УДК 551.243.8:553.041(068.56)

С. И. АНДРЕЕВ, В. Е. КАЗАКОВА, А. Б. ЧЕРНОМОРДИК, С. Ф. БАБАЕВА (ВНИИОкеангеология)

Минерагения шельфовых и глубоководных зон дальневосточных морей России

Впервые проведен структурно-минерагенический анализ распределения шельфовых и глубоководных видов твердых полезных ископаемых дальневосточных морей России с использованием сквозных континентально-океанических разломных структур. На шельфе выделены Япономорская россыпная провинция золота, олова и черных металлов; Охотоморская мегапровинция россыпеобразования золота, местами платины и хромита; Тихоокеанская мегапровинция россыпеобразования черных металлов; Беринговоморская провинция полиметалльного россыпеобразования. В глубоководной части установлены Япономорская фосфоритоносная провинция, баритовые и газогидратоносные поля в Охотском море, вулкано-активная тыловодужная Охотоморская зона и гидротермально-активный район в Беринговоморской тыловодужной области, где возможно открытие глубоководных полиметаллических сульфидов.

Ключевые слова: *дальневосточные моря, золото, черные металлы, глубоководные полиметаллические сульфиды, бариты, газогидраты, мегапровинция.*

S. I. ANDREEV, V. E. KAZAKOVA, A. B. CHERNOMORDIK, S. F. BABAYEVA (VNIIOkeangeologia)

Minerageny of the sea shelf and deep-sea zones of the Russian Far Eastern seas

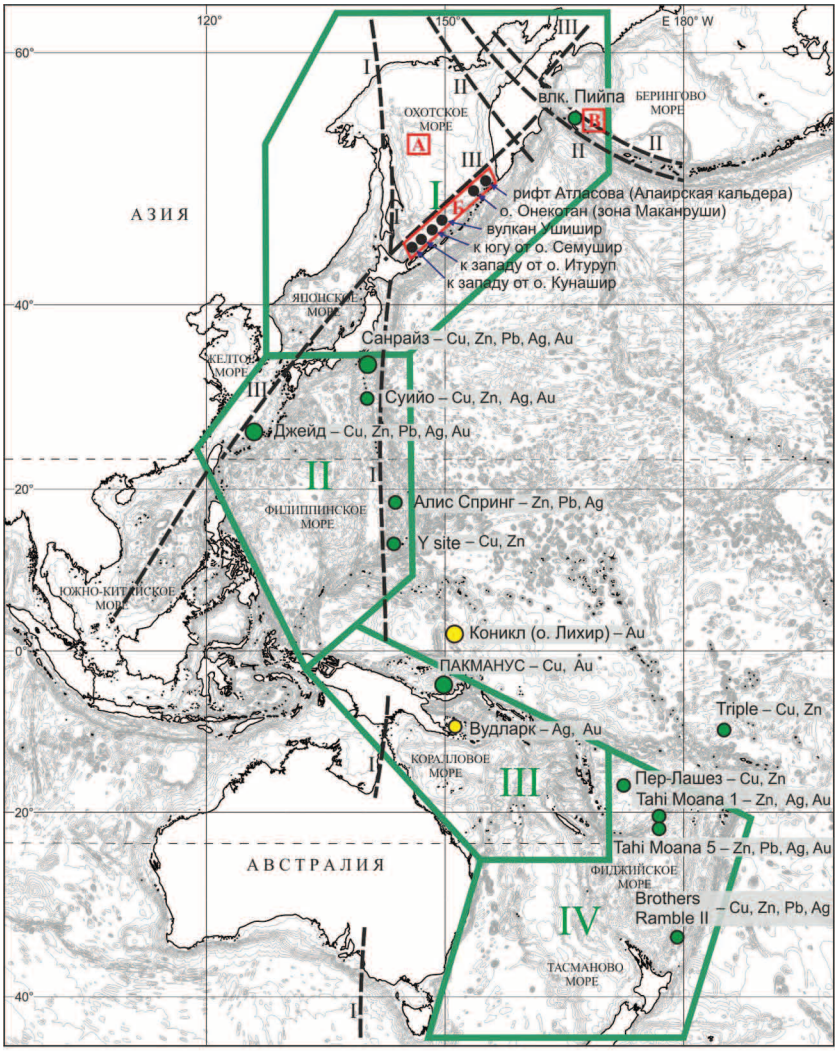
For the first time the authors have made a structural and mineragenic analysis of distribution of the sea shelf and deep-sea types of solid minerals of the Russian Far Eastern seas with the use of cross-continental-oceanic systems of deep faults. On the shelf, we have delineated the Sea of Japan placer province of gold, tin and ferrous metals; the Sea of Okhotsk megaprovince of placer gold, locally platinum and chromite; the Pacific megaprovince of placer ferrous metals; the Bering Sea placer polymetallic province. In the aquatic part: The Sea of Japan phosphorite province; the barite and gas hydrates field in the Sea of Okhotsk; the volcano-active back-arc Okhotsk area and hydrothermally active area in the Bering Sea back-arc region, where a discovery of deep-sea polymetallic sulphides is probable.

Keywords: *Far Eastern seas, gold, ferrous metals, deep-sea polymetallic sulphides, barite, gas hydrates, megaprovince.*

Введение. Дальневосточные окраинные моря (Японское, Охотское, Берингово) и отделяющие их от Тихого океана Курильская и Алеутская островодужные зоны представляют собой сложное сочетание геологических структур. Эта полноразвитая переходная зона от материкового типа коры к океанической [5], удачно названная Л. И. Красным транзиталью [13], остается во многом слабоизученным регионом. Постараемся увидеть в геологическом строении акваторий дальневосточных морей России, с одной стороны, отчетливо выраженные элементы минерагении, унаследованные от прибрежных структур и рудогенеза сопредельного континента, с другой, связанные с геологическим развитием океана. Первые развиты в шельфовых зонах. Влияние вторых заметно в глубоководных зонах за пределами шельфа. Однако геологи еще не совсем овладели полными знаниями относительно разнообразия и масштабов минерально-сырьевого потенциала дальневосточных морей. В сравнении с другими сегментами Западно-Тихоокеанской транзитали самый северный Курило-Алеутский сегмент, пожалуй, изучен меньше, чем расположенные южнее Япономорский и Меланезийский сегменты (рис. 1). В них открыты десятки и сотни гидротермальных рудопроявлений сульфидных руд, богатых Cu, Zn, Au и Ag. В Японо-Марианском сегменте выявлены рудные объекты, рассматриваемые как потенциальные месторождения: рудное поле Джейд в кальдере Изена (Cu 3,7, Zn 20,1 %; Au 4,8, Ag 1900 г/т; Pb 9,3 %; Se, Sb, Cd, As) в желобе Окинава; подводная сульфидная залежь Санрайз (Cu 5,5, Zn 21,9, Pb 2,29 %, Au 20, Ag 1213 г/т; Cd, Sb, As, In) в островной дуге Идзу-Бонино. Для них характерна полиметаллическая специализация Cu-Zn-Pb. В Меланезийском сегменте в окраинном море Бисмарка – рудный район Пакманус (Cu 7,2, Zn 0,4 %, Au 5, Ag 23 г/т). Идет активное обследование районов Северо-Фиджийского моря, дуги Тонга-Кермадек.

Общее количество открытых, изученных и подготавливаемых к изучения гидротермальных рудных объектов в южной части Западно-Тихоокеанской переходной зоны, охватывающей почти всю Меланезию, позволяет считать этот океанический регион крупной рудной провинцией, специализированной на цветные и благородные металлы. Это подтверждается реальными месторождениями Cu и Au на о. Новая Гвинея и крупнейшим месторождением Au на о. Лихир (запасы до 2000 т), примыкающем с внешней стороны к островной дуге Табар-Фени.

© С. И. Андреев, В. Е. Казакова, А. Б. Черномордик, С. Ф. Бабаева, 2016



Мегасегменты: I – Курило-Алеутский, II – Японо-Марианский, III – Меланезийский, IV – Кермадек-Новозеландский; ●1 ●2 – подводные объекты ГПС с указанием специализации: 1 – рудопроявления, 2 – крупные; ○1 ○2 – золотоносные объекты с указанием специализации: 1 – рудопроявления, 2 – крупные; ▣ – наиболее перспективные районы в пределах акватории дальневосточных морей России с указанием центров гидротермальной деятельности: А – впадина Дерюгина, Б – Охотоморская тыловодужная зона Большой Курильской гряды, В – Беринговоморская тыловодужная зона Командор (Алеуты);
▬▬▬ предполагаемые сквозные континентально-океанические разломные структуры: I – Верхояно-Сахалинско-Идзу-Бонино-Мариано-Австралийская, II – Момско-Камчатско-Алеутская, III – Окинава-Ямато-Курило-Камчатско-Корейская

Рис. 1. Гидротермальные проявления глубоководных полиметаллических сульфидов в Западно-Тихоокеанской переходной зоне

Вблизи острова, в кратере подводного вулкана Коникл, установлено ураганное содержание этого металла (до 230 г/т) [17].

Не лучшим образом выглядит сравнение степени изученности минеральных ресурсов акваторий дальневосточных морей с Аляской. Аляска занимает 7-е место в мире среди ресурсодобывающих стран. Там открыты такие гиганты, как Ред Дог – самое крупное в мире месторождение цинка (среднее содержание 19 %) [20], известно крупное УВ месторождение Прадхо-Бей (нефть и конденсат 2,7 млрд т; газ 1,06 млрд м^3), сравнимое с отечественным нефтяным месторождением Самотлор в Западной Сибири. В юго-западной части полуострова выявлено крупнейшее месторождение медно-порфировых руд Пэббл (ресурсы Au 1773 т, Cu 21,7, Mo 1,3 млн т) [6, 20]. Полуостров располагает большими запасами угля.

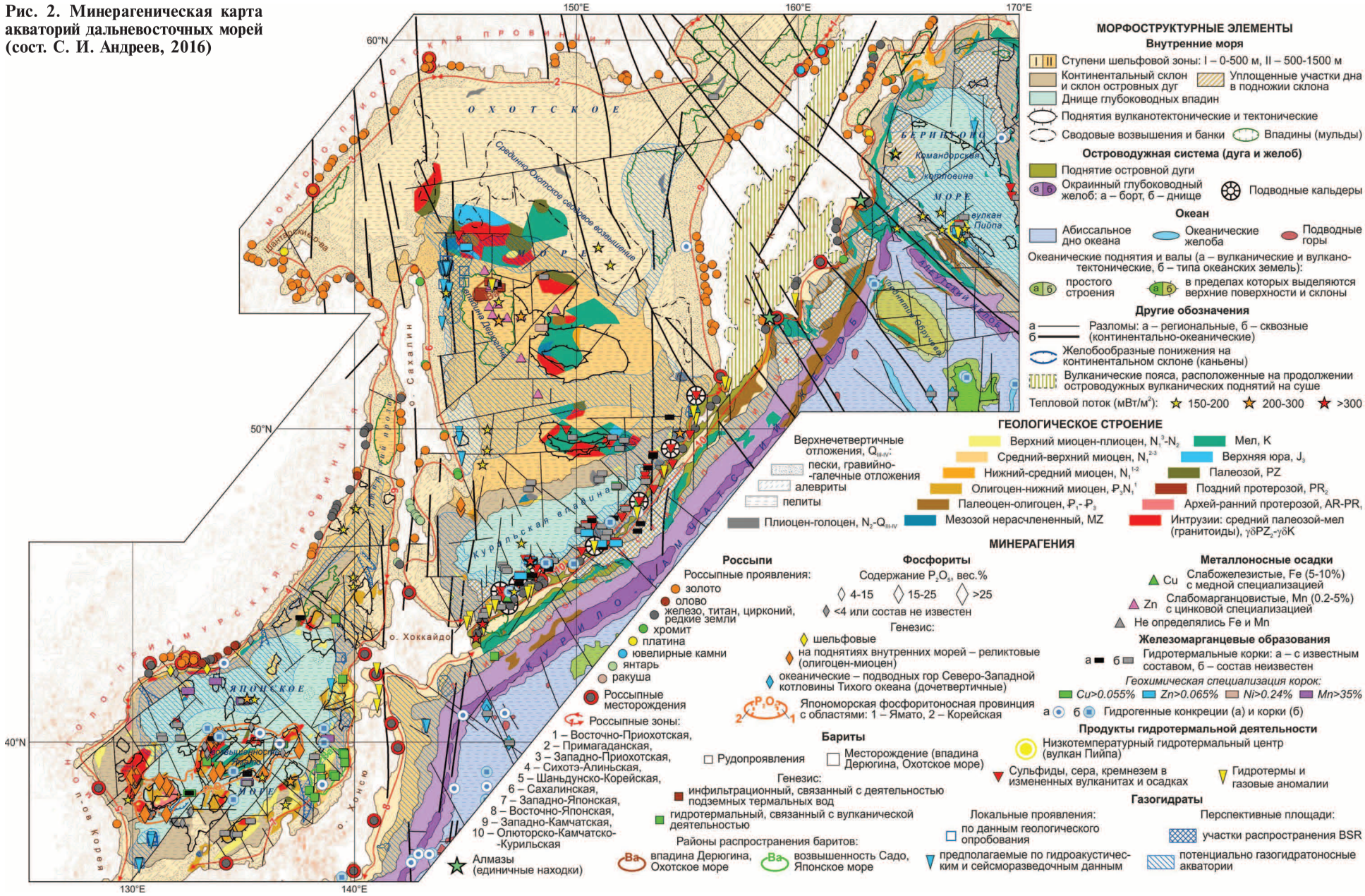
Изученность прибрежного шельфа северо-востока России. Полуостров Чукотка и Корякское нагорье обладали немалым эксплуатируемым минерально-сырьевым потенциалом. На первом месте стояло золото. Восточная окраина золотоносного Колымского края выходила на побережье Охотского моря. В Чаунском районе Чукотки открыли россыпи олова (Певек, Валькумей) и золота (Рывеем и Пильхинкууль), возродился интерес к давно известной золотоносности хр. Золотой, протянувшегося вдоль западного побережья Берингова моря от зал. Креста до Анадырского залива. В 1973–1974 гг. в НИИГА (Ленинград) на малотоннажных судах «Горизонт», «Агат» и «Алга» развернулись рекогносцировочные геолого-геофизические работы вдоль всего беринговоморского побережья Чукотки, вдоль побережья Чукотского моря до мыса Шмидта и далее. В Беринговом море изучались шельф о. Аракамчечен,

Синявинские проливы, зал. Лаврентия, выходы на шельф Дежневского субщелочного массива в Беринговом проливе. В Чукотском море проводились геофизическое вдольбереговое профилирование и геологическое опробование в Колючинском заливе и далее к западу от пос. Ванкарем до мыса Шмидта, устья р. Колыма, мыса Святой Нос и шельфа о. Б. Ляховский с заходом в море Лаптевых (Эбеляхский залив и Ванькина губа), где ранее (1966 г.) с участием НИИГА была открыта крупная морская россыпь касситерита. В этом районе отмечен выход Чохчуро-Чокурдахского ряда оловоносных меловых гранитоидных интрузий [1] в Яно-Индигирскую низменность, к северу от хр. Полоусный, и далее на побережье моря Лаптевых. Они продолжаются через прол. Лонга на острова Б. Ляховский и Котельный, в район Земли Бунге и прол. Геденштрома. Интересно, что далее эта линейная структура отдаленно согласуется по направлению и положению с разломами, выделяющими платообразный блок на континентальном склоне, и простиранием отрога Геофизиков, входящего в систему инфраструктуры хр. Ломоносова. В 60–70-х годах прошлого века оловоносные россыпи интенсивно изучались, разведывались (Ванькина губа, о. Б. Ляховский на севере, Тенкели, ручей Крайний, Зимовье – Хая, Чурпунья на юге) и осваивались. Южнее, в хр. Полоусный, в этой же разломной зоне располагается крупнейшее коренное и россыпное месторождение Депутатское. В 1976–1978 гг. в результате опробования прибрежной зоны Восточно-Сибирского моря выявлены три участка, перспективные на россыпи касситерита, и два участка на золото и касситерит. Аналогичные работы проведены в 1979 г. вокруг Медвежьих островов в Восточно-Сибирском море. Результаты исследований остались без должного внимания и серьезно не проанализированы до сих пор.

Разломная тектоника и рудогенез региона. Чтобы не создалось впечатления, что авторы удаляются от исходной темы – минерагения дальневосточных морей, в частности Охотского моря – в другой регион, обратимся к работе А. Е. Антонова и Г. Н. Гамянина (ИГЕМ РАН) [3]. Принято считать [3], что осевой рифт хр. Гаккеля имеет продолжение в районе Момского рифта и далее, через Магаданскую область и Охотское море, в районе Камчатского перешейка и Командорского сегмента Алеутских островов. Однако заметим, что осевой рифт хр. Гаккеля может продолжаться меридионально на юг, вдоль восточной границы Сибирской платформы вплоть до г. Охотск, затем выходить на шельф Охотского моря и далее тянуться к югу вдоль берега о. Сахалин, где уже ранее выделялся Сахалинский линеамент [21]. Вдоль восточного ограничения этой крупнейшей в регионе разломной структуры располагается глубокий грабенообразный Дерюгинский прогиб, выполненный 12-километровой палеоген-неогеновой осадочной толщей [7], которой на поверхности дна отмечается согласной по конфигурации зоной интенсивного проявления газогидратов [9], что, вероятно, может указывать на наличие залежей УВ на глубине. Рассматриваемая субмеридиональная система разломов (рис. 1) южнее прослеживается на о. Хоккайдо, на Западном Хонсю и соединяется с внешней субмеридиональной островной дугой Идзу-Бонино, в которой располагаются уникальное рудное поле глубоководных полиметаллических сульфидов Санрайз и серия аналогичных более мелких рудопроявлений гидротермального генезиса [9]. Начатые построения можно продолжать и далее на юг, в задуговую часть Марианской островной дуги; в осевую зону подводного вала Эаурипик, делящего Каролинскую котловину на западную и восточную части; в район восточного борта зал. Карпентария и далее в пределы Австралии, а затем в Южный океан, где прослеживается система трансформных разломов Кенгуру [19]. Таким образом, мы имеем наглядный пример разломных структур планетарного масштаба, контролирующих разные по возрасту полигенные континентальные и океанические линейные дизъюнктивные элементы практически от северной до южной полярных областей Земли. В той части, которая касается Дальнего Востока, она важна для понимания преемственности минерагении северо-востока России акваториями дальневосточных морей. В первую очередь это касается шельфа Охотского моря, который «золотит» по всему периметру, особенно в северной части между Удской губой на западе и п-овом Пьягина на востоке (рис. 2). Не менее интересен интервал Охотоморского шельфа между Удской губой и Сахалинским заливом, в котором известно 20 рудопроявлений шельфового Au, а в непосредственной близости к берегу располагаются крупное месторождение золота Многовершинное и рядом Белая Гора. Поскольку береговая зона в указанном интервале сложена вулканогенными породами Охотско-Чукотского пояса, имеющего в целом преимущественно Au-Ag металлогеническую специализацию, важно знать условия, определяющие локализацию этих рудных скоплений, чтобы наметить перспективные участки их возможного нахождения на шельфе. Согласно работе [3], такие функции могут выполнять разломы, поперечные по отношению к генеральному простиранию Охотско-Чукотского пояса, на суше контролирующие относительно приближенные к берегу коренные месторождения Нежданинское (Au-Ag), Хаканджинское (Au-Ag), Наталкинское (Au-Ag), Дукат (Au-Ag). В районе выхода на шельф описанной выше сквозной континентально-океанической разломной системы вблизи г. Охотск на побережьях и в палеодолинах рек известны мелкие месторождения Au с содержаниями металла более 2 г/т (максимум 9,1 г/т), общие запасы которых по кат. C_1 оцениваются в 1,8 т. Продолжение их на шельфе Охотского моря весьма возможно как в виде погребенных аллювиальных, так и прибрежно-морских залежей.

Распространение шельфового россыпеобразования. Намечающийся разворот на юго-восток континентальных разломных структур северо-востока России, контролирующих месторождения Наталкинское и Дукат (Au-Ag), отчасти согласно простиранию Момского рифта, позволяет также отнести к перспективным их выходы на шельф Охотского моря, в район полуостровов Кони и Пьягина, где в прибрежной зоне известно 9 золотоносных рудопроявлений (рис. 2), сопутствуемых касситеритом и вольфрамитом с ресурсами в сотни килограммов Au [9]. Эта группа разломов может быть отнесена к сквозным, контролирующим континентальные структурные элементы и металлогенические особенности, а также к островодужным структурам

Рис. 2. Минерагеническая карта акваторий дальневосточных морей (сост. С. И. Андреев, 2016)



Командорского сегмента Алеутской дуги, к которому с севера примыкают параллельные генеральному простиранию всей мегаструктуры океанические разломы Альфа и Беринга Беринговоморской тыловодужной зоны. К последнему тяготеет гидротермально-активный центр на вулкане Пийпа.

В створе сквозного разлома на западном побережье в районе Ича – Крутогорова располагаются сближенные россыпные проявления Au (до 1,5 г/м^3) при общем ресурсном потенциале до 2,0 т металла. На всем западном прибрежье Камчатки, включая пляжи и шельф, широко распространены ореолы «тонкого» золота [14].

На севере Охотского моря к зал. Шелихова подходят золотоносные районы Омолонского массива, распространяющиеся на п-ов Тайгонос, где жесткий блок смыкается с мезозойско-кайнозойской Корякской складчатой областью. Прогнозные ресурсы Au при содержаниях более 0,3 г/м^3 могут достигать 1 т металла [15]. На восточном берегу Охотского моря, в районе перешейка и на Беринговоморском побережье, включая п-ов Озерной и о. Карагинский, обнаружены 5 и 16 проявлений россыпного Au (рис. 2) в ассоциации с минералами черных металлов (Fe, Ti и Cr). В трех случаях отмечена платина, что, видимо, связано с приближением к побережью платиноносных базит-ультрабазитовых интрузий Ватынско-Вывенского офиолитового пояса Корякского нагорья. Однако на пляжах о. Карагинский, где также распространены позднемеловые базит-ультрабазитовые интрузии, платины пока не обнаружено, хотя в осадках присутствует хромит.

Металлогеническая специализация прибрежных отложений к югу от мыса Камчатский, где происходит сочленение Камчатки с Алеутской островной дугой (рис. 2), ориентирована в основном на россыпи черных металлов с V_2O_5 с небольшой примесью золота. Примером может служить Халактырское россыпное месторождение магнетита и титаномагнетита вблизи г. Петропавловск-Камчатский. Там же на южном берегу Авачинского залива на пляже в ассоциации с магнетитом и титаномагнетитом установлено золото.

Прибрежная шельфовая зона Курильских островов на всем своем протяжении обогащена морскими отложениями магнетита, титаномагнетита с V_2O_5, иногда редкими элементами In, Ga, Sc (о. Итуруп, Ручарское месторождение, зал. Простор). Определенно установлено 25 [9] россыпных объектов черных металлов.

Зона распространения россыпных проявлений черных металлов продолжается южнее Курил. На восточном шельфе островов Хоккайдо и Хонсю известно пять средних и мелких месторождений магнетита и титаномагнетита, активно эксплуатируемых. Что же касается российского интервала тихоокеанского побережья Камчатки и Курильских островов, то геологическая разведка в основном ограничивалась поисковой стадией, за редким исключением оценочной (Жупановское, Восточная Камчатка; Курильское, о. Итуруп), в отдельных случаях разведочной (Халактырка, Восточная Камчатка; зал. Простор, о. Итуруп). В этих россыпных объектах содержание Fe 11,0–18,0, TiO_2 1,5–2,3, V_2O_5 0,46–0,80 %. Попутно отметим, что россыпи черных металлов известны в Татарском проливе (Японское море): Fe 2,9–3,7, TiO_2 0,75–1,0, примеси Zr, V_2O_5, РЗЭ, Sc 0,014 %. В Охотском море в интервале Удская губа – Амурский залив на пляже и прибрежном шельфе встречены комплексные россыпи магнетита, титаномагнетита, ильменита, циркона, монацита, золота (рис. 2). Интересный россыпной объект черных металлов располагается на юге западного побережья Камчатки – Озерновское месторождение: содержание Fe до 14, TiO_2 0,92–2,09 %, высокое V_2O_5. В северной части охотоморского побережья Камчатки, при входе в зал. Шелихова, на пляжах известны небольшие месторождения агатов и халцедонов, иногда с золотом. Из экзотических видов полезных ископаемых для шельфов Японского и Охотского морей известны проявления янтаря (о. Сахалин), ракуши и органо-минеральных илов (зал. Петра Великого).

Возвращаясь к вопросу о структурно-тектоническом положении россыпных месторождений различного состава в шельфовой зоне дальневосточных морей, подчеркнем их тяготение к сквозным разломам, прослеживающимся в пределах океана, сопредельного континента, п-ова Камчатка и характерным для островодужных архипелагов, поперечных для Курил и Охотоморской тыловодужной зоны, продольно-осевых для Командор и Беринговоморской тыловодужных зон. По масштабу проявления их можно подразделить на линеаменты и суперлинеаменты – это системы очень крупных разломов, прослеживающихся от моря Лаптевых через Верхояно-Колымскую складчатую область [3] в район о. Сахалин [21] и далее на юг, вдоль внешнего островодужного поднятия в Японо-Марианском мегасегменте Западно-Тихоокеанской транзитали. Несомненно, столь же значительна разломная система Момский рифт – Командорский сегмент Алеут с выходом на Аляску. Можно продолжать дискуссию, какая из систем наследует простирание хр. Гаккеля, вернее, какую из более древних фанерозойских континентальных разломных систем наследует этот молодой срединно-океанический рифт Северного Ледовитого океана. Но нет сомнения, что они ключевые при контроле за процессами рудообразования как на суше, так и в океанической части, и следовательно, аналогичную роль могут выполнять в пределах шельфа Охотского моря и тихоокеанского побережья Камчатки и Курил. Остается неясным (рис. 2) структурно-тектоническое положение сообщества россыпных золотоносных проявлений на обоих берегах Камчатки. На северо-востоке Азии золотоносные районы в пределах Яно-Колымской складчатой области и Охотского массива контролируются разломами, идущими до Охотского моря и далее через море на Камчатку [3]. Однако в первом случае при подходе к полуостровам Кони и Пьягина, а во втором к п-ову Тайгонос [3] они все же достаточно удалены от берега и в какой-то степени «подмывают» идею их уверенного продолжения далее, мористее на юго-восток, а также категорического утверждения, что золотоносные проявления на побережье Камчатки так или иначе с ними связаны. Но в общерегиональном плане нет оснований в этом сомневаться. Разломные структуры СЗ-ЮВ Колымской золотоносной провинции не противоречат положению и направлению генерального простирания Алеутской островной дуги и расположенной севернее серий разломов Беринга и Альфа в тыловодужной Беринговоморской зоне (рис. 2). Это подкрепляет предположение, что коренная

золотоносность Камчатки может контролироваться теми же системами дизъюнктивных структур, а следовательно и металлогенических зон, которые определяют золотоносность и сереброносность на сопредельном Азиатском континенте. Отметим, что западная Нежданинско-Хаканджинская металлогеническая зона [3] совпадает со сквозной континентально-океанической разломной структурой, хорошо выраженной в пределах Охотского моря Сахалинским линеаментом, и находит подтверждение в Нижнем Приамурье. Она представляет собой элемент крупнейшей структурообразующей сквозной континентально-океанической разломной системы планетарного масштаба. Центральная Адыча-Тарынская металлогеническая зона [3] выходит в район полуостровов Кони и Пьягина, а на западном берегу Камчатки, вероятно, может продолжаться в районе Ича-Крутогоровской золотоносной площади и к югу от нее. По своей природе она адекватна предыдущей разломной структуре, но по масштабу уступает ей. Восточная Нижнеянско-Селенняхская металлогеническая зона [3] выходит на п-ов Тайгонос и далее предположительно в район Камчатского перешейка, где россыпные проявления золота известны как на охотоморском, так и на беринговоморском шельфах, включая п-ов Озерной на Камчатке и зал. Корфа на южном фланге Корякии. Отчетливых признаков сквозных континентально-океанических разломных структур здесь не фиксируется, но заметно воздействие металлогенической специализации, связанной с генеральным северо-восточным простиранием структур Курило-Алеутского мегасегмента, конкретно с Корякской складчатой областью. В прол. Литке это направление представлено перспективным нефтегазоносным прогибом с мощностью отложений, по-видимому, до 4 км и более.

Россыпные золотоносные металлогенические зоны северо-востока Азии и Камчатки располагаются на шельфе по периметру Охотского моря, а по характеру расположения исходных коренных источников благородного металла тяготеют к разломам сквозного континентально-океанического характера. Практическим следствием является рекомендация к изучению россыпной золотоносности на охотском и камчатском шельфах в узлах воздействия указанных двух факторов. В районе Камчатского перешейка, в частности в Карагинском заливе, где возникает третий фактор, связанный с ориентацией металлогенических зон в северо-восточном направлении, общая картина проявления рудогенеза разнообразнее. Явно преобладает влияние складчатых структур Корякского нагорья, конкретно, позднемелового офиолитового Ватынско-Вывенского пояса, без изменения золотоносной, что привносит в район Камчатского перешейка новую специализацию, представленную платиной, способной образовывать на суше промышленные россыпи [12]. Отчетливая согласованная линейная связь сквозных континентальных и океанических дизъюнктивов здесь завуалирована

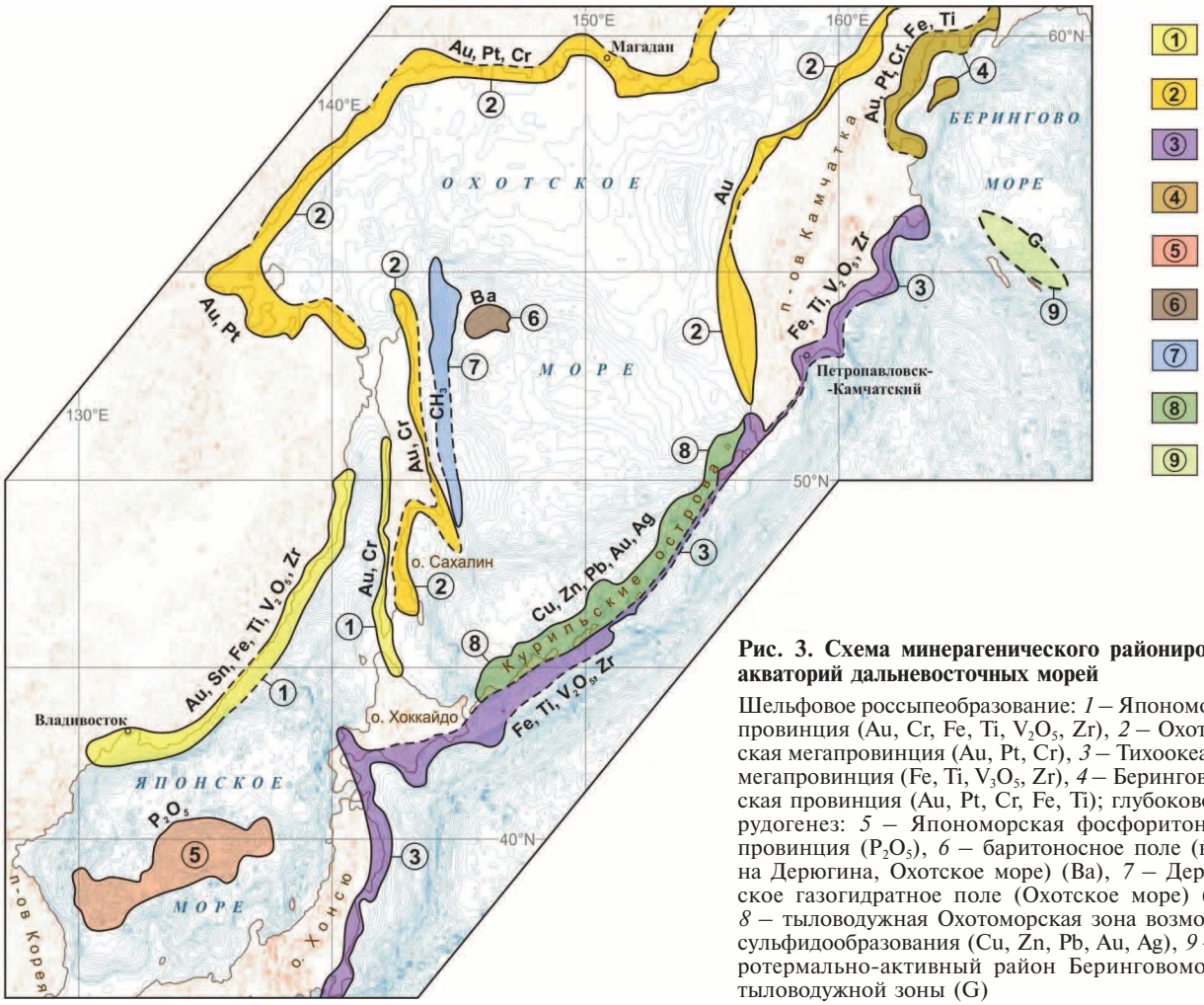


Рис. 3. Схема минерагенического районирования акваторий дальневосточных морей

Шельфовое россыпеобразование: *1* – Япономорская провинция (Au, Cr, Fe, Ti, V_2O_5, Zr), *2* – Охотоморская мегапровинция (Au, Pt, Cr), *3* – Тихоокеанская мегапровинция (Fe, Ti, V_3O_5, Zr), *4* – Беринговоморская провинция (Au, Pt, Cr, Fe, Ti); глубоководный рудогенез: *5* – Япономорская фосфоритоносная провинция (P_2O_5), *6* – баритоносное поле (впадина Дерюгина, Охотское море) (Ba), *7* – Дерюгинское газогидратное поле (Охотское море) (CH_2), *8* – тыловодужная Охотоморская зона возможного сульфидообразования (Cu, Zn, Pb, Au, Ag), *9* – гидротермально-активный район Беринговоморской тыловодужной зоны (G)

либо прерывается. На полуостровах Камчатский и Озерной фиксируются узлы пересечения гетерогенных континентальных и океанических разломов [8], сопутствуемых смешанной специализацией тяжелых минералов (золота, магнетита, титаномагнетита, платины и хромита) в осадках. Описанная геологическая ситуация как бы выпадает из общей отмеченной выше упорядоченной системы сочетания коренных источников золота и районов россыпеобразования. Но эта исключительность, пожалуй, фокусирует внимание на карагинском побережье Камчатского перешейка как перспективном сразу на комплекс полезных ископаемых (россыпное золото, черные металлы и, возможно, платина).

Рассуждая о золотоносности шельфа Охотского моря, приходится удивляться, что этому уникальному объекту до сих пор не дано соответствующей оценки. Более 2,5 тыс. км побережья устойчиво золотоносносно. Здесь выявлены 7 месторождений и 79 россыпных проявлений [2, 9]. **Это позволяет, учитывая геолого-тектоническое разнообразие регионов, прогнозировать наличие, возможно, единственной в мире по своим металлогеническим и пространственным показателям крупной россыпной золотоносной мегапровинции практически по всему периметру Охотского моря**, сформировавшейся в результате череды опосредованных причин на южном фланге одной из богатейших континентальных золотоносных провинций мира – Золотой Колымы, богатого коренным золотом Нижнего Приамурья и Западной Камчатки.

В равной степени сказанное относится к протяженному (более 2,0 тыс. км) тихоокеанскому побережью от мыса Камчатский на севере, вдоль п-ова Камчатка до мыса Лопатка и далее вдоль островного шельфа Курильской дуги до ее смыкания с о. Хоккайдо и южнее вдоль восточного побережья о. Хонсю. Здесь установлены 27 россыпных проявлений и 8 месторождений черных металлов, сопутствуемых V_2O_5 и цирконом, – два на Камчатке, одно на о. Итуруп и пять на Японских островах [2, 9].

Аналогом Тихоокеанской зоны россыпеобразования черных металлов на дальневосточной окраине России может служить восточное побережье Австралии, омываемое Коралловым морем. Здесь в полосе протяженностью около 1000 км прибрежная равнина, осложненная дюнами, пересыпями, барами, пляжами, полого погружается под воду и в виде продуктивных горизонтов мощностью 2–12 м продолжается до глубины 30–35 м в 2–3 км от берега. Полезные компоненты в осадках представлены минералами титана, железа, циркония, редких земель. В прошлом веке австралийское восточное побережье давало до 90 % мирового производства рутила, циркона и монацита [19]. Не менее интересна сопредельная область Новой Зеландии, которая является аналогом островодужной части намечаемой суперрегиональной Тихоокеанской россыпной провинции черных и редких металлов в пределах Курило-Алеутского мегасегмента. Гряда Больших Курильских островов, а их более 30, окаймлена продуктивным металлоносным шельфовым шлейфом осадков практически по всему периметру как с тихоокеанской, так и с охотоморской стороны. В прошлом веке здесь проводились поиски и предварительная разведка. На о. Итуруп выявлено несколько крупных залежей (Ручарская, Рейдовская), имеющих продолжение в зал. Простор. Россыпные проявления черных металлов известны на островах Шумшу, Парамушир, Онекотан, Уруп и Кунашир [9].

Оценивая масштабность россыпной металлоносности черных и редких металлов на внешнем тихоокеанском шельфе п-ова Камчатка, Курил и далее к югу на восточном шельфе Японских островов, **вполне можно говорить о существовании на северо-восточной шельфовой окраине Азии мегапровинции россыпной металлоносности черных и редких металлов** (рис. 3).

Рудные проявления в глубоководной части дальневосточных морей. За пределами шельфа в глубоководной части дальневосточных морей перечень потенциальных полезных ископаемых достаточно широк. Он включает **фосфориты** на поднятиях Ямато, Криштофовича, Уллындо (20,64–29,87 % P_2O_5), на континентальном склоне Южного Приморья (до 10 % P_2O_5); локальные скопления **Fe-Mn корок** на подводных потухших вулканах – поднятиях Алпатова, Беляевского, Первенца, Тарасова, Галагана, Мацу и Медведева (от 20 до 35–40 % Mn) в Японском море.

Дно Охотского моря имеет аномальное двухъярусное строение: до глубин 500 м – «верхний» шельф, до глубин 1500 м – «нижний» шельф, далее на самом юге склон, переходящий на глубинах 3000 м в дно Курильской котловины. Происхождение этой морфоструктурной аномалии до конца неясно. Если «нижний» шельф отражает определенный уровень стояния дна окраинного моря, то можно предположить, что здесь в древней прибрежной зоне могли формироваться древние россыпи, вероятно, залегающие на глубинах, ныне соответствующих основанию «верхнего» шельфа – 400–500 м.

Основной геолого-тектонической структурой Охотского моря является впадина Дерюгина (рис. 2), по окраинам которой располагаются на севере банка Кашеварова, Срединно-Охотская сводовая возвышенность, на юго-востоке поднятие Института океанологии, а на юге поднятие АН СССР. Впадина Дерюгина четко оконтуривается в той части, которая примыкает к о. Сахалин. В южном направлении ее контуры выражены расплывчато, но достаточно отчетливо прослеживаются до Курильской котловины. На каком-то этапе они, возможно, имели общий механизм формирования, а современная впадина Дерюгина была несостоявшейся глубоководной котловиной, заполненной мощным чехлом олигоцен-плиоценовых отложений (около 4 км), достигающим, по сейсмическим данным, на стыке с подножием склона о. Сахалин в Дерюгинской депрессии 10–12 км [7]. Примечательно, что этот район на поверхности дна характеризуется высокой газогидратоносностью. Здесь выявлены более 25 непосредственных источников газогидратов и более 130 косвенных свидетельств: факелов, BSR (Bottom Simulating Reflector – отражающий горизонт) и аномалий VAMPs (Velocity and Amplitude structure – амплитудно-скоростные особенности сейсмической записи) [10, 16]. В расположении газогидратных проявлений на поверхности дна отмечается субмеридиональная линейная упорядоченность, с одной стороны, согласная с крупным разломом, входящим в систему континентально-океанических сквозных разломных структур под названием Сахалинский линеамент, с другой, с осью глубокого

приразломного Дерюгинского трога, несомненно чрезвычайно интересного для поиска традиционных УВ [2, 9].

Другим феноменом в северо-восточной части Дерюгинской впадины является крупное скопление **баритов** на площади в 22 км^2, так называемые Баритовые горы, залегающие на глубинах 1500 м [4]. Их происхождение трактуется неоднозначно – либо они продукты гидротермальной деятельности, либо инфильтрационные образования, возникшие за счет мобилизации баритоносного вещества из выполняющей впадину осадочной толщи [18]. В обоих случаях аргументов недостаточно, как, впрочем, и для объяснения происхождения впадины Дерюгина в целом. Если отдать предпочтение гидротермальной природе баритов, то возникает вопрос, где сопутствующая рудная, в частности сульфидная компонента. Если полагать, что бариты инфильтрационные, то чем объяснить их локализацию с образованием таких крупных скоплений «чистых» массивных баритовых руд.

Из других глубоководных ТПИ в Охотском море следует упомянуть Fe-Mn образования, подразделяемые на гидротермальные и гидрогенные. Их активно изучают в последние годы сотрудники ДВЦ АН РФ Н. В. Астахова, А. С. Астахов, В. В. Саттарова, Е. В. Михайлик, П. Е. Михайлик и др. Кроме традиционных Mn, Co и Ni, отмечается присутствие Au и РЗЭ главным образом в гидрогенных Fe-Mn отложениях [18].

Ключевой проблемой акватории Охотского моря является поиск глубоководных сульфидных руд, столь широко известных и достаточно хорошо изученных в других сегментах Западно-Тихоокеанской транзитали (рис. 1). По сути в пределах Курило-Алеутского сегмента установлен только один гидротермальный центр, рассматриваемый как потенциально рудоносный – это вулкан Пийпа в Беринговоморской тыловодужной зоне. Что касается Охотоморской тыловодужной зоны, то прямых признаков гидротермального рудообразования пока не выявлено, хотя известно большое количество косвенных индикаторов.

На основе многочисленных примеров проявления глубоководных сульфидных руд в юго-западной части Тихого океана в качестве потенциально благоприятных геолого-тектонических индикаторов [9] выбраны два положения:

– наличие промежуточного корового очага при возникновении вулкана, вследствие чего исходная базальтовая магма получает возможность пройти через процесс глубокой дифференциации с образованием широкого спектра вулканических пород от основных до средних и кислых и выделением на финальной стадии рудоносных растворов и флюидов;

– кальдерный тип строения вулкана, свидетельствующий о разгрузке промежуточного очага дифференциации и возможном отложении ее продуктов внутри кальдерного провала.

Непосредственными, косвенными признаками рудогенной деятельности в пределах таких коровых вулканов кальдерного типа, кроме пестрого набора вулканитов, являются металлоносные осадки, гидротермальные Fe-Mn корки и бариты, рассеянная сульфидная вкрапленность, гидротермальные и газовые источники, проявления самородной вулканической серы, тепловой поток.

Анализ Охотоморской тыловодужной зоны показал, что с общегеологических позиций эта часть региона весьма перспективна для выявления скоплений горючих полезных ископаемых, тем более что Курильская островная дуга имеет мощную кору от 25 до 44 км [9]. На рис. 1 выделено 6 перспективных участков, представляющих собой подводные вулканы с указанными выше косвенными признаками проявления гидротермального оруденения.

Исходя из общегеологических и металлогенических предпосылок, нет никаких оснований считать нереальной возможность открытия в пределах Охотоморской тыловодужной зоны скоплений глубоководных сульфидов, аналогичных выявленным к югу от Японии рудным полям Джейд и Санрайз. Еще южнее, в море Бисмарка, обнаружен обширный рудный район Пакманус, состоящий из 19 рудных залежей Солвара. Рудная залежь Солвара-1 и примыкающий к ней с севера рудный участок разведуются и готовятся к промышленной отработке Международной горно-рудной компанией “Nautilus Minerals Ltd” уже в 2018 г. На верфях Китая строится добычное судно. В районе Полинезии и островной дуги Тонга-Кермадек обнаружены сотни подводных гидротермальных проявлений сульфидных руд, как правило, связанных с вулканами [17]. Отметим, что почти все рудные объекты являются открытиями последнего десятилетия XX и начала XXI в. Иными словами, они получили известность после того, как их стали искать целенаправленно. По-видимому, аналогичный подход должен быть и в случае Охотоморской тыловодужной зоны.

Касаясь экзотических видов твердых полезных ископаемых дальневосточных морей России, отметим месторождения ювелирных и поделочных камней (Западная Камчатка), проявления янтаря (о. Сахалин), ракушняка (Японское море) и разрозненные проявления алмазов вблизи береговой зоны (Пенжино, Камчатский мыс), генезис которых может быть связан, согласно Г. А. Карпову и др. (2014) [11], с продуктами извержений вулканов, как было установлено на примере трещинного вулкана Плоский Толбачик.

Заключение. При выделении металлогенических подразделений учитывались условия залегания и распространения рудных объектов. Все таксоны подразделялись на шельфовые и глубоководные. В ранге шельфовых подразделений учитывались однородность геологического строения сопредельного региона (провинция), масштаб и региональная гетерогенность прибрежной суши (мегапровинции). Для глубоководных таксонов принимались во внимание масштаб, форма, однородность строения рудоконтролирующей структуры: провинция (фосфориты); особенности залегания на дне – поле (бариты и газогидраты); форма, протяженность и специфичность вулкано-тектонической активности – зона или её ограниченный фрагмент – район (глубоководные полиметаллические сульфиды).

Первая группа таксонов шельфового россыпеобразования: Япономорская провинция россыпеобразования Au, Sn, черных металлов; золотоносная Охотоморская мегапровинция россыпеобразования с Pt и Cr; внешняя Тихоокеанская мегапровинция черных и редких металлов; полиметалльная (Au, Pt, Cr, черные металлы) Беринговоморская провинция.

Вторая группа таксонов глубоководных видов твердых полезных ископаемых: Япономорская фосфоритоносная провинция (области Ямато и Корейская); баритоносное поле во впадине Дерюгина (Охотское море); Дерюгинское газогидратоносное поле (Охотское море); вулканоактивная тыловодужная Охотоморская зона возможного распространения гидротермальных глубоководных сульфидных руд; гидротермально-активный район Беринговоморской тыловодужной зоны.

Отметим перспективность Дерюгинского прогиба в отношении традиционных УВ на стыке одноименной впадины со склоном о. Сахалин и осадочной линзы в Карагинском заливе и прол. Литке, в юго-западной части Берингова моря, к востоку от Камчатского перешейка.

Акватории дальневосточных морей отличаются широкой полиметалльной специализацией, характерной для шельфовых зон (Au, Sb, черные и редкие металлы), глубоководных районов (фосфориты, Fe-Mn корки, бариты) и островодужных вулкано-активных зон (глубоководные полиметаллические сульфиды, вулканическая сера, редкие и рассеянные элементы). Районы распространения осадочных линз характеризуются повышенной газогидратоносностью и перспективами обнаружения традиционных УВ.

Целенаправленное изучение ресурсного потенциала дальневосточных морей вполне может обеспечить самодостаточное развитие экономики Дальневосточного региона России.

Создавая инфраструктуру Дальневосточного края, экономически и технически целесообразно строить ее от береговой линии, используя дарованный природой самый дешевый водный путь и возможности проведения дражной добычи россыпных полезных ископаемых в условиях шельфового мелководья.

Авторы благодарят сотрудников отдела геологии и минеральных ресурсов Мирового океана ФГБУ «ВНИИОкеангеология» (Санкт-Петербург) за участие в сборе, систематизации материалов и подготовке графики, а также выражают особую благодарность В. Г. Гопчак (сектор геологии и полезных ископаемых шельфа ФГБУ «ВНИИОкеангеология»), Е. А. Березкиной и картографу Е. С. Митиной, искусно оформившей металлогеническую карту региона и схему минерагенического районирования.

---

1. *Андреев С.И.* Геолого-геофизические предпосылки поисков твердых полезных ископаемых на шельфе восточной части моря Лаптевых / С.И. Андреев, В.И. Ушаков, Б.Л. Генин, Л.З. Липков, А.Л. Пискарев // Геология моря. – Л.: Изд-во НИИГА, 1975. Вып. 4. – С. 4–14.

2. *Андреев С.И.* Золото и другие твердые полезные ископаемые акваторий дальневосточных морей России, перспективы изучения и освоения // Золото и технологии. 2015. № 4. – С. 118–128.

3. *Антонов А.Е., Гамянин Г.Н.* Сквозная океанически-континентальная минерагеническая система (СОКС) Якутии // Отечеств. геология. 2015. № 6. – С. 52–59.

4. *Ахманов Г.Г., Егорова И.П., Михайлик П.Е.* и др. К генезису травертиноподобных баритов впадины Дерюгина (Охотское море) // Отечеств. геология. 2015. № 1. – С. 82–88.

5. *Белоусов В.В.* Основные вопросы геотектоники. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 608 с.

6. *Быструшкин А.Ю.* Золотодобывающая промышленность Аляски: опыт развития Северных территорий в современных условиях // Тр. Амурского гуманитарно-педагогического ГУ. – Хабаровск, 2015. – 7 с.

7. *Волгин П.Ф., Семакин В.П., Кочергин А.В.* Структурные элементы осадочного чехла района впадины Дерюгина (Охотское море) // Тихоокеанская геология. 2011. Т. 30. № 5. – С. 14–21.

8. Геодинамика, магматизм и металлогения востока России. Кн. 2. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 573–980.

9. Геология и минерагения дальневосточных морей России (твердые полезные ископаемые) / науч. ред. С.И. Андреев. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2012. – 125 с. (Тр. ВНИИОкеангеология. Т. 222).

10. *Гинсбург Г.Д., Соловьев В.А.* Субмаринные газовые гидраты. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 1994. – 199 с.

11. *Карпов Г.А., Силаев В.И., Аникин Л.П.* и др. Алмазы и сопутствующие материалы в продуктах трещинного толбачинского извержения // Вулканология и сейсмология. 2014. № 6. – С. 3–20.

12. Корякско-Камчатский регион – новая платиноносная провинция России / под ред. В.П. Зайцева, А.Ф. Литвинова, Э.А. Ланды. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2002. – 383 с.

13. *Красный Л.И.* Проблемы тектонической систематики. – М.: Недра, 1977. – 222 с.

14. Краткая объяснительная записка к Карте полезных ископаемых Камчатской области, м-б 1 : 500 000. Каталог месторождений, проявлений, пунктов минерализации и ореолов рассеяния полезных ископаемых. – Петропавловск-Камчатский; СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 1999. – 561 с.

15. *Литвиненко И.С., Голубенко И.С.* Ресурсный потенциал золота в отвальном комплексе отработанных россыпных месторождений Магаданской области // Разведка и охрана недр. 2015. №5. – С. 17–24.

16. *Матвеева Т.В., Соловьев В.А., Мазуренко Л.Л.* и др. Газогидраты Мирового океана: механизм образования, распространения, источники, ресурсный потенциал // 60 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане / ред. В.Л. Иванов, В.Д. Каминский. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. – С. 409–426.

17. Металлогения гидротермальных сульфидных руд Мирового океана / ред. С.И. Андреев. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2014. – 212 с.

18. Осадконакопление и рудогенез во впадине Дерюгина (Охотское море) / отв. ред. А.С. Астахов. – Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2008. – 287 с.

19. Объяснительная записка к Минерагенической карте Мирового океана, 1 : 15 000 000 / гл. ред. С.И. Андреев. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. – 84 с.

20. *Сидоров А.А., Волков А.В.* Освоение ресурсных регионов (на примере Аляски и Чукотки) // Вестник РАН. 2008. Т. 78. № 10. – С. 867–874.

21. *Харахинов В.В.* Нефтегазовая геология Сахалинского региона. – М.: Научный мир, 2010. – 275 с.

---

1. Andreev S.I., Ushakov V.I., Genin B.L., Lipkov L.Z., Piskarev A.L. Geological and geophysical background the search for solid minerals on the shelf of the Eastern Laptev sea. *Geology of sea*. Leningrad: Publishing house of NIIGA. 1975. Vol. 4, pp. 4–14. (In Russian).

2. Andreev S.I. Gold and other solid minerals of the waters of the Far Eastern seas of Russia, prospects of exploration and development. *Zoloto i tehnologii*. 2015. No 4, pp. 118–128. (In Russian).

3. Antonov A.E., Gamyanin G.N. Through oceanic continental mineragenic system (SOX) of Yakutia. *Otechestvennaya geologiya*. 2015. No 6, pp. 52–59. (In Russian).

4. Ahmanov G.G., Egorova I.P., Mihajlik P.E. i dr. To genesis travertinable barites Deryugin basin (sea of Okhotsk). *Otechestvennaya geologiya*. 2015. No 1, pp. 82–88. (In Russian).

5. Belousov V.V. Osnovnye voprosy geotektoniki [Basic questions of geotectonics]. Moscow: Gosgeoltehizdat. 1962. 608 p.

6. Bystrushkin A.Yu. The gold mining industry of Alaska: the experience of development of Northern territories in modern conditions. *Proc. The Amur humanitarian-pedagogical GU.* Habarovsk. 2015. 7 p. (In Russian).

7. Volgin P.F., Semakin V.P., Kochergin A.V. The structural elements of the sedimentary cover in the Deryugin basin (sea of Okhotsk). *Tihookeanskaya geologiya*. 2011. Vol. 30. No 5, pp. 14–21. (In Russian).

8. Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Vostoka Rossii. Kniga 2. [Geodynamics, magmatism and metallogeny of East of Russia. Book 2]. Vladivostok: Dal'nauka. 2006. Pp. 573–980.

9. Geology and metallogeny of the Far Eastern seas of Russia (solid minerals). Ed. by S.I. Andreev. *Tr. VNIIOkeangeologia. Vol. 222.* St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya. 2012. 125 p. (In Russian).

10. Ginsburg G.D., Solov'ev V.A. Submarine gas hydrates [Submarinnye gazovye gidraty]. St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya. 1994. 199 p.

11. Karpov G.A., Silaev V.I., Anikin L.P. et al. Diamonds and related minerals in the products of the tolbachik fissure eruption. *Vilkanologiya i seysmologiya*. 2014**.** No 6, pp. 3–20. (In Russian).

12. Koryaksko-Kamchatskij region – novaya platinonosnaya provinciya Rossii [The Koryak-Kamchatka region – a new platinum province of Russia]. Ed. by V.P. Zajceva, A.F. Litvinova, E.A. Landy. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2002. 383 p.

13. Krasnyj L.I. Problemy tektonicheskoj sistematiki [Problems of tectonics systematics]. Moscow: Nedra. 1977. 222 p.

14. Kratkaya ob"yasnitel'naya zapiska k Karte poleznyh iskopaemyh Kamchatskoj oblasti, masshtab 1 : 500 000. Katalog mestorozhdenij, proyavlenij, punktov mineralizacii i oreolov rasseyaniya poleznyh iskopaemyh [A brief explanatory note to the Map of mineral resources of the Kamchatka region, scale of 1:500,000. Directory fields, expressions, points of mineralization and dispersion haloes of minerals]. Petropavlovsk-Kamchatskij; St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 1999. 561 p.

15. Litvinenko I.S., Golubenko I.S. The resource potential of gold in tailing dam worked alluvial deposits of the Magadan region. *Razvedka i ohrana nedr.* 2015. No 5, pp. 17–24. (In Russian).

16. Matveeva T.V., Solov'ev V.A., Mazurenko L.L. i dr. Gas hydrates of the World ocean: mechanism of formation, distribution, sources, resource potential. *60 years in the Arctic, the Antarctic and the World ocean* / Ed. by V.L. Ivanov, V.D. Kaminskiy. St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya. 2008. Pp. 409–426. (In Russian).

17. Metallogeniya gidrotermal'nyh sul'fidnyh rud Mirovogo okeana: Monografiya [Metallogeny of the hydrothermal sulphide ores of the World ocean: Monography]. Ed. by S.I. Andreev i dr. St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya. 2014. 212 p.

18. Osadkonakoplenie i rudogenez vo vpadine Deryugina (Ohotskoe more) [Sedimentation and ore genesis in the Deryugin basin (sea of Okhotsk)] / Ex. ed. A.S. Astahov. Vladivostok: TOI DVO RAN. 2008. 287 p.

19. Ob"yasnitel'naya zapiska k Mineragenicheskoj karte Mirovogo okeana, 1 : 15 000 000 [Explanatory Note to the Mineragenic map of the World ocean, 1:15,000,000] / Editor in chief S.I. Andreev. St. Petersburg: VNIIOkeangeologiya. 2008. 84 p.

20. Sidorov A.A., Volkov A.V. The development of the resource regions (by the example of Alaska and Chukotka). *Vestnik RAN*. 2008. Vol. 78. No 10, pp. 867–874. (In Russian).

21. Harahinov V.V. Neftegazovaya geologiya Sahalinskogo regiona [Oil and gas geology of the Sakhalin region]. Moscow: Nauchnyj Mir. 2010. 275 p.

Андреев Сергей Иванович – доктор геол.-минер. наук, академик РАЕН, зав. отделом, ВНИИОкеангеология [1]. <andreev@vniio.ru>

Казакова Варвара Евгеньевна – ст. науч. сотрудник, ВНИИОкеангеология [1].

Черномордик Александр Борисович – ст. науч. сотрудник, ВНИИОкеангеология [1].

Бабаева Светлана Фанисовна – вед. науч. сотрудник, ВНИИОкеангеология [1].

Andreev Sergei Ivanovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academician RANS, Head of the entire department, VNIIOkeangeologia1. <andreev@vniio.ru>

Kazakova Varvara Evgenyevna – Senior Researcher, VNIIOkeangeologia [1].

Chernomordik Aleksandr Borisovich – Senior Researcher, VNIIOkeangeologia [1].

Babayeva Svetlana Fanisovna – Leading Researcher, VNIIOkeangeologia [1].

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. академика И.С. Грамберга (ВНИИОкеангеология). Английский проспект, д. 1, Санкт-Петербург, 190121, Россия.

All-Russian Research Institute of Geology and Mineral Resources of the World Ocean named after I. S. Gramberg (VNIIOkeangeologia named after I. S. Gramberg), 1 Angliyskiy avenue, St. Petersburg, 190121, Russia.