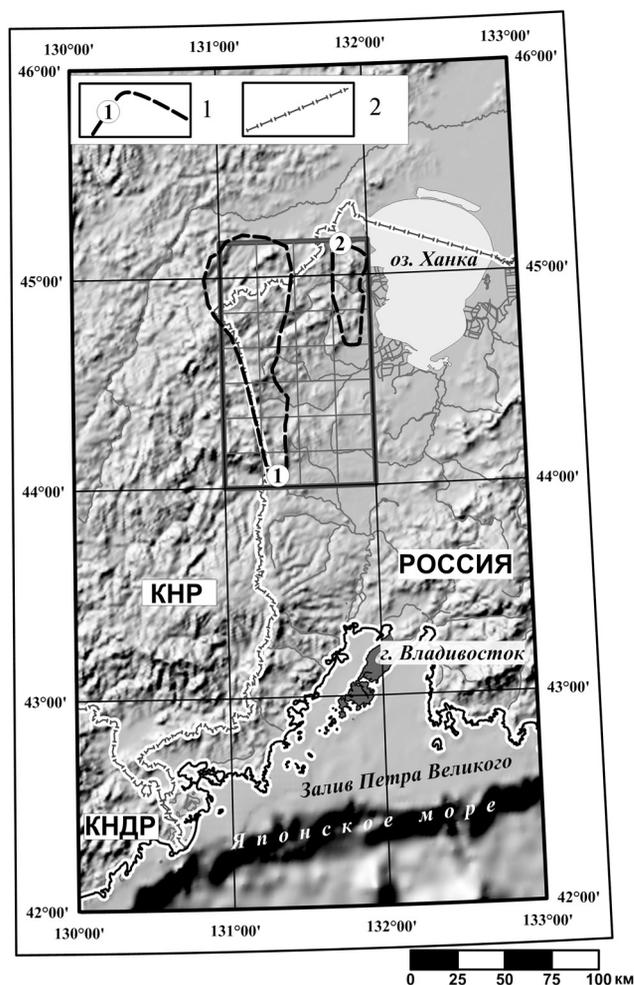
ВВЕДЕНИЕ

Рассматриваемая площадь относится к восточной части Центрально-Азиатского орогенного пояса, расположена в северо-западной части Приморья (фиг. 1), в пограничной зоне двух террейнов: Вознесенского (фрагмент раннепалеозойской пассивной окраины), входящего в Ханкайский супертеррейн, и Лаоелин-Гродековского террейна (фрагмент позднепалеозойской островной дуги) (Геодинамика..., 2006). Минерагеническую специализацию зоны определяют многочисленные золоторудные проявления, расположенные в основном в пределах золоторудных узлов, разработка которых начиналась еще в позапрошлом веке. В прошлом столетии на этой территории вдоль границы с Китаем была выделена Западно-Приморская зона с глубинным и гипабиссальным золотым и платиновым оруденением в палеозойских геосинклинальных складчатых комплексах (черносланцевых и вулканогенных), развитых в Лаоелин-Гродековском террейне. Согласно последним обобщающим работам по металлогении (Геодинамика..., 2006), рассматриваемая территория входит в пермский Лаоелин-Гродековский металлогенический пояс Co-Mo (+Au, Ag) порфи-

ровых и Au, Ag эпитеpmальных жильных месторождений и является северной частью Западно-Приморской минерагенической зоны Au, Cu, Pb оруденения раннемезозойского возраста (Государственная..., 2011) с Комиссаровским и Фадеевским руднороссыпными узлами, выделенными ранее Л.В. Эйришем (Эйриш, Моисеенко 1995; Эйриш, 2003). Все эпохи минерализации связаны с этапами тектоно-магматической активизации (ТМА), проявившейся в формировании гранитоидных интрузий. На рассматриваемой территории выделены следующие комплексы (Государственная..., 2011): рязановский U268-248/9¹, гвоздеvский U201-187/3, каменушинский U214-205/3, тальминский U208, K204 и первомайский U117-114/2. Золоторудные проявления относятся к двум геолого-промышленным типам и формационным комплексам: золото-сульфидному и золото-кварц-сульфидному. Рудопроявления первого типа локализуются в мощных зонах тектоно-метасоматических преобразований

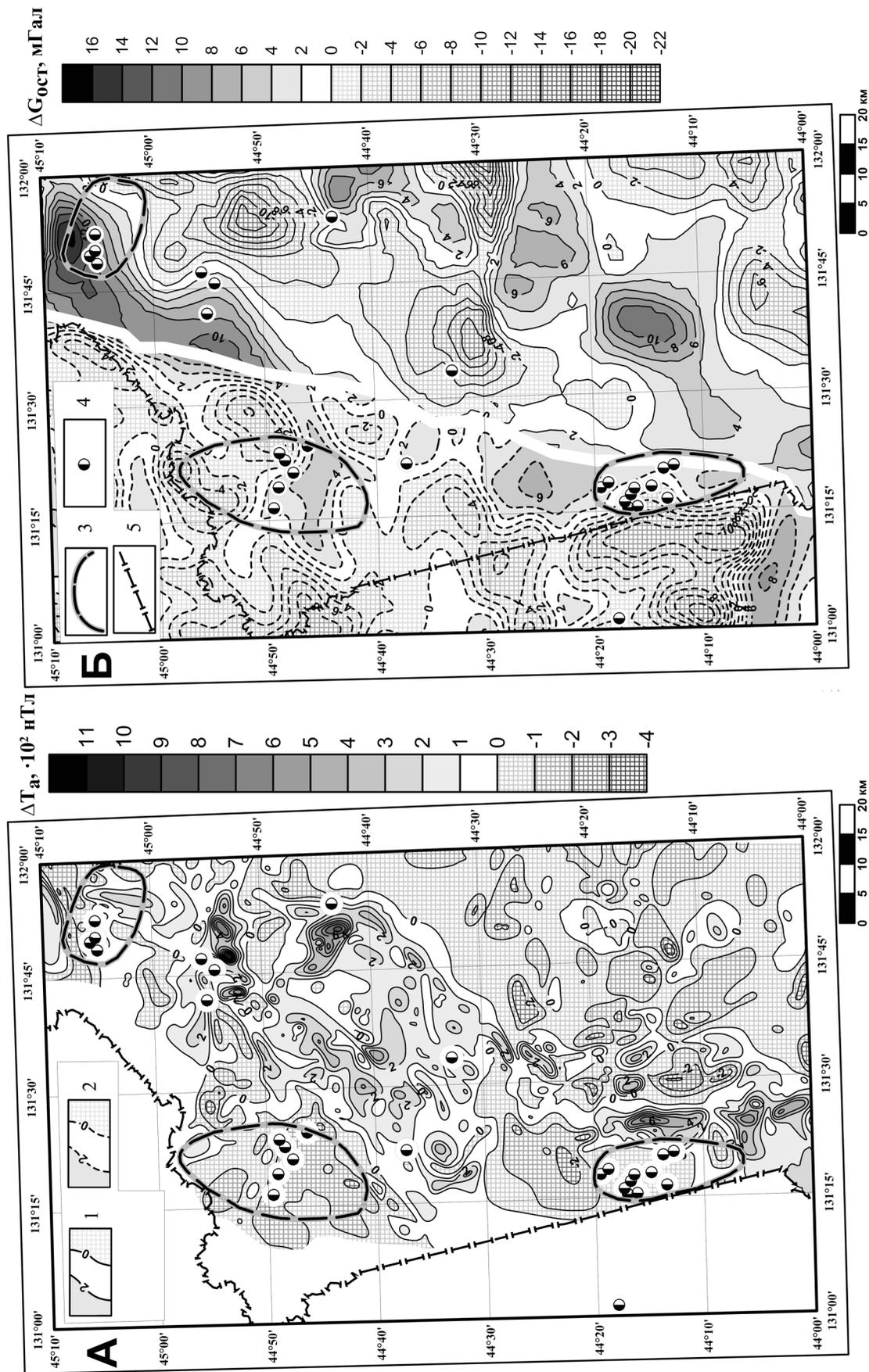
¹ Латинской буквой обозначен метод определения возраста: U – U-Pb, K – K-Ar, в числителе абсолютный возраст млн лет, в знаменателе количество определений.

в черносланцевых толщах. Считается, что первичное золото, накопленное в черносланцевых толщах раннесилурийского и ранне-позднепермского возрастов, испытало проработку двух тектоно-магматических циклов активизации, связанных с позднепермским и, возможно, раннеюрским магматизмом. Золото-кварц-сульфидные жилы и зоны метасоматической переработки второго типа связаны с раннеюрскими (гвоздецкий комплекс) гранитоидами и, возможно, в небольших проявлениях, с раннемеловыми интрузиями. В ранне-мезозойскую тектоно-магматическую активизацию было вовлечено все Западное Приморье. Абсолютный возраст гранитоидов гвоздецкого комплекса на п-ве Гамова в Южном Приморье составляет К200 млн лет (Коваленко, 2001). А на сопредельных территориях северо-восточного Китая радиологические датировки гранитоидов изменяются в пределах от U277-180/11 млн лет (Коваленко, 2001). Вероятно, она связана со становлением раннемезозойского (T_3-J_1) окраинно-континентального вулканоплутонического пояса (Мишин и др., 2003), возраст гранитоидов которого определен в пределах 206–167 млн лет (Казанский, Яновский, 2006). Этот пояс протягивается от Западного Приморья на юго-запад до полуостровов Ляодун и Шаньдун (Ляодун-Шаньдунский пояс), обрамляя с востока Северо-Китайскую платформу (Романовский и др., 2006). В пределах его на территории Китая расположены золоторудные районы с крупными месторождениями, относящимися к золото-сульфидно-кварцевой и меднопорфировой формациям. Главной эпохой золотой минерализации для них является яньшаньская. Золоторудная минерализация северо-восточного Китая изучена достаточно хорошо. Рудоконтролирующая роль мезозойского магматизма в образовании золотого оруденения в северо-восточном Китае освещена в ряде работ В.Г. Хомича (Хомич, Борискина, 2009, 2015), А.И. Казанского (Казанский, Яновский, 2006), Н.П. Романовского (Романовский и др., 1995, 2006, 2009). Считается, что пограничные зоны Северо-Китайской платформы в позднем палеозое и особенно в мезозое испытали интенсивные тектонические деформации, вызванные погружением Тихоокеанской океанической плиты под платформу. Резкое изменение тектонического режима, магматизма и рудообразования в начале юры китайские геологи называют “металлогеническим взрывом”. Согласно геохронологическим датировкам, мезозойские месторождения образованы в три главных этапа: 200–160, 140, 130–110 млн лет (Казанский, Яновский, 2006). Аналогичных обобщающих исследований на северо-западе Приморья значительно меньше. В последнее время получены новые данные по минералогии и геологическому строению Западного Приморья (Государственная..., 2004,



Фиг. 1. Обзорная схема. 1 – границы рудных районов и их номера: 1) Комиссаровско-Фадеевский, 2) Приханкайский; 2 – государственная граница; КНР – Китайская народная республика; КНДР – Кореяская народная демократическая республика; черным прямоугольником показана граница исследуемого района. Рельеф по данным (Amante, 2009).

2011; Неволин и др., 2008, 2012; Ханчук и др., 2010), позволяющие сопоставить магматические и структурные факторы, контролирующие золотое оруденение на смежных территориях северо-восточного Китая с рассматриваемой площадью. Для выявления закономерностей размещения золотого оруденения в зонах тектоно-магматической активизации, к которым относится и рассматриваемая территория, как правило, используются глубинные геофизические методы, так как установлено, что гравиметрическое поле хорошо отражает мезозойские структуры, которые, имея пониженные значения плотности по отношению к протерозойским метаморфическим образованиям и палеозойским складчатым комплексам, выражаются отрицательными аномалиями (Романовский, 1987; Романовский и др., 2009). Закономерности размещения золоторудной минерализации на рассматриваемой



Фиг. 2. Магнитное поле (А) и локальные аномалии гравитационного поля (Б) исследуемой площади. Изолинии геофизических полей по результатам: 1 – наземных съёмок; 2 – спутниковой альтиметрии; 3 – границы рудных районов; 4 – пункты золоторудной минерализации; 5 – государственная граница.

площади невозможно понять без привлечения дополнительных геологических материалов и геофизических полей на смежную территорию.

Цель наших исследований заключалась в том, чтобы в свете новых геологических данных с привлечением геофизических материалов, пересмотреть глубинное строение территории и выявить региональные и локальные факторы локализации золотого оруденения.

МЕТОДИКА РАБОТ

Для достижения поставленных целей нами были решены нижеследующие задачи. Проведен комплексный анализ, опираясь на результаты петрофизических измерений (Сокарев и др., 2017), карты магнитного и гравитационного полей (фиг. 2) рассматриваемой площади для выявления структурно-магматических факторов, контролирующих золотое оруденение, и составления схемы глубинного строения (фиг. 3). При составлении схемы глубинного строения нами были использованы карты графиков и изолиний магнитного поля (Ю.М. Антонов, 1959, неопубл.¹) 1:500 000 масштаба и карта локальных аномалий гравитационного поля, полученная в результате осреднения карты гравитационного поля в редукции Буге 1:200 000 масштаба (Т.К. Кутуб-Заде, 2010, неопубл.). Магнитные карты позволили выделить поля даек и тел основного состава, с которыми может ассоциировать золотая минерализация, а также выделить зоны потери намагнитченности, являющиеся индикаторами зон интенсивной метасоматической проработки и трещиноватости, как правило, сопровождающих рудные процессы. Карту трансформаций гравитационного поля мы использовали для выделения структур, благоприятных для золотого оруденения, — оконтуривания высокоплотных блоков Ханкайского массива, подвергшихся юрской гранитизации, и зон разуплотнения, обусловленных мезозойской активизацией. В пределах площади выделено две зоны разуплотнения. Зона I в западной части рассматриваемой площади (фиг. 3) прослеживается в юго-западном направлении на территорию Китая. В качестве основы для геологической интерпретации геофизических полей мы воспользовались базой петрофизических измерений (Сокарев и др., 2017). Были проанализированы плотностные и магнитные характеристики интрузивных образований, развитых в данном районе, которые могут являться рудогенерирующими либо рудовмещающими объектами. Выборки были составлены согласно новым геологическим данным,

¹ В статье приведены ссылки на неопубликованные (рукописные) отчеты, хранящиеся в Приморском филиале федерального бюджетного учреждения «Территориальный фонд геологической информации (ТФГИ) по Дальневосточному округу», г. Владивосток.

полученным по материалам проведения геолого-съемочных и поисковых работ по геологическому доизучению территории масштаба 1:200 000 (ГДП-200). Результаты статистической обработки приведены в табл. 1. Выявлено, что основными аномалеобразующими объектами отрицательных гравиметрических аномалий являются гранитные массивы поздне триасового каменушкинского и раннеюрского гвоздевского комплексов, имеющие самые низкие плотности среди интрузивных образований рассматриваемого района (табл. 1).

Далее был проведен анализ размещения золоторудных районов на территории северо-восточного Китая (Романовский и др., 2006, 2009) относительно магматических образований окраинно-континентального вулcano-плутонического пояса (Мишин и др., 2003). На основании анализа геолого-геофизического атласа Китая (Ma, 2002), Государственной геологической карты РФ (Государственная..., 2011) и результатов ГДП-200 была составлена карта размещения мезозойских гранитоидных комплексов (фиг. 4).

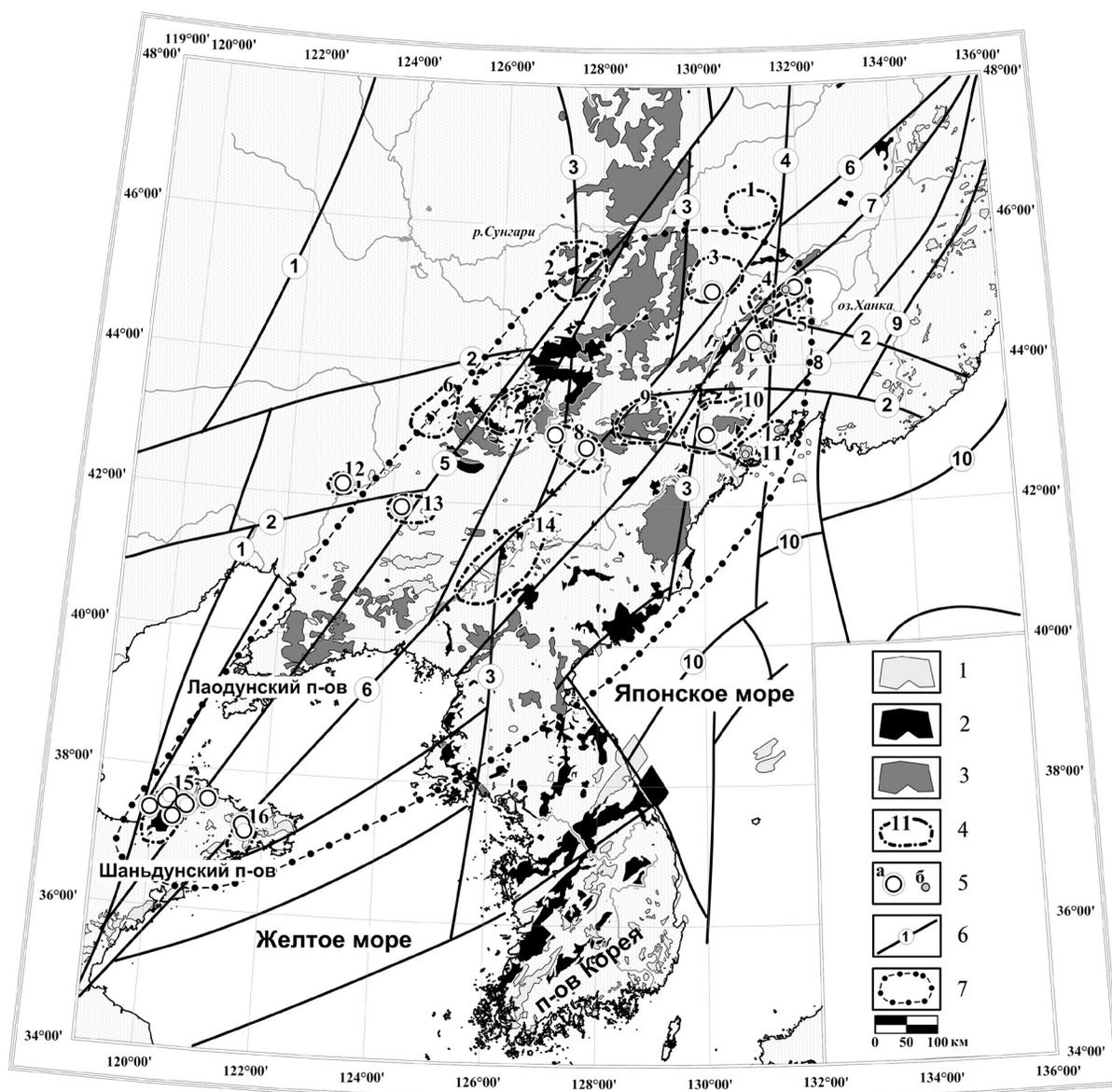
Для прослеживания выделенных нами на рассматриваемой площади зон разуплотнения (минимальные значения гравитационного поля), связанных с мезозойской активизацией, была составлена региональная карта гравитационного поля (García *et al.*, 2014) зоны перехода от азиатского материка к Японскому и Восточно-Китайскому морям (фиг. 5), совпадающая с картой размещения мезозойских магматических образований (фиг. 4). На основе рассматриваемых выше карт, используя данные (Тектоника..., 2004), было проведено районирование регионального гравитационного поля, выделены зоны разуплотнения (отрицательные аномалии гравитационного поля), тектонические нарушения (градиентные зоны). В результате определена геолого-геофизическая позиция золоторудных районов и месторождений, которая приведена в таблицах 2, 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные в 2000-х годах геологические и геолого-поисковые работы (Государственная..., 2011) позволили уточнить геологическое строение района и дали возможность по-новому взглянуть на его металлогеническую специализацию. Было выявлено два типа фундамента: метапелитовый в северо-западной части территории в пределах Лаоелин-Гродековского террейна и метагабброидный в западном крыле Вознесенского террейна (Неволин и др., 2008). В метапелитовом фундаменте преобладают кембрийские гранат-мусковит-биотит-плаггиоклаз-кварцевые сланцы, биотитовые гнейсы. Метагабброидный фундамент распространен в виде тектонических блоков и провесов кровли

Фиг. 3. Структурная схема района исследований с элементами минерагении.

1 – блоки метагабброидного фундамента ХМ: а) выходящие на поверхность, б) близповерхностные; 2 – зоны разуплотнения (зоны мезозойской тектоно-магматической активизации): а) региональные, б) локальные; 3 – докайнозойские осадочно-вулканогенные отложения: а) силурийские, б) нижнее-верхнепермские, в) верхнетриасовые андезибазальты; 4 – интрузии основного состава, выходящие на поверхность: а) диориты, б) габбро-диориты; 5 – скрытые тела базитового состава: а) диориты, б) габбро; 6 – ось Пограничного прогиба; 7 – разломы: а) I порядка: ЗП – Западно-Приморский, БЛ – Барабаш-Левадовский, б) II порядка: К – Каменушкинский, Б – Богуславский, Кч – Качалинский, Р – Решетинский, П – Пограничный, Пр – Первомайский, в) III порядка: Н – Нестеровский, Кр – Кирпичный, г) надвиги – Лысухинский; 8 – а) рудные узлы: Комиссаровский (1), Фадеевский (2), Первомайский (3), б) литохимические ореолы развития рудной минерализации; 9 – полезные ископаемые: а) золоторудное месторождение Первомайское (1), б) золоторудные проявления: Кирпичное (2), Комиссаровское (3), Софье-Алексеевское (4), в) пункты минерализации, г) золото-платиновое проявление Байкал (5); 10 – государственная граница РФ.



Фиг. 4. Мезозойские гранитоиды территорий Приморья, Северо-Востока Китая и Кореи.

Контуры мезозойских гранитоидов: 1 – меловых, 2 – юрских, 3 – триасовых; 4 – рудные районы (номера районов и названия указаны в табл. 2, 3); 5 – месторождения (а) и проявления (б); 6 – системы разломов: Нэнцзян (1); Вэйбэй (2); система Муданьцзян (3–4): Муданьцзянский (3), Западно-Приморский (4); система Танлу-Дунми (5–9): Ишу-Харпийский (5), Дунми (6), Ялуцзян (7), Западно-Сихотэ-Алинский (8), Арсеньевский (9); Южно-Приморский (10); 7 – Восточно-Китайский раннемезозойский вулcano-плутонический пояс.

Таблица 1. Физические свойства интрузивных пород исследуемого района

Порода	Плотность, г/см ³	Магнитная восприимчивость, 10 ⁻⁶ ед. СИ
	$\frac{\sigma}{\sigma_{\min} - \sigma_{\max}}$ (N)	$\frac{\chi}{\chi_{\min} - \chi_{\max}}$ (N)
Гвоздецкий гранодиорит-гранит-лейкогранитовый комплекс, J _{1g}		
Лейкограниты биотитовые мелкозернистые	$\frac{2.57}{2.51-2.62}$ (81)	$\frac{2415}{13-12653}$ (87)
Граниты (50%), гранодиориты биотит-амфиболовые средне-, мелкозернистые(50%)	$\frac{2.618}{2.52-2.75}$ (48)	$\frac{3830.2}{5-20187}$ (51)
Каменушкинский гранитный комплекс, T _{3k1-2}		
Вторая фаза. Граниты биотитовые мелкозернистые	$\frac{2.56}{2.49-2.63}$ (26)	$\frac{48}{1-377}$ (26)
Первая фаза. Граниты биотитовые средне-, крупнозернистые (95%), гранодиориты гибридные (5%)	$\frac{2.58}{2.46-2.67}$ (39)	$\frac{81}{6-513}$ (39)
Первая фаза. Диориты	$\frac{2.68}{2.62-2.74}$ (11)	$\frac{276}{133-680}$ (11)
Первая фаза. Габбро-диориты	$\frac{2.75}{2.78-2.99}$ (7)	$\frac{255}{33-465}$ (7)
Тальминский базальт-риолитовый вулканический комплекс, T _{3tl}		
Штоки и дайки диоритов, диорит-порфиритов, базальтов, андезитов, дацитов, риолитов, гранит-порфиров	$\frac{2.70}{2.39-2.93}$ (32)	$\frac{1039}{24-4500}$ (32)
Рязановский диорит-гранодиорит-гранитовый комплекс, P _{3r1-3}		
Третья фаза. Лейкограниты биотитовые средне-, мелкозернистые	$\frac{2.57}{2.52-2.62}$ (26)	$\frac{2478}{10-8045}$ (26)
Вторая фаза. Граниты биотитовые (50%), гранодиориты амфибол-биотитовые средне-, крупнозернистые (50%)	$\frac{2.63}{2.54-2.74}$ (90)	$\frac{4642}{3-22207}$ (95)
Первая фаза. Диориты	$\frac{2.69}{2.65-2.74}$ (9)	$\frac{11798}{800-26816}$ (13)
Первая фаза. Габбро-диориты, габбро	$\frac{2.81}{2.69-2.93}$ (16)	$\frac{28875}{1933-98674}$ (16)
Кордонкинский габбро-долеритовый комплекс, S _{1kr}		
Габбро-долериты	$\frac{2.85}{2.71-2.97}$ (7)	$\frac{1705}{1093-2225}$ (7)
Дворянский амфиболит-гранито-гнейсовый комплекс, Vd ₁		
Амфиболиты, габбро-гнейсы	$\frac{2.78}{2.17-3.18}$ (134)	$\frac{271}{1-7000}$ (134)

Примечание. Значения плотности: σ_{\min} – минимальное, $\bar{\sigma}$ – среднее, σ_{\max} – максимальное; значение магнитной восприимчивости: χ_{\min} – минимальное, $\bar{\chi}$ – среднее, χ_{\max} – максимальное; N – количество образцов в выборке.

Таблица 2. Характеристика золоторудных районов, узлов, месторождений Северо-Восточного Китая

Рудный район (№) Месторождение (мест.)	Характеристика оруденения		Рудная формация	Минералы первичных руд	Морфология рудных тел	Геофизические и структурно-тектонические характеристики
	ведущие элементы	возраст				
Ляоцунь – Шань (1)	Au	Ag, Mz				Внешняя зона о.р. III, сопряжение Западно-Приморского р. и р. Дунми.
Байлин – Удаолин (2)	Cu (Mo, Au)	Pz ₂ , Mz				Внешняя зона о.р. III, сопряжение Муданьцзянского р. и Ишу-Харпинского р.
Сяозиньшань (3) мест. Сяозиньшань	Au	Mz (T-J)				Внутренняя зона о.р. III; зона р. Дунми
Далинзишань (6)	Au, Cu, (Pb, Zn)	Mz				Внешняя зона о.р. III; Ишу-Харпинский р.
Дахушань – Синглитун (7)	Cu (Mo, Au, Pb, Zn)	Mz				Внутренняя зона о.р. III; Ишу-Харпинский р.
Цзяпигу – Хайгоу (8) мест. Цзяпигу	Au, Cu	Mz ₂	Золото-кварц-малосульфидная, оруденение гетерогенное, полициклическое	Сульфиды Cu, Pb, Zn, Fe, шелифит, вольфрамит, висмутит, сульфосоли		Приуроченность к локальному минимуму (б) о.р. III; сопряжение Муданьцзянского р. и р. Дунми
Тянь – Баошань (9)	Cu (Pb, Zn, Au)	Pz ₂ -Mz				Внешняя зона локального минимума (б) о.р. III; разломы – Дунми и Ялуцзян
Хунь – Цунь р.р. (10) мест. Сяо – Синаңча	Au, Cu (Mo, Sn)	Mz ₂	Медно-золотая порфирирового типа		Серицит-кварцевые метасоматиты с прожилково-вкрапленной минерализацией в диоритовом массиве	Внешняя зона локального минимума (б), о.р. III; сопряжение систем разломов Муданьцзянской и Вэйбэй
Чжа – Дягоу р.р. (12) мест. Паньшангоу	Au	Ag, Mz				Локальный максимум Δg; система разломов Вэйбэй
Хонтоушань–Сядапуо (13) мест. Наньлунванмяо	Au	Ag				Приуроченность к о.р. III; сопряжение Ишу-Харпинского р. и р. Вэйбэй
Нанца – Дализи (14)	Au (Fe)	Mz				Приуроченность к локальному минимуму (б) о.р. III; сопряжение р. Дунми и Муданьцзянского р.
Чжао – Е р.р. (15) мест. Линлон	Au, Cu, Mo, W	160–150, 130–126, 117.6 млн лет	Золото-сульфидно-кварцевая			Внешняя зона локального минимума; сопряжение. Ишу-Харпинского р. и р. Нэньцзян
Мулин-Рушань (16)					Жильные тела и жильно-прожилковые зоны в тектонических зонах среди позднемезозойских гранитоидов и у их контактов с архейскими и протерозойскими образованиями	

Примечание: мест. – месторождение, о.р. – область разуплотнения, пр. – рудопроявление, р. – разлом, р.р. – рудный район; таблица составлена по материалам: Карсаков и др., 2005; Казанский, Яновский, 2006; Романовский и др., 2006, 2009; Хомич, Борискина, 2015.

Таблица 3. Характеристика золоторудных районов, узлов, месторождений, проявлений Западно-Приморской металлогенической зоны (Au, Pb, Cu), РФ, Приморский край.

1	Рудный узел (р.у.) Месторождения (мест.), проявления (пр.)		Характеристика оруденения		Рудная формация	Минералы первичных руд	Морфология рудных тел	Геофизические и структурно- тектонические характеристики
	3	4	ведущие элементы	возраст				
1	2	3	4	5	6	7	8	
Комиссаровско-Фадеевский р.р. (4) Au, Sn, Ta	Комиссаровское пр. 1) Зона Крутая 2) Зона падь Воробьева	Au, Ag Au, Ag	Mz ₁	Золото-кварц-мало-сульфидная	Пирит, арсенопирит, пирротин, лимонит, галенит, халькопирит, борнит, ковелинит, молибденит, мельниковит, аргентит, акантит	1) Короткие Au-Ag пиритовые жилы и прожилковые зоны в черносланцевых породах решетниковской свиты 2) Ареал кварцево-сланцевых метасоматитов с золотой минерализацией в дацитах познетриасового тальминского вулканического комплекса	Внутренняя зона о.р. III приуроченность к локальному гравитационному минимуму (фиг. 3); сопряжение Западно-Приморского р. и р. Ялуцзян	
	Софье-Алексеевское пр. Байкал пр.	Au Au, Pt, (Pd, Cu)	Pz ₂ , Mz Pz ₂ , Mz	Золото-кварц-мало-сульфидная Золото-кварц-мало-сульфидная	Пирит, арсенопирит, галенит, шеелит, касситерит, халькопирит, пирротин, сфалерит, киноварь Халькопирит, борнит, пирит, молибденит, висуит-брэггмит, иридоосмин	Кварцевые жилы, прожилково-жилые зоны и зоны брекчирования с сульфидно-кварцевым цементом в черносланцевых толщах решетниковской свиты Зоны вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализации, приуроченные к эндо-, экзоконтактам Байкальской субвулканической интрузии габбро-долеритов силурийского возраста	Внешняя зона локального гравитационного минимума (а) о.р. III; сопряжение Западно-Приморского р. и Пограничного р. (фиг. 3) Приуроченность к магнитной аномалии регионального характера высокой интенсивности	
Приханкайский р.р. (5) Au, Cu, W	1) мест. Первомайское 2) Кирпичное II, III пр.	Au Au	204, 178 млн. лет	Ранняя: шеелит кварцевая. Поздняя: золото-сульфидно-кварцевая	Халькопирит, пирит, марказит, пирит, гематит, молибденит, акантит, висмутин, касситерит, киноварь, антимонит, пирротин	1) Золотосульфидно-кварцевые жилы с золотоносными зальбандами в пермских гранитах; 2) Слабо золотоносные жильные зоны метасоматитов (мусковит-хлорит-эпидот-калишпатовые) с вкрапленным золото-сульфидным оруденением.	Внешняя зона о.р. II (фиг. 3), приуроченность к зоне градиента локального гравитационного максимума и интенсивной магнитной аномалии субмеридионального направления; сопряжение р. Ялуцзян и Качалинского р.	

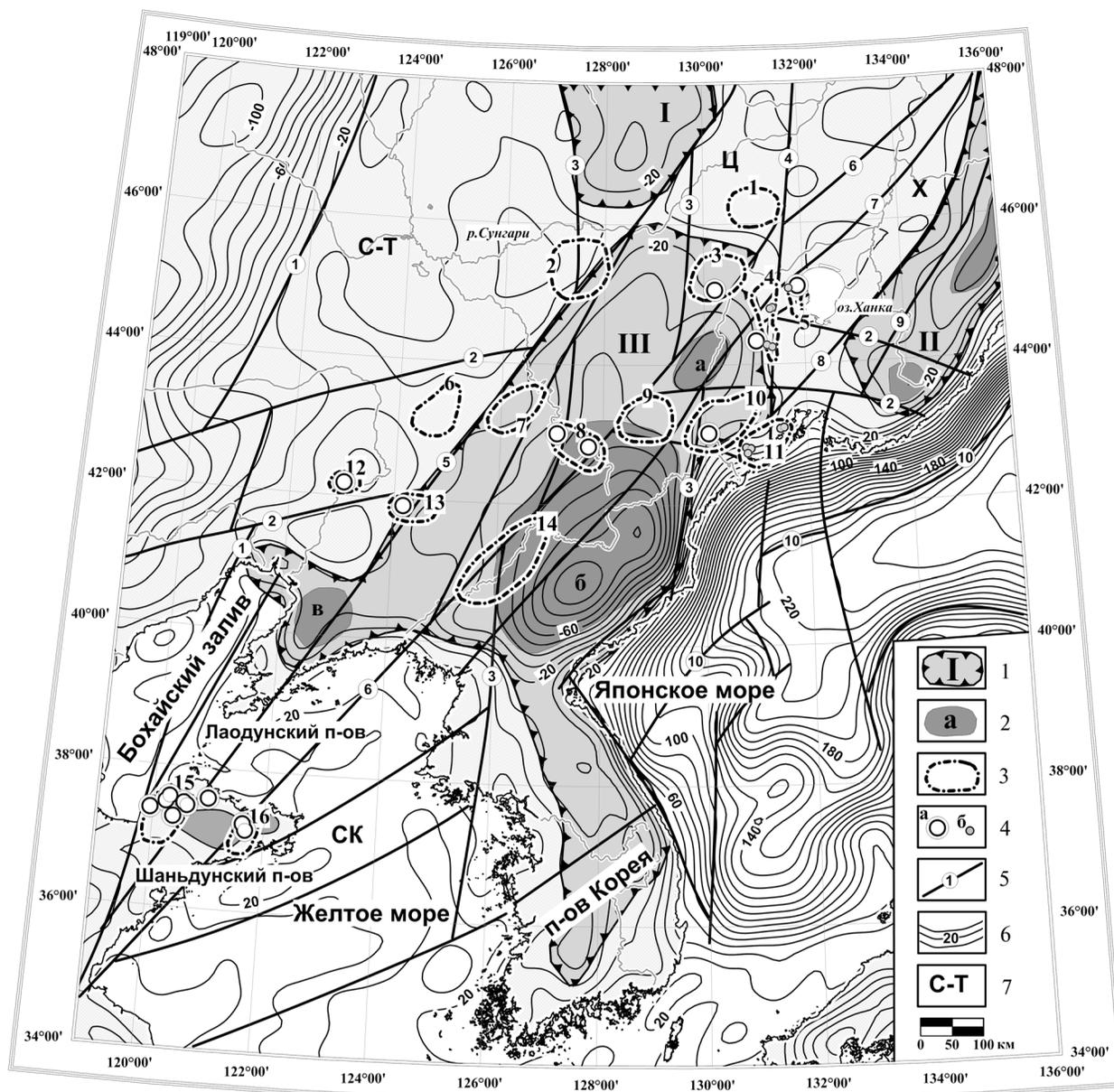
Таблица 3. Окончание

1	Рудный узел (р.у.) Месторождения (мест.), проявления (пр.)		Характеристика оруденения		Рудная формация	Минералы первичных руд	Морфология рудных тел	Геофизические и структурно- тектонические характеристики
			ведущие элементы	возраст				
1	2		3	4	5	6	7	8
Славянский р.р. (II) Au, Pb	Нарвский р.у. Au, Pb	Крестовое пр.	Au	Pz ₂ ?	Золото-сульфидно-кварцевая	Пирит, халькопирит, арсенопирит, галенит, шеелит, сфалерит, молибденит	1) Зоны сульфидной прожилково-вкрапленной минерализации среди вулканитов владивостокской свиты; 2) продуктивные зоны окварцевания среди вулканитов кислого состава, тяготеющие к интрузивным телам риолитов, гранит-порфиров седанкинского комплекса	Внешняя зона о.р. III; узел приурочен к локальному гравитационному максимуму; сопряжение Западно-Приморского р. с северо-восточным р. (Усурийский сдвиг)
	Краскинский р.у. Au, Pb, Cu, Mo	Мал. Цукановское пр., Арсенипиритовое пр., Виноградное пр., Краскино пр.	Au	Mz	Золото-сульфидно-кварцевая	Пирит, марказит, висмут, халькопирит, пирротин, икунолит, арсенопирит, галенит	1) Золото-сульфидно-кварцевые жилы в телах диоритов, габбро мелового камышового гипабисального комплекса, 2) Минерализованные (прожилковые) зоны в углистых сланцах решетниковской свиты	Внешняя зона о.р. III, локальные краевые части гравитационных минимумов; сопряжение субмеридиональных динамозон: Виноградной и Цукановской с субширотной Вэйбэй и северо-восточными сдвигами

Примечание. мест. – месторождение, о.р. – область разуплотнения, пр. – рудопроявление, р. – разлом, р.у. – рудный узел; таблица составлена по материалам: Государственная..., 2004; Государственная..., 2011; Эйриш, 2003.

позднепермского батолита. Он сложен рифейскими биотитовыми гнейсами, амфибол-биотитовыми плагиогнейсами, плагиоклаз-пироксен амфиболовыми кристаллосланцами, которые прорваны интрузивными образованиями дворянского амфиболит-гранитогнейсового комплекса вендского возраста. Полученные датировки по цирконам магматических комплексов (Государственная..., 2011; Неволин и др., 2012; Ханчук и др., 2010) позволили выделить среди повсеместно распространенных силурийских гранитоидов большие массивы позднепермских гранитоидов (рязановский комплекс диорит-гранодиорит-гранитовый натровой серии), в северо-западной части – познетриасовых гранитоидов (каменушкинский комплекс гранитный),

в северной и центральной частях – раннеюрских гранитоидов (гвоздевский комплекс гранодиорит-гранит-лейкогранитовый калиево-натриевой серии) и субвулканических массивов верхнетриасового возраста (тальминский комплекс). Все эти комплексы за исключением каменушкинского характеризуются повышенными кларками золота: для рязановского он составляет 3.4, для тальминского – 4, для гвоздевского – 6.4 мг/т. Предполагается (Неволин и др., 2008), что определяющим рудоконтролирующим фактором золотого оруденения является Ханкайский массив (ХМ) с его мафическим фундаментом (кларк золота – 9.5), выделенным в северо-восточной части площади, где гравитационное поле достигает максимальных значений. Довольно высокий фон



Фиг. 5. Схема районирования гравитационного поля территорий Приморья, Северо-Востока Китая и Кореи по материалам (Тектоника..., 2004; Романовский и др., 2006, 2009) с дополнениями авторов.

Области разуплотнения: 1 – региональные: Сихотэ-Алинская (I), Муданьцзянская (II), Восточно-Китайская (III); 2 – локальные; 3 – контуры рудных районов (номера районов и названия указаны в табл. 2, 3); 4 – месторождения (а) и проявления (б); 5 – системы разломов: Нэньцзын (1), Вэйбэй (2), система Муданьцзын: Муданьцзынский (3), Западно-Приморский (4); система Танлу-Дунми: Ишу-Харпийский (5), Дунми (6), Ялуцзын (7), Западно-Сихотэ-Алинский (8), Арсеньевский (9); Южно-Приморский (10); 6 – изолинии гравитационного поля, мГал (Ма, 2002); 7 – геологические блоки: Суннэнь-Туранский (С-Т); Цзямусы (Ц); Ханкайский (Х); Северо-Китайский (СК).

поля в южной части рассматриваемой территории позволяет говорить о неглубоком залегании здесь кристаллического фундамента.

В раннем силуре на окраине ХМ в зоне Западно-Приморского разлома был заложен Пограничный прогиб (фиг. 3), выполненный осадочно-вулканогенными и черносланцевыми толщами силура и перми (Неволин и др., 2012), характеризующимися повышенным кларком золота (12 мг/т),

которые, по мнению (Буряк, Бакулин, 1998; Хомич, Уткин, 2001; Эйриш, 2003, 2009), являются аккумуляторами золоторудной минерализации. Особенно ярко проявлена золотая металлогеническая специфика силурийских вулканитов (кордонкинская свита). В них повышено содержание золота, ассоциирующего с мышьяком, серебром и вольфрамом, которое может превышать кларковые содержания в 8 раз (Неволин и др., 2008).

В поздней перми прогиб претерпел инверсию и орогенез. В настоящее время прогиб представляет собой узкую антиклинорную структуру субмеридионального простирания, что подчеркивается субмеридиональным направлением гравитационных и магнитных аномалий (фиг. 2, 3).

Палеозойский разрез наращивают поздне триасовые риолит-андезит-базальты, выполняющие Комиссаровский прогиб (Неволин и др., 2008), ограниченный Решетинским и Пограничным разломами (фиг. 3). Прогиб протягивается в центральной части территории с юго-запада на северо-восток. В его пределах наблюдаются обширные комплексные литохимические ореолы золота, серебра и мышьяка. Этот прогиб в магнитном поле следится полосой повышенных значений (фиг. 2) шириной 30 км, состоящей из коррелирующихся положительных аномалий интенсивностью до 1000 нТл, фиксирующих тектонические разрывы, по которым происходило излияние вулканитов контрастного базальт-риолитового вулканического комплекса. Толща вулканитов прорвана раннеюрскими гранитами, которые отражаются в гравитационном поле цепочкой локальных отрицательных аномалий, фиксирующих область разуплотнения II (фиг. 3).

Лейкократовые граниты раннеюрского гвоздевского комплекса совместно с верхнетриасовым каменушкинским комплексом, в силу низкой плотности ($2.56-2.57$ г/см³), являются главными аномалеобразующими объектами отрицательных гравитационных аномалий. Нами выделены две области разуплотнения, связанные с мезозойским магматизмом. Наиболее обширная область разуплотнения I (фиг. 3) с востока контролируется Западно-Приморским разломом, который относится к главным рудоконтролирующим структурам рассматриваемой территории, являясь зоной сочленения жесткой структуры Ханкайского массива с метагабброидным фундаментом и Лаолин-Гродековского рифта. Установлено (Эйриш, 2009), что наиболее благоприятными для оруденения являются структуры с глубинным взаимодействием гранитоидных масс и фемических комплексов пород.

Учитывая, что в краевой западной части ХМ выделен метагабброидный фундамент, рассмотрим более подробно зоны разуплотнения. Выделенная область разуплотнения I (фиг. 3) входит в обширную область разуплотнения, наблюдаемую в северо-восточной части Китая — III (фиг. 5) с экстремумом в верховьях р. Сунгари, которая пространственно совпадает с областью распространения интрузий триас-юрско-мелового возраста (фиг. 4). Как было отмечено выше, здесь выделен Восточно-Китайский раннемезозойский окраинно-континентальный вулкано-плутонический пояс (ВКОКВПП) (Мишин, 2003; Рома-

новский и др., 2009), в пределах которого расположено шестнадцать золоторудных районов (фиг. 4). Гранитоиды этого пояса представлены массивами гранитов, гранодиоритов и диоритов яньшаньского возраста (табл. 2). Они характеризуются повышенной магнитной восприимчивостью ($470-2320 \times 10^{-5}$ ед. СИ), коэффициентом окисленности $f \text{ Fe}_2\text{O}_3/(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) > 0.3$ и отнесены к магнетитовой серии (Романовский и др., 1995). Установлено, что магнитные гранитоиды с $f > 0.3$ рудно-магматических систем Дальнего Востока продуцируют халькофильное оруденение (Мишин, Романовский 1992). На территории ВКОКВПП развиты месторождения меди, полиметаллов, золота, серебра и молибденита с мезозойским возрастом оруденения, генетически связанные с мезозойским магматизмом (Романовский и др., 1995).

На рассматриваемой площади палеозойские граниты рязановского комплекса и мезозойские граниты гвоздевского комплекса также имеют повышенные магнитные характеристики ($2478-28875 \cdot 10^{-6}$ ед. СИ и $2415-3830 \cdot 10^{-6}$ ед. СИ соответственно) (табл. 1), а коэффициенты окисленности составляют соответственно 0.44 и 0.34 (Т.К. Кутуб-Заде, 2010, неопубл.), что позволяет их отнести к магнетитовой серии и, соответственно, к аналогам гранитоидов Северо-Китайского вулкано-плутонического пояса (Романовский и др., 1995). Еще Л.В. Эйриш указывал на парагенетическую связь золотого оруденения с палеозойскими гранитоидами с повышенным содержанием ферромагнитных минералов в Западно-Приморской металлогенической зоне, однако он не исключал, что в период мезозойской тектоно-магматической активизации оно было регенерировано (Эйриш, 2003). Профиль рудной минерализации в Северо-Китайском вулкано-плутоническом поясе на территории Китая аналогичен Западно-Приморской минерагенической зоне (табл. 2, 3). Геофизическая характеристика рудных районов показывает, что часть из них приурочена к эндо- или экзо-контактным частям области разуплотнения III, а другая тяготеет к локальному минимуму (III-б) (фиг. 5).

Несмотря на связь с мезозойским магматизмом, главным фактором регионального контроля золотого оруденения здесь выступают поднятия древнего фундамента Северо-Китайской платформы (Казанский, Яновский, 2006), ограниченные субширотной системой Вэйбэй (фиг. 5). Меридиональная Муданьцзянская система разломов ограничивает Цзямусы-Ханкайский микроконтинент (Геодинамика..., 2006; Тектоника..., 2004; Хомич, 2009). В период мезозойской ТМА ярко проявилась северо-восточная взбросово-сдвиговая система разломов Танлу-Дунни (Уткин, 2001). Таким образом, главными структурными

факторами оруденения являются зоны пересечения Центрально-Азиатского подвижного пояса северо-восточной зоны Танлу-Дунми с субширотной системой разломов Вэйбэй и меридиональной Муданьцзянской.

Все эти разломы прослеживаются в гравитационном поле зонами градиентов различного порядка. Наиболее контрастными ступенями проявлены Муданьцзянский, Западно-Приморский и Ишу-Харпийский разломы. Как следует из фиг. 5, северо-восточные разломы системы Танлу-Дунми совместно с меридиональной системой Муданьцзян, проявившие себя в мезозое—кайнозое, как взбросо-сдвиги (Уткин, 2013), неразрывно связаны с областью разуплотнения III. Западно-Приморский и Ишу-Харпийский разломы, ограничивая ее с востока и с запада, определяют ее пространственное положение. Поэтому можно говорить о синхронности тектонических и магматических процессов в раннем мезозое. Установлено, что рудные месторождения размещены вдоль север-северо-восточных сдвигов, локализуясь дискретно на участках развития сосдвиговых структур растяжения, контролируемых рудные тела, тесные группировки которых во многих случаях кулисно эшелонированы с образованием дуплексов растяжения (Неволин и др., 2008; Уткин, 2013).

На территории Приморья Комиссаровско-Фадеевский рудный район (Au, Sn, Ta), включающий два рудных узла Комиссаровский (Au, Ag) и Фадеевский (Au, Ag, Pt), приурочен к внутренней восточной границе области разуплотнения III (фиг. 5), контактирующей с краевой зоной ХМ на сопряжении меридионального Западно-Приморского с северо-восточными разломами Дунми и Ялуцзян.

Западно-Приморский разлом, выраженный в гравитационном поле зоной градиента шириной до 15 км, относят к региональным, разделяющим блоки второго порядка (Хомич, Борискина, 2015). Его крупные составляющие — Каменушкинский, Барабаш-Левадовский (Неволин и др., 2008) разломы. В магнитном поле ярко проявлен Барабаш-Левадовский разлом: в пределах юго-западного Приморья он трассируется цепочками магнитных аномалий интенсивностью от 200 до 1000 нТл, следящихся в меридиональном направлении на юг до залива Петра Великого (Ю.М. Антонов, 1959, неопubl.).

Наиболее интенсивная магнитная аномалия (600 нТл) фиксируется в пределах рассматриваемой площади, к которой пространственно приурочено золото-платиновое рудопроявление Байкал в Фадеевском узле (Au, Ag, Pt) (Государственная..., 2011; фиг. 3). Природу этой аномалии мы связываем с телом базитового состава, залегающим на глубине до 1 км, нижняя кромка которого, по нашим расчетам, расположена на глубине

15 км. Исходя из модели строения земной коры для южного Приморья (Валитов и др., 2007), можно предположить, что скрытое интрузивное тело (фиг. 3) своими корнями уходит в базальтовый слой. Надо отметить, что в пределах этой аномалии расположены разновозрастные интрузии основного состава, возраст которых изменяется от силура до нижнего мела, т. е. можно говорить о долгоживущей системе разломов, играющей роль подводящих каналов магматического вещества и рудных растворов.

Золото-платиновое рудопроявление Байкал расположено в своде Байкальской антиформы в эндо- и экзоконтактовой части небольшого дунит-клинопироксенового массива щелочного и толеитового ряда ранне-силурийского кордонкинско-сланцевую толщу (кордонкинская свита). В пределах этого массива, несущего следы слабой расчлененности, в коренном залегании установлены зоны и жилы (около 20 минерализованных зон) с бедной благороднометальной (золото-платино-палладиево-медной) минерализацией (Т.К. Кутуб-Заде, 2010, неопubl.), представленной тремя типами: 1 — сульфидным (пирит, халькопирит) убого вкрапленным, 2 — сульфидно (пирит)-кварцевым жильным и 3 — тектонических (?) глини аргиллизитовых с палладием, хромом и никелем. Содержание золота, в основном, не превышает десятых (0.3—0.85 г/т) и лишь в единичном случае составляет 1.3 г/т. Эта бедная благороднометальная минерализация не представляет практической значимости, однако слабая степень ее эродированности, следы расчлененности Байкальской интрузии, золото-платино-палладиевый характер проявленной минерализации предполагают, с учетом данных магнитометрии, возможность нахождения на глубине крутопадающего, скрытого интрузивного тела, контролирующего, по аналогии с поверхностными структурами, благороднометальную минерализацию.

Софье-Алексеевское (Au) проявление, одно из десяти золоторудных проявлений, также входящих в Фадеевский рудный узел, с его рудными зонами Седловина и Перевальная, расположено в междуречье рек Кордонка и Золотая (Государственная..., 2011; Неволин и др.; 2008, фиг. 3). Площадь участка сложена смятыми в линейные складки нижнесилурийскими (кордонкинская свита) и пермскими (казачкинская и решетниковская свиты) отложениями, прорванными мелкими телами и дайками позднепермского рязановского комплекса, образующими западное крыло Кордонкинской и Байкальской антиклиналей. Интенсивная тектоническая проработка золоторудного поля подчеркивается линейно-вытянутой отрицательной магнитной аномалией субмеридионального направления.

Золотоносность проявлена в породах решетниковской свиты, которая подразделяется на две, связанные постепенными переходами подсвиты: нижнюю существенно песчаниковую и верхнюю — алевроаргиллитовую, местами обильно насыщенную углеродистым веществом. Рудовмещающей является нижняя подсвита. Рудные тела Софье-Алексеевского проявления тяготеют к Лысухинскому взбросо-надвику, падающему на восток, по которому отложения кордонкинской свиты надвинуты на пермские отложения. Здесь установлены два основных типа золотого оруденения: жильный сульфидно-кварцевый и сульфидный прожилково-вкрапленный. Среди прожилково-жильных зон наибольший интерес представляют зоны Седловина и Перевальная.

Зона Седловина, вскрытая на водоразделе р. Золотая — Падь Казачья, образована сочетанием кварцевых и прожилковых зон с неравномерно сульфидизированными кварцевыми телами жильно-метасоматического характера, общая её мощность 40–75 м, протяженность 1500 км при среднем взвешенном содержании золота 0.74 г/т. Зона Перевальная представляет зону брекчирования с сульфидно-кварцевым цементом северо-западного простирания.

Региональными рудоконтролирующими факторами оруденения золотой и платиновой минерализации в Фадеевском рудном узле являются:

- его расположение в зоне пересечения Западно-Приморского разлома с северо-восточным Пограничным разломом (фиг. 3) и его флангами;
- расположение узла в зоне локального минимума гравитационного поля (фиг. 3, область I), интерпретируемого нами как неглубоко залегающий триас-юрский батолит, выходы которого зафиксированы на сопредельной территории Китая, повлиявший на ремобилизацию палеозойского оруденения;
- наличие региональной магнитной аномалии, аппроксимируемой нами как базитовое тело, являющееся источником генерации золото-платинового оруденения.

В северной части Комиссаровско-Фадеевского рудного района находится Комиссаровский золоторудный узел, приуроченный к области выклинивания Пограничного прогиба в краевой зоне метагэбброидного фундамента ХМ (фиг. 3). В аномальных геофизических полях северной части рассматриваемой площади мы наблюдаем следы наложенной триасово-юрской активизации, что выражено повышенным магнитным полем с северо-восточной ориентировкой аномалий (фиг. 2), обусловленных развитием здесь магнитных комплексов триасовых вулканитов и юрских гранитоидов с повышенным кларком золота. Нами выделено два локальных гравитационных мини-

мум, в пределах которых зафиксированы выходы на поверхность гранитоидов (фиг. 3): щелевидной интрузии Воробьева падь (I) и Малокомиссаровского массива (II).

С одной из юрских интрузий (Воробьева падь) ассоциирует Комиссаровский узел (фиг. 3), включающий многочисленные пункты минерализации и одно золото-серебряное проявление Комиссаровское (Геодинамика..., 2006; Государственная..., 2011; Эйриш, 2003) с двумя зонами: Крутая и Воробьева падь. Проявление расположено в зоне субширотного разлома Нестеровский (фиг. 3), отделяющего магнитные образования фундамента от немагнитных осадочно-вулканогенных отложений перми. Зона Крутая представлена серией полого падающих кварцевых и кварц-сульфидных прожилковых зон и морфологически невыдержанных жил мощностью 1–8 м среди хлорит-серицитовых сланцев решетниковской свиты. Жилы расщепляются, переходят в прожилковые зоны с общим северо-западным направлением. Зона прослежена на 230 м при ширине 70–100 м. Проявленные в кварцевых жилах сульфидная (пирит, арсенопирит, реже галенит) и ассоциирующая с ней золотая и серебряная минерализации носят наложенный характер и приурочены к их зальбандам (со средним содержанием золота 4.39 г/т). Из серебросодержащих минералов в рудах постоянно отмечается акантит. Золоторудная минерализация относится к кварц-золото-сульфидной формации. Типоморфные особенности золота указывают на его приповерхностные условия образования. Минерализованная зона пади Воробьева приурочена к зоне тектонического нарушения северо-восточного направления и представляет широкую (0.5–1.75 км, протяженную до 4 км) зону кварц-серицитовых метасоматитов (березиты) с прожилково-вкрапленной сульфидной и кварц-сульфидной минерализацией, локализованных в поле развития вулканитов умеренно кислого состава тальминского комплекса. Основная масса метасоматитов — это содержащий мелкодисперсную рудную вкрапленность кварц-серицитовый агрегат. Вещественный состав рудных зон: пирит и арсенопирит в виде тонких нитевидных прожилков, вкрапленности, примазок по трещинам, содержание золота в пирите и арсенопирите достигает 20–100 г/т.

В восточной части рассматриваемой территории золоторудная минерализация сосредоточена в Первомайском рудном узле (Au, Ag, Cu), входящем в Приханкайский рудный район (Au, Cu, W). Наиболее значимые здесь золоторудные проявления — месторождение Первомайское (Государственная..., 2011), ранее известное как медно-вольфрамовое проявление, проявление Кирпичное-II, III и пункт минерализации Кирпичное-I с рудами золото-сульфидно-кварцевой формации. Кроме

того, в состав рудного узла входят комплексные литохимические аномалии золота, висмута, вольфрама и меди.

Рудное поле Первомайского месторождения располагается в северной части области разуплотнения II (фиг. 3), где она контактирует с высокоплотным блоком метагэбброидного фундамента ХМ, выделенным по гравиметрическим данным, ограниченным с востока и с запада меридиональными разломами — Качалинским и Кирпичным. Качалинский разлом контролирует серии меридиональных даек среднего-основного состава позднетриасового золотоносного тальминского комплекса, трассирующихся магнитной аномалией меридионального направления интенсивностью в 500 нТл. Рудная площадь сложена позднепермскими гранитами рязановского комплекса, прорванными лейкократовыми гранитами раннеюрского гвоздевского комплекса, образующими Малокомиссаровский массив, и поздне триасовыми дайками андезитов и базальтов тальминского комплекса.

Непосредственно сама золотая минерализация приурочена к Первомайской субширотной тектонической зоне, которая представляет собой древнюю структуру, заложенную в позднепротерозойское время в условиях продольного латерального сжатия меридионального направления (Неволин и др., 2008). Как рудоконтролирующая, эта структура была сформирована в период яньшаньской ТМА: в условиях левосторонней мезозойской сдвиговой кинематики северо-восточных и меридиональных разломов, в результате чего была приоткрыта и, в итоге, вместила в себя крутопадающие дайки андезитов тальминского комплекса. Полученные К-Аг геохронологические датировки (Неволин и др., 2012) из метасоматитов, отобранных из зальбанды жилы Малахитовой Первомайского месторождения (204 млн лет) и из дайки диоритовых порфириров на правом берегу руч. Кирпичного (178 млн лет), предполагают возраст проявления магматизма тальминского комплекса и связанного с ним оруденения от границы позднего триаса до рубежа ранней-средней юры. Наиболее продуктивная зона Малахитовая представляет собой золото-сульфидно-кварцевую жилу с минерализованными зальбандами мощностью 2 м, прослежена в северо-восточном направлении на 500 м и характеризуется средним содержанием золота 42.1 г/т. Другой тип золотоносных образований представлен слабо золотоносными жильными зонами метасоматитов (мусковит-хлорит-эпидот-калишпатовых) с вкрапленным золото-сульфидным оруденением.

Золоторудное месторождение Первомайское относится к группе среднеглубинных. Первомайская субширотная структура в магнитном поле отражается в виде понижения поля до — 200 нТл шириной до 4 км, фиксируя в поле позднеперм-

ских гранитов зоны дробления и вторичных изменений, как правило, сопровождающиеся потерей намагниченности. По геофизическим данным фундамент ступенчато погружается к югу и насыщается юрскими лейкократовыми гранитами. В пределах области разуплотнения по магнитометрическим данным выделен контур неглубоко залегающего Малокомиссаровского массива. Здесь интерес представляют краевые части этого массива, характеризующиеся повышенным магнитным полем, которые можно рассматривать как зоны контактово-измененных пород, являющиеся благоприятными участками для локализации рудной минерализации.

Таким образом, рудоконтролирующими факторами золотой минерализации Первомайского рудного узла являются:

- наличие неглубоко залегающего золотоносного фундамента и связанной с ним субширотной Первомайской зоны;

- сопряжение меридиональных зон разломов — Кирпичного, Качалинского, ограничивающих высокоплотный блок ХМ, с северо-восточными зонами разломов, связанных с мезозойской активизацией (Хомич, Борискина, 2009), проявившейся золотоносным поздне триасовым (поля даек) и верхнеюрским магматизмом в виде Малокомиссаровской интрузии.

В пределах Приханкайского рудного района вызывает интерес локальная отрицательная аномалия, где выделена Ильинская гранитоидная интрузия (фиг. 3) юрского возраста (III), в пределах которой расположены два медно-вольфрамовых проявления, а в приконтактных зонах в области комплексных литохимических аномалий Au, Ag, Cu и W наблюдаются локальные магнитные аномалии высокой интенсивности, картирующие скрытые магматические образования, которые контролируют распространение золотой минерализации.

ВЫВОДЫ

Геолого-геофизическими исследованиями, проведенными на территории юго-западного Приморья и северо-восточного Китая, установлено, что Восточно-Китайский окраинно-континентальный вулканоплутонический пояс пространственно совпадает с региональной зоной разуплотнения III (фиг. 4, 5). В пределах ВКОКВПП расположено шестнадцать золоторудных районов с яньшаньской эпохой оруденения.

На территории юго-западного Приморья Комиссаровско-Фадеевский олово-золоторудный район, включающий проявления золотой, золото-серебряной, медной и полиметаллической минерализации, приурочен к восточной границе ВКОКВПП, выраженной в гравитационном поле

зоной градиентов, пространственно совпадающей с Западно-Приморским разломом, а в магнитном поле с цепочкой интенсивных магнитных аномалий, приуроченных к восточной ветви Западно-Приморского разлома – Барабаш-Левадовскому.

В пределах Западно-Приморского разлома выделено глубинное базитовое тело, уходящее своими корнями в базальтовый слой. Выделенное тело можно рассматривать как один из возможных источников золото-платиновой минерализации проявления Байкал в Фадеевском рудном узле.

Золоторудные узлы рассматриваемой площади расположены в зонах взаимодействия выступов метагэбброидного фундамента ХМ с зоной разуплотнения I (фиг. 3) и контролируются пересечением субмеридиональных разломов: Западно-Приморского и Качалинского, Муданьцзянской системы разломов с северо-восточными разломами Ялуцзян системы Танлу-Дунми.

В северной части наиболее ярко проявлены признаки триас-юрской активизации, выраженные:

1. Повышенными магнитным и гравитационным полями с северо-восточной ориентировкой аномалий, обусловленных широким развитием здесь комплексов палеозой-мезозойских гранитоидов и вулканогенных пород поздне триасового тальминского комплекса, внедрявшихся в неглубоко залегающий базитовый фундамент ХМ.

2. Наличием локальных гравитационных минимумов, аппроксимируемых нами как интрузии раннеюрского возраста, которые контролируют Комиссаровское золото-серебряное проявление и Первомайское золоторудное месторождение. Последнее приурочено к субширотной Первомайской зоне – области взаимодействия Малокомиссаровского массива с выделенным близповерхностным метагэбброидным блоком ХМ. Главным источником отрицательных гравитационных аномалий являются триасовые немагнитные граниты камешкинского комплекса и раннеюрские магнитные лейкократовые граниты гвоздевского комплекса.

Широко распространенные в рассматриваемом районе магматические образования – палеозойские (рязановский комплекс) и мезозойские (гвоздевский комплекс) гранитоиды относятся к магнитным и характеризуются повышенным коэффициентом окисленности $f > 0.3$, что позволяет их отнести к гранитоидам магнетитовой серии, продуцирующим халькофильное оруденение.

БЛАГОДАРНОСТИ

Эта работа посвящена памяти Тимура Кенановича Кутуб-Заде – благородного человека, выдающегося геолога-съемщика, поисковика, внесшего неоценимый вклад в изучение геологии и составление карт Приморского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Буряк В.А., Бакулин Ю.И. Металлогения золота. Владивосток: Дальнаука, 1998.
- Валитов М.Г., Кононец С.Н., Кулинич Р.Г. Структурно-плотностные модели земной коры зоны сочленения Центральной котловины с прилегающим континентом // Дальневосточные моря России. Т. 3. Геологические и геофизические исследования. М.: Наука, 2007. С. 53–60.
- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: В 2 кн. / Под ред. Ханчука А.И. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. С. 1–572; Кн. 2. С. 573–981.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000, Ханкайская серия, листы К-52-ХII (Владивосток), К-52-ХVIII (Зарубино). СПб., Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2004.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Лист (L-52, 53); (K-52, 53) – оз. Ханка. Объяснительная записка / Под ред. Коваленко С.В. ВСЕГЕИ СПб, 2011.
- Казанский В.И., Яновский В.М. Сопоставление мезозойских золоторудных районов Сино-Корейского и Алдано-Станового щитов // Геология руд. месторождений. 2006. Т. 48. № 1. С. 51–70.
- Карсаков Л.П., Чжао Чунзин, Мальшев Ю.Ф. и др. Тектоника, глубинное строение металлогения области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов. Объяснительная записка к Тектонической карте масштаба 1:1 500 000. Владивосток-Хабаровск, 2005.
- Коваленко С.В. Раннеюрские граниты Западного Приморья // Мезозойские магматические и метаморфические образования Дальнего Востока: Матер. V петрограф. совещ. Хабаровск: ДВВИМС, 2001. С. 41–43.
- Мишин Л.Ф., Романовский Н.П. Окислительно-восстановительные обстановки формирования и металлогенической специализации рудно-магматических систем юга Дальнего Востока // Тихоокеанская геология. 1992. № 6. С. 31–42.
- Мишин Л.Ф., Чжао Чунзин, Солдатов А.И. Мезозойско-кайнозойские вулcano-плутонические пояса и системы в континентальной части востока Азии и их зональность // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 3. С. 28–47.
- Неволин П.Л., Уткин В.П., Кутуб-Заде Т.К., Кандауров А.Т., Аленичева А.А., Митрохин А.Н. Западное Приморье: геология, геодинамика структурирования и аспекты металлогении // Тихоокеанский рудный пояс: материалы новых исследований. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 278–299.
- Неволин П.Л., Уткин В.П., Митрохин А.Н., Кутуб-Заде Т.К. Геологическое строение Западного Приморья: динамика структурирования // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31. № 4. С. 17–37.
- Романовский Н.П. Петрофизика гранитоидных рудно-магматических систем Тихоокеанского пояса. М.: Наука, 1987.
- Романовский Н.П., Гурович В.Г., Сато К. Магнитная восприимчивость и металлогенические характеристики гранитоидов Циркум-Япономорского региона // Тихоокеанская геология. 1995. Т. 14. № 6. С. 24–31.

Романовский Н.П., Мальшев Ю.Ф., Дуан Жуйянь и др. Золотоносность юга Дальнего востока России и северо-восточного Китая // Тихоокеанская геология. 2006. Т. 25. № 6. С. 3–16.

Романовский Н.П., Мальшев Ю.Ф., Горошко М.В., Гурович В.Г., Копылов М.И. Мезозойский гранитоидный магматизм и металлогения области сочленения центрально-азиатского и тихоокеанского поясов // Тихоокеанская геология. 2009. Т. 28. № 4. С. 35–54.

Сокарев А.Н., Харченко Т.А., Валитов М.Г. Свидетельство о регистрации базы данных № 2017620378 Физические свойства горных пород Дальневосточного сектора зоны перехода от континента к Тихому океану. Дата гос. рег. в Реестре баз данных 5 апреля 2017 г.

Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий. Отв. ред. Шатков Г.А., Вольский А.С. СПб. ВСЕГЕИ, 2004.

Уткин В.П. Сдвиговой структурный парагенез и его роль в континентальном рифтогенезе восточной окраины Азии // Тихоокеанская геология. 2013. Т. 32. № 3. С. 21–43.

Ханчук А.И., Сахно В.Г., Аленичева А.А. Первые U-Pb SHRIMP-датирования по цирконам магматических комплексов Юго-Западного Приморья // ДАН. 2010. Т. 431. № 4. С. 516–520.

Хомич В.Г., Уткин В.П. Геодинамика формирования и унаследованность развития тектонических сооружений, контролирующего размещение благороднометалльных поясов Юга Дальнего Востока России // Генезис месторождений золота и методы добычи благородных метал-

лов: Матер. Междунар. науч. конф. Благовещенск, 2001. С. 198–200.

Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Геолого-геофизические факторы контроля проявлений золотой минерализации на сопредельных территориях России и Китая // Вестник Камчатской региональной организации Учебно-научный центр. Серия: Науки о Земле. 2009. № 14. С. 69–76.

Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Геодинамические факторы формирования суперкрупных золоторудных районов востока России и Китая // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2015. № 4. С. 28–42.

Эйриш Л.В., Моисеенко В.Г. Некоторые закономерности распределения золотоносности Дальнего Востока России // Тихоокеанская геология. 1995. Т. 14. № 2. С. 99–110.

Эйриш Л.В. Металлогения золота Приморья (Приморский край, Россия). Владивосток: Дальнаука, 2003.

Эйриш Л.В. О факторах генерации золоторудных систем Дальнего Востока // Геология руд. месторождений. 2009. Т. 51. № 3. С. 250–260.

Amante C., Eakins B.W. 2009. ETOPO1 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis. NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24. National Geophysical Data Center, NOAA. DOI 10.7289/V5C8276M

Garcia E.S., Sandwell D.T., Smith W.H.F. Retracking CryoSat-2, Envisat and Jason-1 radar altimetry waveforms for improved gravity field recovery // Geophys. J. Int. (March, 2014) 196 (3): P. 1402–1422. DOI 10.1093/gji/ggt469

Ma L.F. (Chief Editor), Chinese Geological Atlas (in Chinese), Beijing: Geological Publishing House. 2002. 348 p.

Magmatic Control of Gold Mineralization in Western Primorye (by geophysical data)

S.N. Kononets^{1,*}, M.G. Valitov¹, T.A. Kharchenko¹

¹Federal State Budgetary Institution of Science V.I.Ilichev Pacific Oceanological Institute Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences
690041, Russia, Vladivostok, Baltiyskaya Street 43
*E-mail: s_kononets@poi.dvo.ru

An analysis of the regional gravitational field of the north-east of China, Korea and Western Primorye was carried out. The distribution of gold deposits was compared with the development of Mesozoic magmatism and negative anomalies of the gravitational field. Based on the analysis of geological, mineragenic, petrophysical and geophysical materials, geological and geophysical zoning of the western part of the Khanka massif was performed, and a scheme for interpreting geological and geophysical data with elements of minerageny was drawn up. A connection was established between the anomalies of the magnetic and gravitational fields and the position of the supposed gold-bearing ore regions and nodes located in the zone of joints of the North China Triassic-Jurassic volcanic-plutonic belt with the Proterozoic substrates of the Khanka massif. According to geophysical data, Early Jurassic intrusions were identified as, controlling the location of the gold nodes. It was concluded that the gold mineralization is related to the Jurassic magmatism, which increases the prospects for the discovery of gold mineralization in the Khanka district of the Western Primorye.

Keywords: Gravitational and magnetic field; petrophysicals; Mesozoic magmatism; Gold mineralization; Khankaiskiy massif; Tectonics.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0016-777061444-60>