

УДК 553.411(571.66-14)

О ЗОЛОТОНОСНОСТИ МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЫ ШЕЛЬФА ЮГО-ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

Кунгурова В. Е.

*ФГБУН Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,
г. Петропавловск-Камчатский
E-mail: kunwe@yandex.ru*

Выполнен анализ материалов, полученных в результате проведенных ранее (1972–2019 гг.) исследований более чем 300-километровой прибрежной полосы суши Юго-Западной Камчатки и примыкающего к ней подводного склона Охотского моря (в междуречье Большая и Кихчик). В мелководной зоне шельфа между изобатами 6.3–30 м выделены обогащенные золотом зоны ($> 60 \text{ мг/м}^3$) в виде субпараллельных линз, ориентированных вдоль береговой линии моря. Золотоносность подводного берегового склона находится в непосредственном взаимодействии с отложениями верхней береговой зоны. Повышенные содержания золота (от малых весовых до сотен мг/м^3) выявлены в голоценовых морских отложениях мелководного шельфа в интервалах опробования от 0 до 2.0 м. Они приурочены, чаще всего, к верхней, наиболее крутонаклонной части подводного склона, к первому или второму террасовидному уровню. Это зоны наиболее активного воздействия, вблизи береговых линий (современной и затопленной), в пределах которых нередко в результате размыва обнажаются ледниковые, водно-ледниковые образования. Большая часть шлиховых ореолов золота тяготеет к древним береговым зонам, западная граница которых находится в пределах изобат 25–30 м, и к палеодолинам, которые выделены по результатам сейсмоакустического профилирования. В затопленных морем и погребенных под морскими осадками палеодолинах возможно обнаружение древних аллювиальных россыпей, аналогичных Тихангоу в Приморье. Наиболее перспективным в пределах исследованной территории является участок подводного берегового склона междуречья Сев. Митога – Утка – Хомутина между изобатами 5.3–30 м, где выявлены шлиховые ореолы со значительными содержаниями золота – от 60 до 500–1186 мг/м^3 .

Ключевые слова: Юго-Западная Камчатка, прибрежно-морские россыпи, ореолы золота, пляж, мелководный шельф, палеодолины.

DOI: 10.34078/1814-0998-2022-3-25-40

ВВЕДЕНИЕ

Согласно схеме минерагенического районирования акваторий дальневосточных морей, рассматриваемая территория Западно-Камчатского шельфа относится к крупной Охотоморской мегапровинции (Au, Pt, Cr), **которая располагает**ся практически по всему периметру Охотского моря (Андреев и др., 2015; рис. 1).

На западном побережье Камчатки, в отложениях пляжа и шельфа, широко распространены ореолы «тонкого» золота. Около 300 км побережья устойчиво золотоносно. Этому объекту до сих пор не дано соответствующей оценки.

Наличие россыпеобразующих геологических формаций, сочетание трансгрессий и регрессий

в истории развития региона, наличие древних кор выветривания, климатических условий, благоприятствующих высвобождению золота в процессе физико-химического выветривания первичных золоторудных и золотосодержащих залежей, и последующий перенос золота через промежуточные коллекторы к побережью Охотского моря свидетельствуют о том, что при широком ведении соответствующих геологоразведочных работ здесь могут быть выявлены значительные морские россыпи золота. Основными поисковыми признаками при этом являются:

множество коренных источников золота, рудопроявлений различных типов и формаций;

наличие промышленных аллювиальных россыпей и повсеместная повышенная золотоносность аллювия большинства рек;



Рис. 1. Обзорная схема района исследований на основе карты минерагенического районирования (по Андреев и др., 2015): 1 – Охотоморская мегапровинция; 2 – район исследований

Fig. 1. Overview schematic map of the study area based on the minerogenic zoning map (after Andreev et al., 2015): 1 – Sea of Okhotsk megaprovince; 2 – study area

широкое развитие водно-ледниковых и «мореноподобных» образований, являющихся хорошими промежуточными коллекторами золота; приуроченность к определенным фациям трансгрессивно-регрессионного цикла; наличие четко выраженных уровней эрозии и абразии;

благоприятная гидродинамическая обстановка; выявленные шлиховые ореолы рассеяния золота в пределах морских террас и современной гидросети прибрежной суши;

ореолы с высокими концентрациями золота на современном пляже и подводном береговом склоне.

Проведен анализ имеющегося фактического материала, сделаны выводы о перспективности шельфа.

Комплекс морских геолого-геофизических исследований в пределах прибрежной полосы суши в междуречье Большая и Кихчик, а также в мелководной зоне шельфа Юго-Западной Камчатки был выполнен в 1972–1979 гг. сотрудниками Камчатского и Приморского территориальных геологических управлений [И. В. Бондаренко и др., 1976, 1979; О. А. Федюкович, Г. Ю. Черепанов, 1974]. Эти работы включали поисковые маршруты, проходку канав, шурфов, шлиховое опробование, ударно-механическое бурение на суше для изучения золотоносности водно-ледниковых и аллювиальных отложений, бурение виброустановками с борта судна на шельфе в целях оценки золотоносности отложений до изобаты 29 м. Буровые профили были ориентированы в широтном направлении, расстояние между

ними составляло 3200 м, между точками донного опробования – 240–480 м; на перспективных участках, напротив районов с повышенными содержаниями золота в отложениях пляжа, в районе р. Сев. Митога – р. Утка, расстояние между профилями составляло 1600 м, а между точками пробоотбора – до 60–120 м; глубина скважин – от 0.1 до 5.8 м (в среднем 1.6 м), длина интервала опробования – 0.5 м. Сейсмоакустическое профилирование (САП) выполнено аппаратурой типа «Спаркер», изготовленной НИС МГРИ, по профилям для изучения морфологии морского дна и выявления форм, благоприятных для концентрации золота. Профили располагались вкрест простираения геоморфологических форм, а для выяснения местоположения погребенных речных долин – вдоль береговой линии в местах наиболее вероятного их нахождения. Магнитную восприимчивость донных отложений измеряли аппаратурой «Шельф 1». Других работ, более поздних по срокам, на шельфе Западной Камчатки по исследованию прибрежно-морских россыпей не выполнялось.

В 1998, 2015, 2019 г. Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (НИГТЦ ДВО РАН) проводил исследования прибрежно-морских золотоносных отложений пляжа (Кунгурова, 2020; Кунгурова, Газзаева, 2021). Были пройдены поисковые маршруты с геоморфологическими наблюдениями, выполнены отбор и обработка проб из береговых обрывов, отложений пляжа из поверхностного слоя и на глубину, шлиховое опробование, изучен минеральный и грану-

лометрический состав золотоносных образований, установлены элементы-примеси в золоте.

Цель исследований – определить, на основе анализа имеющихся данных, наиболее перспективные участки, на которых возможно при условии их дальнейшего изучения обнаружение промышленных палеоаллювиальных и морских россыпей золота в пределах прибрежно-морской полосы Юго-Западной Камчатки.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ЗОЛОТОНОСНОСТИ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Район исследований включает прибрежную полосу суши Юго-Западной Камчатки в междуречье Большая – Хомутина и смежную с ней мелководную зону шельфа (до изобаты 25 м).

Прибрежно-морские титаномагнетитовые золотоносные образования Юго-Западной Камчатки рядом исследователей отнесены к западно-камчатскому типу и расположены вдоль береговых линий морей (поздний плейстоцен – голоцен) на современных пляжах и дне акватории (Иванова и др., 2004). Для них характерно значительное (до десятков километров) удаление от коренных источников и наличие промежуточных коллекторов (рис. 2).

В позднем плиоцене – голоцене заложены основные новейшие структуры: Северо-Охотская плита, Срединно-Камчатское сводово-горстовое поднятие, соприкасающиеся по глубинному разлому. Северо-Охотская плита представляет собой материковую ступенчатую, полого наклонную (до 1°) к морю равнину, переходящую в подводную террасу (шельф). Тыловой шов равнины примыкает к западным склонам горного массива, а бровка является переходом к подводному континентальному склону. Выделяется низкая приморская часть равнины и приподнятая, примыкающая к Срединному хребту. В настоящее время восточная часть Западно-Камчатской равнины продолжает медленно подниматься, а западная погружаться со скоростью 0.8 мм/год в связи с продолжающимся опусканием шельфовой части Западно-Камчатского прогиба (Мелекесцев и др., 1974).

Территория шельфа до конца среднего плейстоцена развивалась как единое целое с прилегающей сушей. На шельфе обнаружены контуры прадолин. В пределах изобаты 50 м они изогнуты в северном направлении. Быстрое затопление существовавшей древней гидросети, сформированной в предыдущий этап низкого стояния моря, могло способствовать сохранности прадолин. Параллельно береговой линии здесь выделены полосы гравийно-галечных образований, соответствующих регрессиям Охотского моря в четвертичное время, на глубинах 9–12, 20–25 и 40–50 м (Ионин и др., 1971).

В пределах Камчатского срединного массива выявлены многочисленные зоны минерализации, рудопроявления золота (см. рис. 2), а западнее – выделен Западно-Камчатский золотороссыпной район (Сляднев и др., 2007), протяженность которого с юга на север до р. Ича составляет более 300 км, ширина – 50–70 км. Золотоносны большая часть равнины, современный пляж и мелководный шельф.

Почти все крупные аллювиальные россыпи (промышленные) исследуемой территории (рр. Ближняя, Средняя, Дальняя Гольцовка, Камешковая, Половинчик, Утинская, Ажица) (см. рис. 2) пространственно связаны с образованиями золото-кварцевого малосульфидного и сульфидного типов, для которых характерны мелкие и средние выделения золота размером 0.05–1.0 мм, реже до 2.0 мм. Содержания благородного металла в рудах – от 0.1 до 10 г/т (в отдельных пробах до 182 г/т), протяженность зон до 3.5 км, мощность жил до 3 м. Определенный вклад в россыпеобразование вносят расположенные в южной части Камчатского срединного массива многочисленные медно-никелевые проявления (9 объектов), для которых характерно присутствие в рудах золота до 0.685 г/т и платиноидов (ΣМППГ 0.16–3.96 г/т).

В геологической истории развития Юго-Западной Камчатки выделены палеоцен-эоценовая, позднелиоценовая и четвертичная (ранне-, средне-, позднечетвертичная и голоценовая) эпохи россыпеобразования.

Этому предшествовал подъем территории сноса, о чем свидетельствуют закартированные стратиграфические и угловые несогласия, активное поступление обломочного золотоносного материала в районы седиментации.

В голоценовое время формируется множество выявленных на территории аллювиальных, пролювиальных россыпей за счет переотложения золота из более древних отложений.

Большую протяженность по рекам имеют многочисленные шлиховые ореолы золота, которые нередко без перерывов прослеживаются от их истоков до устья. Это может быть обусловлено процессами ледникового выпавивания золотосодержащего аллювия в верховьях рек и транспортировки его ледниками к побережью Охотского моря в эпоху оледенений. Долины рек являлись основными путями движения ледников. В них аккумуляровались водно-ледниковые и ледниковые золотоносные отложения, за счет которых образуются аллювиальные шлиховые ореолы. Граница продвижения ледника проходила западнее современной береговой линии (Мелекесцев и др., 1974) и здесь в процессе абразии ледниковых отложений шло формирование прибрежно-морских россыпей, продолжающееся и в настоящее время.

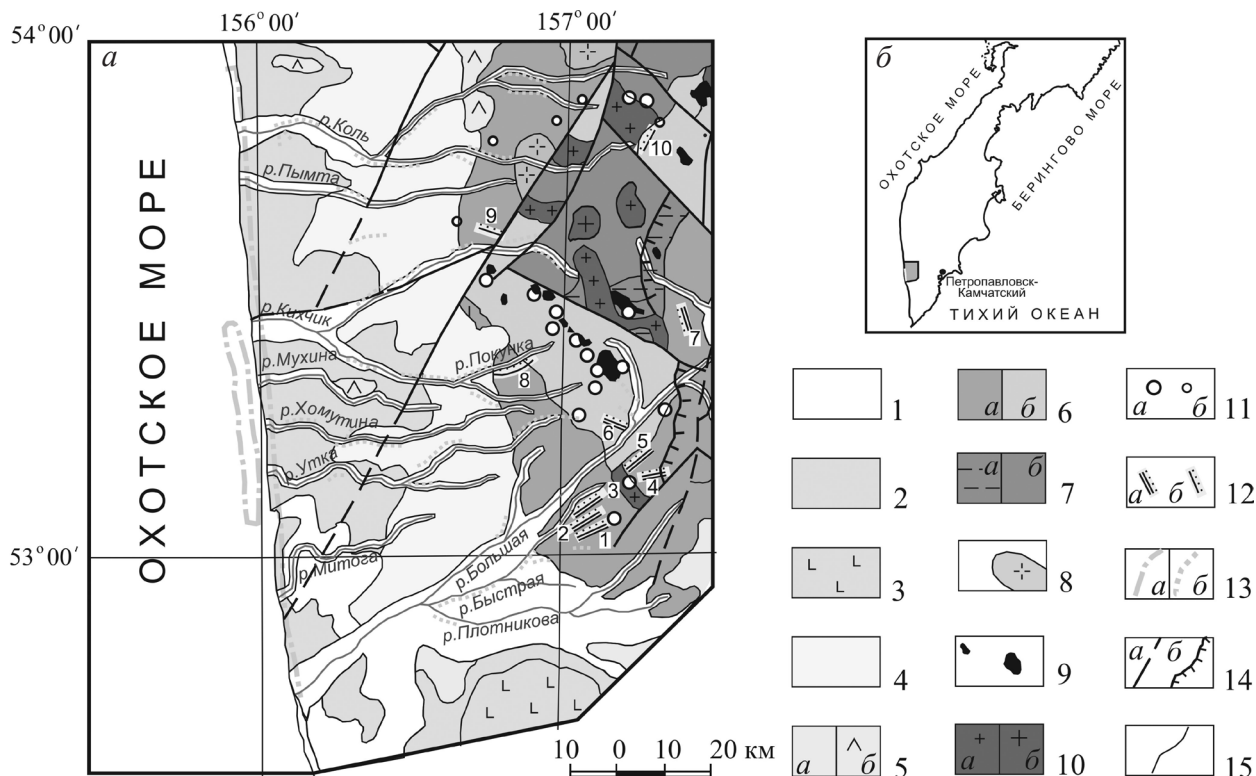


Рис. 2. Схематическая геологическая карта района исследований (а) (на основе материалов ГГК масштаба 1 : 1 000 000 3-го поколения, по Сляднев, 2007, с дополнениями); обзорная схема (б): 1 – нерасчлененные голоценовые отложения: аллювиальные, пролювиальные, болотные, морские (Q_{IV}); 2 – нижнечетвертичные – верхнечетвертичные нерасчлененные: аллювиальные, озерно-аллювиальные, морские, флювиогляциальные, ледниковые (Q_I – Q_{III}); 3 – четвертичные вулканиты андезибазальтового состава (Q_{II}); 4 – неоген-нижнечетвертичные осадочные толщи (N_2 – Q_I); 5: а – палеогеновые вулканогенно-осадочные образования (Р), б – черепановский вулканический андезидацитовый комплекс палеогена (Pcr); 6: а – верхнемеловые образования: алевролиты, аргиллиты, песчаники, аспидные сланцы (K_2), б – нижне-верхнемеловые нерасчлененные: метапесчаники и метаалевриты, графитовые филлиты, альбит-хлоритовые, эпидот-хлорит-актинолитовые сланцы (K_{1-2}); 7 – позднепротерозойско-раннемеловые метаморфические образования (PR_2 (K_1 ?)): а – камчатская серия: высокоглиноземистые кристаллические сланцы, микрогнейсы (km), б – колпаковская серия: амфиболовые плагиогнейсы, слюдяные плагиогнейсы (k); 8–10 – интрузивные комплексы: 8 – кайнозойский гранодиоритовый лавкинский (N_2); 9 – кортландит-ортопироксенит-габброноритовый дукукский позднемеловой (по последним данным эоценового возраста?) ($v\sigma K_2 d$ (P_{1-2} ?)); 10 – позднемеловой плагиогранит-гранодиоритовый кольский ($\rho\gamma$ – $\gamma\delta K_2 k$) (а) и раннемеловой крутогоровский гнейсо-гранитовый комплекс ($\gamma\delta K_1 k$) (б); 11 – коренные проявления различных золотоносных рудно-формационных типов (а), и пункты минерализации (б); 12: а – россыпные месторождения золота (рр. Ближняя Гольцовка (1), Средняя Гольцовка (2), Дальняя Гольцовка (3), Половинчик (4), Камешковская (5), Утинская (6), Ажица (7)), б – проявления (руч. Юбилейный (8), Чимстина (9), Золотой (10)); 13: а – шлиховые ореолы золота на побережье и на мелководном шельфе (знаковые и весовые содержания), б – шлиховые ореолы по рекам; 14 – разломы (а) и надвиги (б); 15 – геологические границы

Fig. 2. Schematic geological map of the study area (a) (based on the State Geological Map of the Russian Federation, scale 1 : 1,000,000, 3rd generation, after Slyadnev, 2007, with additions); overview schematic map (b). 1 – poorly defined Holocene deposits: alluvial, proluvial, marsh, marine (Q_{IV}); 2 – poorly defined Lower Quaternary – Upper Quaternary deposits: alluvial, lacustrine-alluvial, marine, fluvioglacial, glacial (Q_I – Q_{III}); 3 – Quaternary volcanites of the andesibasalt composition (Q_{II}); 4 – Neogene – Lower Quaternary sedimentary strata (N_2 – Q_I); 5: a – Paleogene volcanic-sedimentary strata (P), b – Paleogene Cherepanovo andesidacite volcanic complex (Pcr); 6: a – Upper Cretaceous formations: siltstones, mudstones, sandstones, slate shales (K_2), b – poorly defined Lower – Upper Cretaceous deposits: metasandstones and metaaleurites, graphite phyllites, albite-chlorite and epidote-chlorite-actinolite shales (K_{1-2}); 7 – Late Proterozoic – Early Cretaceous metamorphic formations (PR_2 (K_1 ?)): a – Kamchatka series: high-alumina crystalline shales, microgneisses (km), b – Kolpakovskaya series: amphibole plagiogneisses, mica plagiogneisses (k); intrusive complexes: 8 – Cenozoic granodioritic Lavkinsky complex (N_2); 9 – Late Cretaceous (of Eocene age (?), according to the latest data) ($v\sigma K_2 d$ (P_{1-2} ?)) cortlandite-orthopyroxenite-gabbro-norite Dukuksky complex; 10: a – Late Cretaceous plagiogranite-granodiorite Kola complex ($\rho\gamma$ – $\gamma\delta K_2 k$), b – Early Cretaceous Krutogorovsky gneissgranite complex ($\gamma\delta K_1 k$); 11: a – primary occurrences of various gold-bearing ore-formation types, b – mineralization points; 12: a – gold placers (Blizhnyaya Goltsovka River (1), Srednyaya Goltsovka River (2), Dalnyaya Goltsovka River (3), Polovinchik River (4), Kameshkovaya River (5), Utinskaya River (6), Azhitsa (7)), b – occurrences (Yubileyny Creek (8), Chimstina Creek (9), Zolotoy Creek (10)); 13: a – gold concentrate halos in the coast and in the shallow marine shelf (significant and weight contents), b – concentrate halos along rivers; 14 – faults (a), thrusts (b); 15 – geological boundaries

Предшествующими геологическими работами установлена золотоносность подавляющего большинства неоген-четвертичных отложений Западно-Камчатской структурно-фациальной зоны (Сляднев, 2007). Это верхнеплиоценовые конгломераты энемтенской свиты, нижнечетвертичные отложения, средне-верхне-плейстоценовые ледниковые и водно-ледниковые, осадки плейстоценовых гляциоэвстатических трансгрессий моря, сформировавшиеся вследствие переработки морен (табл. 1).

Эти золотосодержащие отложения, обнажающиеся непосредственно в береговых уступах ([О. А. Федюкович и др., 1974; И. В. Бондаренко и др., 1979]; Кунгурова и др., 2021), являются промежуточными коллекторами золота.

Наиболее древние, предположительно *плиоценового возраста* (N_{2en}), золотоносные красновато-рыжие конгломераты в районе побережья вскрыты при бурении скважин [И. В. Бондаренко и др., 1979]. Выходы их в береговых уступах редки. Эта толща прорезается р. Ми-

Таблица 1. Характеристика золотоносных отложений Западно-Камчатского прогиба (участок междуречья Большая – Кихчик)

Table 1. Characteristics of gold-bearing deposits of the Western Kamchatka Trough (Bolshaya – Kikhchik interfluvial area)

Время формирования образований	Проявления, шлиховые ореолы	Гранулометрический состав золотоносных отложений	Генетический тип отложений	Характеристика золота		
				Содержание, мг/м ³	Размер, мм	Степень окатанности
Q _{IV} современные	Ореол на побережье Охотского моря	Разнозернистые пески, суглинки, гравийно-галечные отложения	Прибрежно-морские	До 1940	< 0.1–5.0	Хорошая, редко средняя и плохая
	Проявления руч. Юбилейный	Песчано-гравийные с глиной, с песком и валунами	Аллювиальные	2800	0.1–1.0	Средняя
	р. Чимстина		Аллювиальные	700–1320	< 0.1–7.6	Средняя
Q _{III} верхнечетвертичные нерасчлененные	Потоки рассеяния, все транзитные реки; р. Мухина – в надпойменных террасах	Гравийно-галечные отложения с песчаным заполнителем	Аллювиальные	До 654	0.1–1.0	Хорошая
Q _{II} среднечетвертичные Q _{II} , Q _{IV} нерасчлененные	Потоки рассеяния, ореолы: междуречье Пымта – Прав. Кихчик; Утка – Лев. Кихчик; верховья р. Лев. Кихчик, р. Покунка	Гравийно-галечные отложения; глины с валунами, галькой, щебнем	Ледниковые, водно-ледниковые	До 200 (в галечн.); до 365 (в глинист. отл.)	0.2–2.0	Средняя, реже слабая
	Участки клифа в р-не рр. Митога, Насекина	Суглинки со щебнем и дресвой	Водно-ледниковые	До 155	0.1–2.5	Слабая
Q _I нижнечетвертичные	Потоки рассеяния, шлиховые ореолы: истоки Мухина, Кихчик	Конгломераты с прослоями песков, суглинков	Морские	До 560	0.07–2.0	Средняя
	Участки клифа в районе рр. Митога, Утка	Песчано-глинистые отложения с галькой, гравием	Палеоаллювиальные	До 417	< 0.1–0.5	Хорошая, средняя
N _{2en} верхне-неогеновые энемтенские	Шлиховой ореол в верховьях р. Хокутина	Конгломераты, песчаники	Морские	До 124	< 0.1–0.5	Средняя

тога при ее впадении в море, а также рр. Утка, Мухина. Подошва толщи не вскрыта, бенч уходит под уровень моря, и золотоносные конгломераты могут обнажаться в верхней части подводного склона, что является перспективным для формирования россыпей на этих участках при существующих гидродинамических условиях. Пробы, отобранные из этих отложений, показали содержания золота от 41 до 120 мг/м³ (в пробе севернее устья р. Митога – 417 мг/м³). В районе р. Утка отмечены не высокие, но довольно равномерно распределенные и выдержанные по разрезу содержания золота (от 5 до 45 мг/м³).

Мореноподобные (ледниковые и водноледниковые) отложения широко распространены в береговых уступах. Изучены в приустьевых частях рр. Утка и Митога. Представлены суглинками, супесями с примесью хорошо окатанных гальки, гравия, редкими валунами. Они залегают на размытой толще конгломератов и составляют основание увалов («нижняя морена»). По разрезу наблюдаются прослои мелко-среднезернистого песка, линзы галечников, песков, что позволяет их отнести к продуктам перемыва морен. В 75 % от всех отобранных проб присутствует золото, в основном в знаковых количествах; максимальное – 35 мг/м³ (по скважинам [И. В. Бондаренко и др., 1979]), на прилегающих участках суши – до 154 мг/м³. Золото распределено крайне неравномерно. Переходы от ледниковых к водноледниковым отложениям нечеткие, фиксируются появлением в моренных суглинках линзовидных прослоев песков и галечников. Выше по разрезу залегают слабослоистые супеси с галькой и валунами («верхняя морена» по [О. А. Федюкович и др., 1974; И. В. Бондаренко и др., 1979]), идентичными по петрографическому составу нижележащим. Распределение золота также крайне неравномерное, содержания от знаков до 25 мг/м³. На участке междуречья Митога – Утка – 355 мг/м³. Севернее, в береговых уступах междуречья Утка – Хомутина, содержания золота возрастают до 49 мг/м³; в двух пробах – 230, 365 мг/м³. У абразионного уступа, выполненного водноледниковыми отложениями, на пляже (в районе р. Утка) обнаружены высокие концентрации золота (505 г/м³).

Все эти факты указывают на то, что в настоящее время вследствие абразии этих водноледниковых толщ возможно формирование россыпей в отложениях подводного склона. Об этом свидетельствует и размещение ореола наиболее золотоносных донных образований галечников напротив береговых уступов, представленных этими галечниками, которые имеют свое продолжение на подводном склоне.

В районе исследований широко распространены эрозионно-аккумулятивные речные терра-

сы. К настоящему времени процессы эрозии на участках, где долины рек пересекают золотоносные отложения, практически прекратились. Русла рек в пределах прибрежной низменности меандрируют, величина падения русел маленькая. Аллювий выносится в береговую зону только из приустьевой зоны, во время сильных волнений моря. Приливно-отливные течения также усиливают вынос отложений из устьев рек. При этом часть золота выносится на подводный береговой склон. Золотоносность современных русловых фаций незначительная, в основном знаковая. Максимальные содержания золота в аллювии по основным водотокам составляют (мг/м³): Насекина – 52, Митога – знаки, Утка – 105, Мухина – 50, Кихчик – 25 [О. А. Федюкович и др., 1976]. Геофизические исследования подтвердили наличие палеодолин на мелководном шельфе, погребенные аллювиальные отложения которых образовались в раннем плейстоцене, во время интенсивного размыва промежуточных коллекторов золота в результате интенсивного вреза водотоков. Палеоаллювиальные отложения с содержанием золота 417 мг/м³ вскрыты в долине р. Утка [О. А. Федюкович, Г. Ю. Черепанов, 1976]. В результате их абразии на подводном береговом склоне возможно формирование прибрежно-морских россыпей.

ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ ЗОЛОТОНОСНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

В результате высокого гидродинамического фона происходит активное абразионное воздействие на отложения, слагающие береговые уступы охотоморского побережья. Для ноября-декабря обычны 8–9-балльные штормы со скоростью ветра до 40 м/с, высотой волн до 16 м с периодом 10–13 с и длиной до 150 м (Ионин и др., 1971). Опыты с меченой галькой показывают, что за период одного сильного шторма материал смещается вдоль берега на несколько километров. Величина отступления бровки клифа на участке м. Левашова составляет за год от 1 до 2 м. Преобладающее направление имеют волны западных румбов, в результате чего происходит поперечное перемещение наносов к урезу воды.

В волноприбойной зоне (современный берег – изобаты 10–12 м) придонные течения обычны со скоростью около 11–15 см/с и могут перемещать частицы материала крупностью 0.1–0.5 мм. В зоне смешанных приливно-отливных и волновых течений (изобаты от 10 до 20 м) скорость составляет 35.9–56.6 см/с, в связи с чем увеличивается способность перемещения материала большей, гравийной размерности, а песчаные осадки здесь находятся в транзитном состоянии и могут быть смещены на изобаты более 20 м [И. В. Бондаренко и др., 1979].

Развитию абразионно-аккумулятивных процессов также способствует скорость относительного погружения Западной Камчатки, равная 3.2–3.4 мм/год (Мелекесцев и др., 1974), и наличие рыхлых, слаболитифицированных отложений, слагающих береговые обрывы.

Перечисленные условия при наличии источников полезного компонента благоприятны для россыпеобразующих процессов на участках прибрежной полосы охотоморского побережья Камчатки (пляжа и подводного берегового склона).

Верхний ярус береговой зоны. В целом береговая зона представляет собой очень полого выпуклую к западу дугу, наибольшая кривизна которой приурочена к участку абразионного берега в междуречье Большая – Сев. Митога. В пределах района от устья р. Большая до р. Хомутина преобладают берега абразионно-аккумулятивного типа, севернее – до р. Кихчик – преимущественно аккумулятивные.

Абразионно-аккумулятивный берег. Высота клифа на этих берегах зависит от отметки прилегающей к берегу поверхности и колеблется в пределах 10 м, достигая в междуречье Утка – Хомутина 28 м. Угол наклона уступа составляет 35–70°. Ниже основания клиф переходит в бенч, перекрытый песчано-галечным пляжем неполного профиля шириной 30–70 м с отметкой тылового шва 3–4 м и средней мощностью отложений до 2 м. Во время приливов и штормов клиф подвергается периодической абразии, происходит грануло-минералогическая дифференциация частиц наносов с образованием концентрата тяжелых минералов и золота как на поверхности пляжа, так и по разрезу. Это синевато-черные ореолы естественного гранат-магнетитового шлиха, протягивающегося в виде прерывающихся цепочек-полос вдоль основания клифа. Их ширина от 0.5 до 4 м и длина от 10 до первых сотен метров. Мощность прослоев концентрата от 1 до 10 см.

Для пляжей неполного профиля шириной до 30 м характерен дефицит наносов. Во время штормов они периодически полностью размываются. На отдельных участках пляжа встречены высокие содержания золота. В отложениях пляжа у клифа, находящегося в районе правого берега р. Утка, встречен ореол шириной до 5 м и мощностью прослоя 10 см. Содержания золота в шурфах составили 3782 и 18 275 мг/м³ [И. В. Бондаренко и др., 1979]. Смежные с пляжем «мореноподобные» образования абрадируемого берегового обрыва также золотоносны (106 мг/м³ золота), что говорит о значительном обогащении благородным металлом пляжевых отложений в сравнении с промежуточным коллектором и о наличии единичных локальных гнезд с высоким содержанием золота. Максимальные концентрации золота приурочены к основанию клифа. Но

из-за небольшой мощности отложений (до 4 м) и ширины пляжа они могут обладать ограниченными запасами полезных минералов, к тому же периодически уничтожаться во время сильных штормов. Пляжи шириной 30–50 м занимают значительную по протяженности часть исследуемого берега, состоят из участков намыва и размыва отложений, содержания золота колеблется как на поверхности пляжа, так и по разрезу от 5 мг/м³ у уреза воды до 1310 мг/м³ в поверхностном слое отложений у берегового обрыва (Кунгурова, Газзаева, 2021), а в подошве пляжа на глубине 1.5 м – 421 мг/м³. В поперечном профиле таких пляжей в его поверхностном слое выделяется до трех зон естественного гранат-магнетитового шлиха с золотом. Пляжи шириной 50–70 м меньше подвергнуты наименьшему воздействию штормов, содержание золота в отложениях по разрезу на глубине 0.5 м составляет 1200 мг/м³ (Кунгурова, Газзаева, 2021), по другим данным [И. В. Бондаренко и др., 1979], на пляжах такого типа – до 3240 мг/м³. Здесь по разрезу пляжа до глубины 1.8 м в отложениях марша встречено до 9 захороненных слоев гранат-магнетитового шлиха с золотом.

Аккумулятивные участки берега примыкают к пониженным формам рельефа. Они характеризуются пляжами полного профиля с преобладающими процессами аккумуляции (мощность отложений более 5 м, максимальная – 13 м), преимущественно слоистого строения. Ширина их, как правило, более 70 м, чаще в пределах 90–130 м. В тыльной зоне пляжей присутствуют марши. Максимальные концентрации тяжелых минералов приурочены к основанию марша, гребню пляжа (Кунгурова, 2020). Минералы тяжелой фракции, в том числе золото, концентрируются в основании слоев мощностью до 1 м. Содержание золота в них не превышает первых сотен мг/м³ (до 110 мг/м³) (Кунгурова, Газзаева, 2021). Пляжи полного профиля шириной более 100 м представлены пересыпями, приустьевыми косами. Содержания золота в отложениях приустевых кос рек, мг/м³: р. Утка – до 60; р. Хомутина – 10, в единичной пробе – 165, р. Митога – 107–1350. В пересыпях р. Утка, отделяющих лагуны от моря, в отдельных шлиховых пробах до 560 мг/м³; в барах – 80–360 мг/м³ (от р. Сев. Митога до р. Утка) [И. В. Бондаренко и др., 1979]. Пляжи полного профиля представлены береговыми барами, пересыпями, приустьевыми косами, за которыми располагаются шнуровидные лагуны современных рек.

Наличие повышенных концентраций золота в отложениях пляжа – важный критерий при его поисках на подводном склоне в мелководной зоне шельфа.

Нижним ярусом береговой зоны является *подводный береговой склон*. В районе исследований

его ширина от уреза до 25-метровой изобаты изменяется в пределах 6–11 км [О. А. Федюкович, Г. Ю. Черепанов, 1976]. Крутизна склона наиболь-

шая у уреза (0.025), но ниже 5-метровой изобаты быстро выполаживается, и обычный уклон до 20-метровой изобаты около 0.002 (рис. 3, 4).

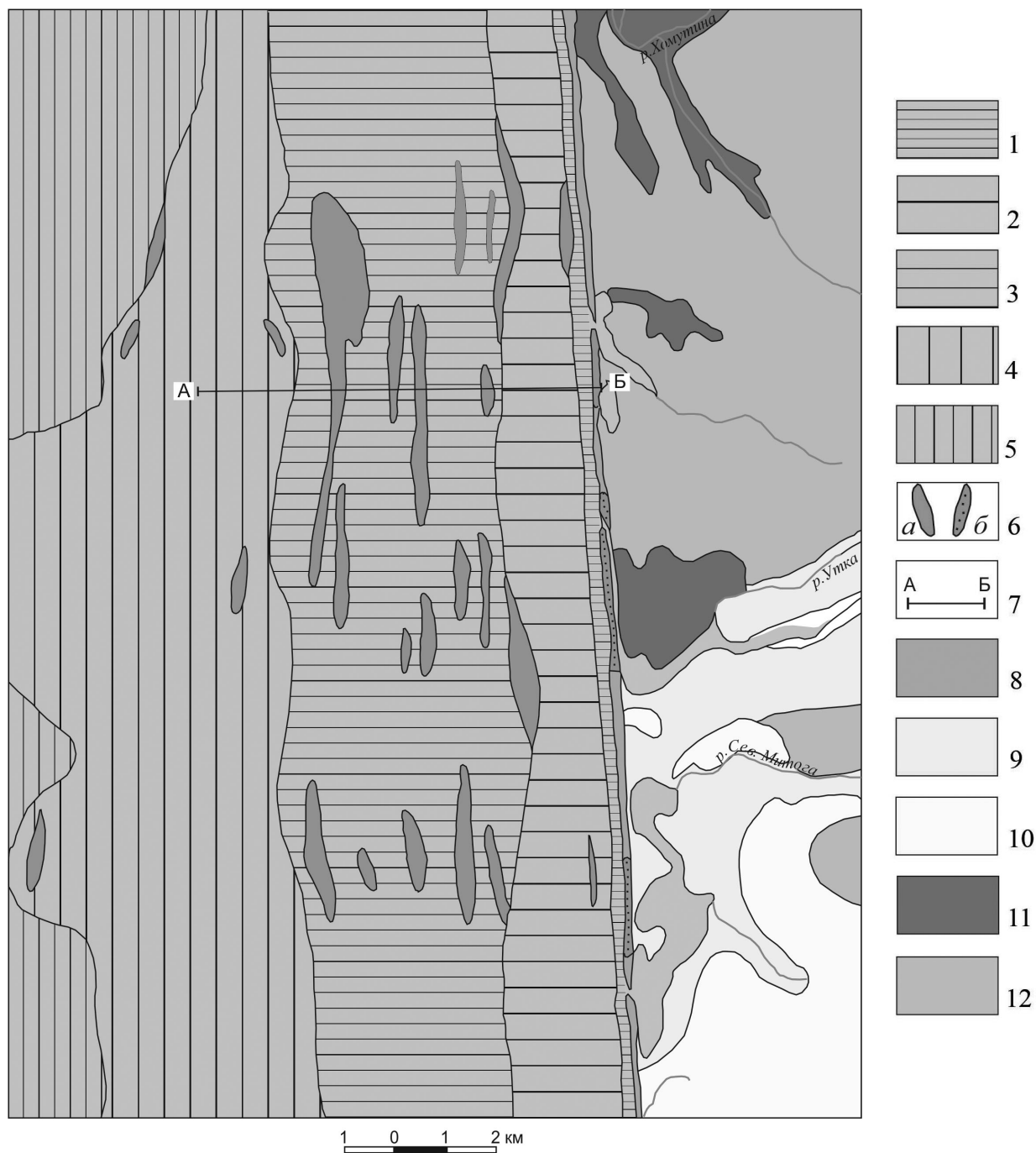


Рис. 3. Схема расположения ореолов золота на мелководном шельфе между устьями р. Сев. Митога – р. Хомутина [по И. В. Бондаренко, 1979, с дополнениями]: 1–5 – значения уклонов поверхности: 1 – 0.025, 2 – 0.0041, 3 – 0.0031, 4 – 0.0020, 5 – 0.00043; 6 – участки с содержанием золота более 60 мг/м³: а – на подводном береговом склоне, б – на пляже; 7 – местоположение разреза по линии А – Б; 8–12 – отложения пляжа: 8 – современные морские, 9 – четвертичные первой надпойменной террасы, 10 – второй надпойменной террасы, 11 – нерасчлененной нижнечетвертичной террасы, 12 – водно-ледниковые и ледниковые образования

Fig. 3. Schematic location of gold halos on the shallow marine shelf between the mouths of the Severnaya Mitoga River and the Khomutina River [after I. V. Bondarenko, 1979, with additions]: 1–5 – slope values: 1 – 0.025, 2 – 0.0041, 3 – 0.0031, 4 – 0.0020, 5 – 0.00043; 6 – sites with gold grades exceeding 60 mg/m³: а – on the submarine coastal slope, б – on the beach; 7 – section along the line А – Б; 8–12 – beach deposits: 8 – modern marine deposits, 9 – Quaternary deposits of the first and 10 – of the second above-floodplain terrace, 11 – of the poorly defined Lower Quaternary terrace, 12 – water-glacial and glacial formations

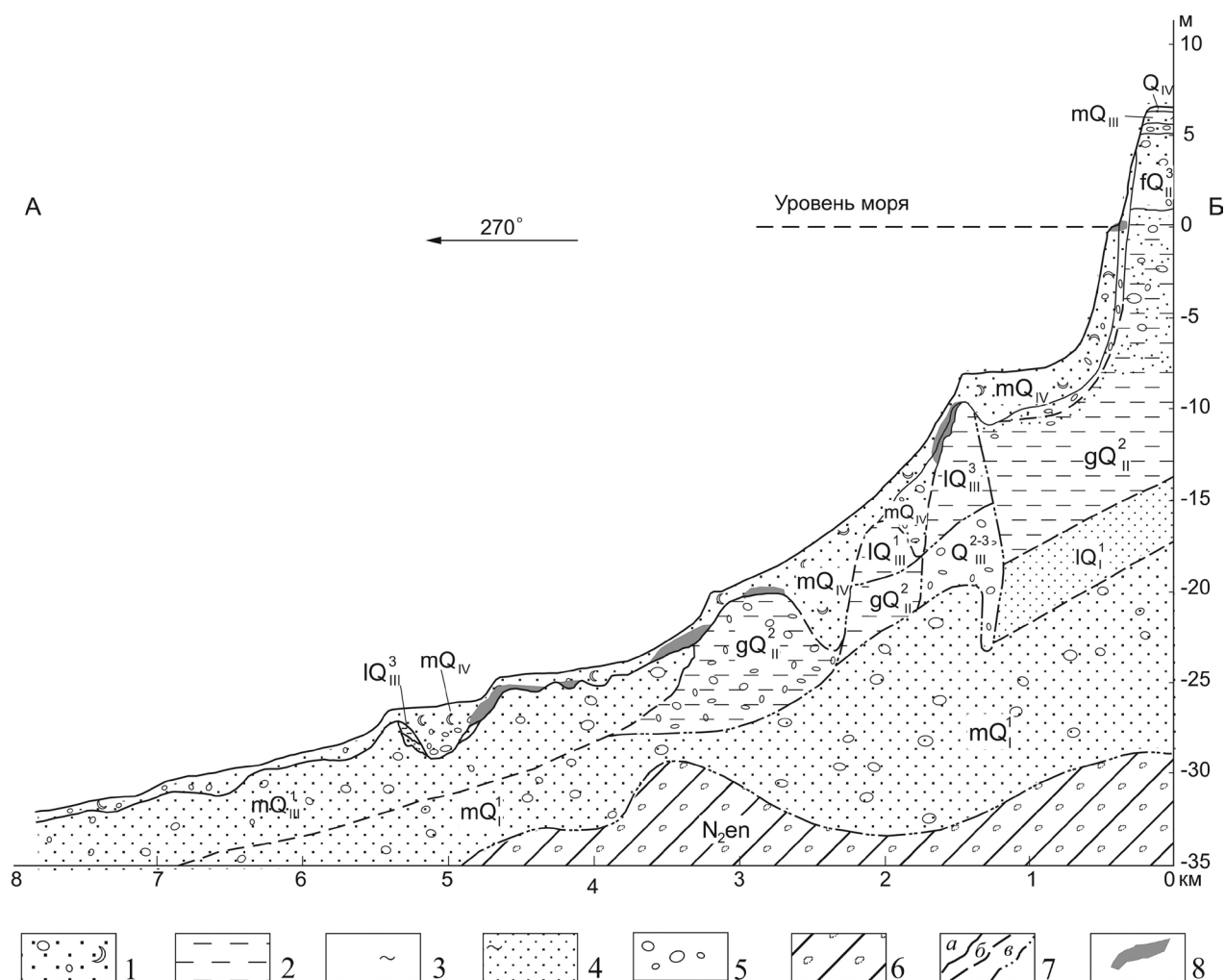


Рис. 4. Схематический разрез отложений шельфа (местоположение разреза см. на рис. 3): 1–6 – литологический состав: 1 – песчано-гравийно-галечные отложения с ракушечным детритом, 2 – алевриты, 3 – суглинки, 4 – песок, 5 – галька, 6 – гравийники, конгломераты, галька, гравий; 7 – возрастные геологические границы: а – установленные, б – предполагаемые, в – сейсмоакустические; 8 – интервал повышенных содержаний золота более 60 мг/м³; mQ_{IV} – современные морские отложения; верхнечетвертичные: IQ³_{III} – озерные, mQ³_{III} – морские; Q²⁻³_{III} – аллювиальные отложения погребенных террас; среднечетвертичные отложения: fQ³_{II} – водноледниковые, gQ²_{II} – ледниковые; нижнечетвертичные: mQ¹_I – морские, IQ¹_I – озерные отложения; N₂en – верхне-неогеновые отложения энметтенской свиты

Fig. 4. Schematic section of the shelf deposits (see the location of the section on Fig. 3): 1–6 – lithological composition: 1 – sand-gravel-pebble formations with shell detritus, 2 – siltstones, 3 – sandy clay loams, 4 – sand, 5 – pebbles, 6 – gravel rocks, conglomerates, pebbles, gravel; 7 – age-related geological boundaries: а – established, б – assumed, в – seismoacoustic; 8 – interval of increased gold grades (over 60 mg/m³); mQ_{IV} – modern marine deposits; Upper Quaternary: IQ³_{III} – lacustrine, mQ³_{III} – marine; Q²⁻³_{III} – alluvial deposits of buried terraces; Mid-Quaternary deposits: fQ³_{II} – water-glacial, gQ²_{II} – glacial; Lower Quaternary: mQ¹_I – marine, IQ¹_I – lacustrine deposits; N₂en – Upper Neogene deposits of the Enemten formation

В пределах изобат 5–25 м берег относится к категории приглубых, волны доносят до него значительную часть своей энергии. Выполживание связано с аккумуляцией тонкого материала ниже зоны волнового воздействия. Профиль динамического равновесия представляет собой вогнутую кривую, осложненную серией подводных морских террас, выработанных в континентальной толще. По данным геофизических работ (САП) на мелководном шельфе выявлены предполагаемая древняя берего-

вая линия и ряд прадолин, перспективных на обнаружение золота.

Площадная золотоносность донных отложений в мелководной зоне шельфа была установлена рекогносцировочным поисковым бурением с борта судна [О. А. Федюкович, Г. Ю. Черепанов, 1974]. Протяженность ее составила 65 км, от м. Левашова до устья р. Хомутина ширина 4–8 км, в пределах изобат 7–25 м. В результате последующих общепроисловых работ на шельфе Западной Камчатки [И. В. Бондаренко и др., 1979] в отло-

жениях подводного берегового склона мелководной зоны выделены обогащенные золотом участки, которые так же, как и пляжевые, ориентированы параллельно современной береговой линии (см. рис. 3, 4). Длина обогащенных участков 2–20 км, ширина – 40–700 м, содержания золота 20–100 мг/м³.

Континентальные отложения вскрываются на мелководном шельфе преимущественно против абразионных берегов, где они обнажаются в береговых уступах. Нередко они представлены плотной синевато-серой глиной с небольшой примесью гравия, с мелкой и средней галькой (~ 30 %), песчаников, алевритов, кремнистых сланцев. Отложения сходны с «мореноподобными» толщами, вскрываются на глубинах 0.1–2.0 м, с очень неравномерной золотоносностью: наряду с «пустыми» пробами встречены пробы с содержаниями до 183 мг/м³ (участок шельфа напротив берега между рр. Сев. Митога – Хомутина), 55 мг/м³ (участок шельфа напротив берега между рр. Большая – Митога). В других случаях под морскими отложениями встречены лагунные образования, представленные суглинками, супесями с гравием. Содержания золота обычно знаковые. Лагунные осадки распространены, в основном, напротив аккумулятивных пляжей, например, против современной лагуны р. Сев. Митога, что может свидетельствовать о ее миграции в восточном направлении в ходе послеледниковой трансгрессии. Напротив долины р. Большая на подводном береговом склоне вскрыты торфяники заболоченного дна ее долины, затопленного при голоценовой трансгрессии. Торфяники, которые располагаются на вершинных участках абразионных берегов, в процессе трансгрессии перерабатываются в процессе абразии. Те торфяники, которые находятся на аккумулятивных участках пляжа и приурочены к днищам эрозионных понижений, сохраняются и при трансгрессии перекрываются напояющим с моря береговым баром, выявляя, таким образом, субэральные долины разного порядка. Континентальные отложения лишь изредка обнажаются на дне, характеризуются дефицитом осадков и усиленной абразией отложений, в результате чего активный слой обогащается полезным компонентом.

Выше по разрезу континентальные образования перекрываются морскими песчано-гравийно-галечными отложениями с возрастающим количеством валунно-галечного материала к их подошве. Осадки хорошо сортированы, окатанность гальки и валунов хорошая, петрографический состав соответствует подстилающим породам, вследствие размыва которых они образовались и нередко являются золотоносными. Весовые содержания золота в этих отложениях встречаются наиболее часто (десятки, первые сотни

мг/м³), причем более высокие содержания – перед грубообломочным материалом, представленным морскими галечниками, которые обнажаются на дне полосами, ориентированными вдоль береговой линии. Так, на участке шельфа напротив берега между рр. Сев. Митога – Хомутина содержания золота составляют 400 мг/м³ (по скважине в интервале 0.6–1.0 м), 650 мг/м³ (по скважине в интервале 1–1.5 м на глубине 23.2 м), на участке шельфа напротив берега между рр. Большая – Митога – 195 мг/м³ (по скважине в интервале 2.5–3.0 м).

Верхнюю часть разреза составляют хорошо сортированные песчано-гравийные и песчаные отложения с незначительным количеством илистого материала и ракушечного детрита мощностью до 6.0 м. Кровля этих отложений представляет собой активный слой мощностью от 0.1 до 3 м, приуроченный к глубинам 0–5 м. Он обладает высокой миграционной способностью. В период штормов, значительной силы приливно-отливных течений, осадки активного слоя перемещаются по нормали и параллельно берегу. Профиль динамического равновесия подводного берегового склона перестраивается. Мощность активного слоя осадков, перекрывающего отложения различного возраста, непостоянна и убывает по удалении от берега. Там, где залегают уплотненные мореноподобные суглинки, она минимальна или вовсе отсутствует, а над легкоразмываемыми отложениями – увеличивается. Золотоносность этого слоя ниже таковой подстилающих образований, однако в некоторых пробах в подошве активного слоя концентрация благородного металла достигает до 188, 1186 мг/м³ на глубинах 16.7, 19.9 м соответственно. В целом мощность голоценовых отложений подводного берегового склона вместе с активным слоем может достигать 5–6 м. Нередко среди песков в разрезе наблюдаются прослои алевритов, что свидетельствует о смене лито- и гидродинамической обстановок, потере связи с открытым морем.

На профиле подводного склона выделено несколько террасовидных поверхностей (подводных террас), характеризующих кратковременные периоды стояния моря во время голоценовой трансгрессии: -8...-9.7, -11...-12.1, -14.3...-15.3, -17...-18.4, -19.3...-21.5, -22.4...-23.3 м [И. В. Бондаренко и др., 1979]. В табл. 2 приведены концентрации золота, обнаруженные в осадках мелководной зоны шельфа и приуроченные к различным геоморфологическим уровням поверхностей.

Повышенные содержания золота (более 100 мг/м³ и более) на участке шельфа напротив берега между рр. Большая – Митога (южная часть исследуемого района) приурочены, в основном, к I–IV подводным морским поверхностям (см. табл. 2) от глубины 8.0 м (134 мг/м³) до 17.0 м

Таблица 2. Распределение весовых количеств золота на различных уровнях подводных морских террас

Table 2. Distribution of gold by weight content at different levels of submarine terraces

Подводная терраса	Уровни поверхностей, м	Максимальные содержания золота, мг/м ³		Вариации содержания золота в отложениях подводных террас (min-max), мг/м ³
		участок шельфа напротив берега между рр. Большая – Митога	участок шельфа напротив берега между рр. Сев. Митога – Хомутина	
—	-4.6...-7.6	119	142	20–142
I	-8...-9.7	134	579	43–579
II	-11...-12.1	212	183	40–212
III	-14.3...-15.3	188	220	40–220
IV	-17...-18.4	311	167	50–311
V	-19.3...-21.5	60	1186	60–1186
VI	-22.4...-23.3	87	650	46–650

(311 мг/м³). Золотоносной является также зона от уреза воды до первой подводной террасы (119 мг/м³). На хорошо выровненных и широких уровнях V и VI террас концентрации золота меньше. В целом на фоне обширного поля со знаковыми содержаниями золота выделяется ряд узких локальных ореолов протяженностью от 1 до 5 км, шириной от 0.2 до 1.5 км, имеющих четко выраженное струйчатое строение и ориентированных субпараллельно современной береговой линии. Содержания золота в ореолах невысокие – в пределах первых десятков, в среднем 22 мг/м³ на среднюю мощность опробованной массы 2.6 м. В приустьевой части участка р. Митога отмечаются более высокие, по сравнению с остальной площадью участка, содержания – 45–80 мг/м³.

Вибробурением [И. В. Бондаренко и др., 1979] в мелководной зоне шельфа на участке напротив берега между рр. Сев. Митога – Хомутина (северная часть исследуемого района) выявлена сравнительно широкая (6–9 км) и протяженная (до 20 км) полоса золотоносных отложений в пределах изобат 7.5–25 м. На фоне этого поля со знаковыми содержаниями золота выделяется ряд локальных ореолов с повышенными концентрациями полезного компонента. Протяженность ореолов, ограниченных концентрацией 60 мг/м³, колеблется от 1 до 4.5 км, ширина – от 0.2 до 1 км, содержания – от 61 до 1186 мг/м³ (среднее 110 мг/м³), опробованная мощность – 0.1–3.6 м. Суммарная длина ореолов – 22.5 км.

Таким образом, в южной части ореолы сконцентрированы в основном в более мелководной зоне (5–18 м), в северной появляются более «глубоководные» ореолы в пределах изобат 19.5–23.3 м, и по своей продуктивности и площади развития эти ореолы превосходят южную.

Повышенные содержания золота в отложениях подводного склона размещены, как правило, напротив тех участков пляжа, на которых

были выявлены высокие концентрации гранат-магнетитового шлиха с золотом. Но ореолы рассеяния золота на подводном склоне расположены не только напротив абразионного берега, но и напротив аккумулятивного. Так, выявлено высокое содержание золота (6159 мг/м³) установлено в осадках приустьевой косы р. Большая, а напротив – значительные содержания (212 мг/м³) на мелководном шельфе. На северном участке напротив устьев рр. Сев. Митога, Утка, оз. Северное обнаружены наиболее многочисленные ореолы на подводном береговом склоне. Это может быть объяснено тем, что при выработке профиля подводного склона здесь перемываются погребенные аллювиальные отложения их палеодолин, прослеживающихся в верхней зоне шельфа и выделенных по результатам сейсмоакустического профилирования, проведенного в 1973–1974 гг. [О. А. Федюкович, Г. Ю. Черепанов, 1974]. Золотоносность погребенных террас подтверждена бурением на суше, где были установлены содержания золота от знаковых до десятков мг/м³, выделены золотоносные струи с содержаниями, превышающими 100 мг/м³ (до 467 мг/м³). Эти золотоносные струи, протягивающиеся изначально по палеодолинам субнормально по отношению к береговой линии, при выходе на подводный склон подвергаются переработке морем и образуют струи (ореолы), вытянутые субпараллельно береговой линии. В основном ореолы подводного склона сконцентрированы между долинами р. Утка, оз. Северное. Одиночные ореолы располагаются севернее, что связано с перераспределением золотоносных наносов в результате вдольбереговых миграций.

По площади высокие содержания золота размещены на подводном склоне неравномерно, в виде отдельных обогащенных зон.

Значительная часть ореолов с содержаниями золота более 100 мг/м³ приурочена к тыловым зо-

нам морских террас и к определенным литологическим разностям: чаще всего это гравийно-галечные отложения, песчано-гравийные и песчаные, реже алевриты и глины с галькой и гравием. 80 % из всех проб приурочены к осадкам голоценового возраста, 20 % – к средне-позднеплейстоценовым. Отложения нижней части разреза верхнеголоценовых галечников и пески среднеголоценового возраста характеризуются наличием золота в большинстве проб и представляют собой погребенные зоны повышенных концентраций благородного металла. Лишь 5–7 % золотосодержащих проб встречено в активном слое осадков. Нахождение повышенных содержаний золота ниже подошвы активного слоя свидетельствует о том, что в условиях продолжающейся трансгрессии формирование золотоносных отложений завершено. Это может говорить об их перспективности.

Золото концентрируется в промоинах, понижениях, где прекращается его транспортировка и происходит его осаждение. На подводном склоне это, как описано выше, погребенные ореолы золота, которые уже сформированы, захоронены под слоем осадков и в общем не подвержены перемещению, и ореолы в активном слое осадков, находящиеся в постоянном движении, т. е. образующиеся в настоящее время.

Имеющиеся результаты опробования отложений мелководного шельфа, несмотря на сравнительно невысокие содержания золота, свидетельствуют о перспективности его на предмет дальнейшего изучения и обнаружения промышленных прибрежно-морских россыпей на участ-

ке междуречья Большая – Хомутина. К сожалению, применяемое ранее оборудование не могло обеспечить проходку скважин и отбор проб из современных морских отложений на полную мощность. Бурение приостанавливалось в грубообломочных галечно-гравийных отложениях, хотя в большинстве случаев в них отмечались повышенные концентрации золота.

Сейсмоакустическим профилированием в районе 20-метровой изобаты зафиксирован выход отражающих границ на поверхность донных отложений – вероятно, захороненный уступ, который отмечает древнюю береговую линию (рис. 5). Положение этой линии фиксируется максимальными содержаниями золота по данным бурения.

На глубинах 8, 10–15, 20 м выделяются полосы концентрации магнитной фракции со знаковой золотоносностью, приуроченные к понижениям-ложбинам, которые заполнены песчано-алевритовыми отложениями мощностью до 5 м. Весовые концентрации золота тяготеют к горизонту галечников.

В пределах изобат 15–20 м отмечается выход на поверхность отражающих границ, которые ограничивают с моря широкую зону высоких значений магнитной восприимчивости. Вероятно, эти границы фиксируют положение древней береговой линии. В рельефе дна она отображается небольшим перегибом. Вблизи нее обнаружены повышенные концентрации золота.

На эхограммах выделяются локальные впадины типа прадолин вблизи устьев рр. Сев. Митига, Утка, Хомутина, Кихчик (см. рис. 5). Тальвеги палеодолин залегают на глубине 10–20 м от поверхности дна.



Рис. 5. Схематическая геоморфологическая карта прибрежной части Юго-Западной Камчатки (от м. Левашова до р. Кихчик) [по О. А. Федюкович, Г. Ю. Черепанов, 1974, с дополнениями]: 1, 2 – аккумулятивные уровни: 1 – высокой поймы, современные пойменные и дельтовые отложения, 2 – 1-й надпойменной террасы высотой 3–6 м; 3–5 – эрозионно-аккумулятивные уровни: 3 – 2-й надпойменной террасы высотой 12–14 м, 4 – 3-й надпойменной террасы высотой 20–25 м, 5 – 4-й надпойменной террасы высотой 30–36 м; 6 – нерасчлененный комплекс нижнечетвертичных аллювиальных террас высотой до 60 м; 7–9 – аккумулятивные формы: 7 – современной береговой зоны, 8 – 1-й террасы высотой 0–5 м, 9 – 2-й террасы высотой 10–15 м; 10 – аккумулятивный уровень плиоценовой морской террасы; 11 – пологие холмы и гряды-реликты конечных морен и водно-ледниковых форм; 12 – равнины, сложенные донной мореной и водно-ледниковыми отложениями; 13 – изобаты; 14 – предполагаемое положение палеодолин по данным САП; 15 – предполагаемая древняя береговая линия по данным САП

Fig. 5. Schematic geomorphological map of the coastal part of Southwestern Kamchatka (from Cape Levashov to the Kikhchik River) [after O. A. Fedyukovich, G. Yu. Cherepanov, 1976, with additions]: 1, 2 – accumulative levels: 1 – of high floodplain, modern floodplain, and deltaic deposits, 2 – of the 1st above-floodplain terrace 3–6 m high; 3–5 – erosion-accumulative levels: 3 – of the 2nd above-floodplain terrace 12–14 m high, 4 – of the 3rd above-floodplain terrace 20–25 m high, 5 – of the 4th above-floodplain terrace 30–36 m high; 6 – undissected complex of Lower Quaternary alluvial terraces up to 60 m high; 7 – accumulative forms of modern coastal zone, 8 – of the 1st terrace, 0–5 m high, 9 – of the 2nd terrace, 10–15 m high; 10 – accumulative level of the Pliocene marine terrace; 11 – gentle hills and relic ridges of terminal moraines and water-glacial forms; 12 – plains composed by the bottom moraine and water-glacial deposits; 13 – isobaths; 14 – paleovalley locations inferred from the seismoacoustic profiling data; 15 – ancient coastline inferred from the seismoacoustic profiling data



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мелководная зона шельфа характеризуется непостоянной мощностью донных отложений (от 0.1 до 7.0 м) и неравномерно распределенными, резко меняющимися содержаниями золота (от весовых до сотен мг/м³). Ореолы весовых концентраций золота на подводном береговом склоне расположены, как правило, напротив участков абразионного берега, сопряжены с золотоносными участками пляжа и находятся с ними в непосредственном взаимодействии.

Наиболее перспективным в пределах исследованной территории является участок подводного берегового склона междуречья Сев. Митога – Утка – Хомутина между изобатами 5.3–25 м, где выявлены шлиховые ореолы со значительными содержаниями золота – от 50 до 500–1186 мг/м³.

Анализ имеющихся данных (106 проб) по полученным концентрациям золота в осадках мелководной зоны исследуемого шельфа показал, что прослеживается приуроченность их к определенным глубинам.

Распределение содержаний золота в отложениях мелководной зоны шельфа по глубинам по всему исследованному участку

Интервалы глубины моря, м	Содержания золота (от – до), мг/м ³
8.5–9.2	50–579
12.8–15.2	40–220
17.4–18.8	50–167
19.5–21.2	60–1186

По данным [И. В. Бондаренко и др., 1979], прогнозные ресурсы оцениваются в 2 т золота при суммарной длине ореолов 52 км, средней ширине 20 м, мощности 2 м, среднем содержании 100 мг/м³. Неопробованными остались отложения в интервале глубин до 5.0 м.

Повышенные концентрации приурочены к верхней, наиболее крутонаклонной части склона, к первому или второму террасовидному уровню в голоценовых морских отложениях в интервале опробования от 0 до 2.0 м. Часть шлиховых ореолов золота тяготеет к зонам сочленения древних береговых линий и палеодолин, выделенных по результатам сейсмоакустического профилирования, но оставшихся недостаточно изученными. Их потенциал не оценен. Это зона наиболее активного воздействия, в пределах которой обнажаются золотоносные ледниковые и водно-ледниковые образования. В похожей обстановке на Аляске (в районе Номы) были обнаружены и эксплуатируются уже более 100 лет площади с промышленной золотоносностью (Кунгурова, 2020), где содержащие благородный металл морские

и аллювиальные отложения залегают на ледниковых.

В затопленных морем и погребенных под морскими осадками палеодолинах возможно выявление аллювиальных россыпей, аналогичных Тихангоу в Приморье. Об этом свидетельствует наличие (с содержаниями до 280–467 мг/м³) в аллювиальных отложениях золотоносных струй на различных гипсометрических уровнях под голоценовыми и верхнеплейстоцен-голоценовыми морскими отложениями. В приустьевой части р. Митога, в отложениях мелководного шельфа, выявлен протяженный (~13 км) ореол шириной 750 м, ограниченный изобатами 12.5–7.5 м с содержаниями золота 45–119 мг/м³.

Высокие концентрации приурочены к активному слою и расположены в пределах древних береговых линий, западная граница которых не выходит за 25–30-метровую изобату. Это зона наиболее активного воздействия, в пределах которой обнажаются золотоносные ледниковые и водно-ледниковые образования.

Многие исследования как российских, так и зарубежных авторов посвящены оценке рудного потенциала палеодолинных систем (Патык-Кара и др., 2007), реконструкции палеодолин и древних береговых линий, где обнаружены залежи различных полезных ископаемых (Au, PGE, алмазов, Sn, W, Ta-Nb и др.) (Hou et al., 2008; Kirkpatrick et al., 2019a, б). Разработаны поисковые и разведочные модели (Hou et al., 2017), **которые могут быть применены к аналогичным условиям по всему миру, в том числе и на рассматриваемом объекте.**

В зоне шельфа Юго-Западной Камчатки возможно обнаружение палеоаллювиальных, прибрежно-морских золотоносных россыпей, приуроченных к современным и затопленным береговым линиям. Для дальнейших исследований этой прибрежно-шельфовой зоны необходим комплекс методов, включающий гидролокацию бокового обзора, многолучевое эхолотирование, сейсмоакустическое профилирование высокого разрешения, различные системы подводных видеонаблюдений и донный пробоотбор.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреев С. И., Казакова В. Е., Черномордик А. Б., Бабаева С. Ф. Минералогия шельфовых и глубоководных зон дальневосточных морей России // Региональная геология и металлогения. 2016. № 68. С. 82–91.
- Иванова А. М., Смирнов А. Н., Пашиковская Е. А. Геолого-промышленные типы россыпей полезных ископаемых в шельфовых областях Мирового океана // Тихоокеанская геология. 2004. № 4 (23). С. 86–101.
- Ионин А. С., Каплин П. А., Леонтьев О. К., Медведев В. С., Никифоров Л. Г., Павлидис Ю. А., Щербаков Ф. А. Особенности формирования рельефа и современных осадков прибрежной зоны дальневосточных морей СССР. Москва : Наука, 1971. 184 с.

Кунгурова В. Е. Золотоносные прибрежно-морские россыпи побережий Юго-Западной Камчатки и полуострова Аляска // Горный информационно-аналитический бюллетень (науч.-техн. журнал). 2020. № 12 (спец. выпуск 46). С. 5–25. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-12-46-5-25

Кунгурова В. Е., Газзаева Е. М. Неоген-четвертичные отложения береговой зоны Западной Камчатки как промежуточный коллектор для формирования прибрежно-морских россыпей // Успехи современного естествознания. 2021. № 5. С. 69–80. DOI: 10.17513/use.37626

Мелекесцев И. В., Брайцева О. А., Эрлих Э. Н., Шанцер А. Е., Челебаева А. И., Лупкина Е. Г., Егорова И. А., Кожемяка Н. Н. Камчатка, Курильские и Командорские острова (История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока). Москва: Наука, 1974. 438 с.

Патык-Кара Н. Г., Печенкин И. Г., Лаломов А. В. Палеодолинные системы: эволюция и минерагения // Разведка и охрана недр. 2007. № 4. С. 11–15.

Сляднев Б. И. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:1 000 000 (3-е поколение) / гл. ред. А. Ф. Литвинов, Б. А. Марковский. Санкт-Петербург, 2007. Лист N – 57.

Hou B., Frakes L. A., Sandiford M., Worrall L., Keeling J., Alley N. F. Cenozoic Eucla Basin and associated palaeovalleys, Southern Australia – Climatic and tectonic influences on landscape evolution, sedimentation and heavy mineral accumulation // Sedimentary Geology. 2008. Vol. 203. Iss. 1–2. P. 112–130. DOI: 10.1016/j.sedgeo.2007.11.005

Hou B., Keeling J., Van Gosen, B. S. Geological and exploration models of beach placer deposits, integrated from case-studies of Southern Australia // Ore Geology

Reviews. 2017. Vol. 80. Iss. 1. P. 437–459. DOI:10.1016/j.oregeorev.2016.07.016

Kirkpatrick L. H., Green A. N., Pether J. The seismic stratigraphy of the inner shelf of southern Namibia: The development of an unusual nearshore shelf stratigraphy // Marine Geology. 2019a. Vol. 408. P. 18–35. DOI: 10.1016/j.margeo.2018.11.016

Kirkpatrick L. H., Jacob J., Green A. N. Beaches and bedrock: How geological framework controls coastal morphology and the relative grade of a Southern Namibian diamond placer deposit // Ore Geology Reviews. 2019b. Vol. 107. Iss. 4. P. 853–862. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2019.03.029

АРХИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Бондаренко И. В., Наумов Ю. А., Ковалик И. А., Дуglas В. К. Отчет о результатах поисковых работ, проведенных Камчатской партией в 1974–1975 гг. в прибрежной зоне западного побережья Камчатки. Петропавловск-Камчатский. Фонды ВГФ, КТГФ. 1976. Кн. 1. 255 с.

Бондаренко И. В., Хитров В. В., Наумов Ю. А. Отчет Камчатской партии о результатах общепроисловых работ на россыпи шельфа южной части западного побережья Камчатки за 1976–1978 гг.: в 2-х кн. Петропавловск-Камчатский. Фонды ВГФ, КТГФ. 1979. 140 + 256 с.

Федюкович О. А., Черепанов Г. Ю. Отчет о поисково-рекогносцировочных работах на россыпное золото на участке междуречья Митога – Учхала в пределах Западного побережья полуострова Камчатка в 1972–1973 гг. Петропавловск-Камчатский. Фонды ВГФ, ТГФ, ПТГУ. 1974. 150 с.

Поступила в редакцию 29.04.2022 г.

Поступила после доработки 23.05.2022 г.

ABOUT GOLD CONTENT OF THE SHALLOW MARINE SHELF ZONE OF SOUTHWESTERN KAMCHATKA

V. Ye. Kungurova

Scientific Research Geotechnological Centre, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky

The materials, obtained from previous (1972–2019) studies of over 300 km of the coastal land strip in Southwestern Kamchatka and the adjoining underwater slope of the Sea of Okhotsk (in the interfluvium of the Bolshaya and the Kikhchik rivers) were analyzed. Gold-rich zones ($> 60 \text{ mg/m}^3$) in the form of subparallel lenses, oriented along the sea shoreline, were identified between 6.3–30 m isobaths in the shallow marine shelf zone. The gold content of the submarine coastal slope correlated directly with the sediments of the upper coastal zone. Higher gold concentrations (up to hundreds of mg/m^3) were detected in Holocene marine sediments of the shallow marine shelf in sampling intervals 0 to 2.0 m. They are mostly confined either to the upper, steepest part of the submarine slope or to the first or second terraced level. These are the areas of the most active impact, near the shorelines (modern and submerged), within which glacial and water-glacial formations are often exposed by erosion. Most of the gold concentrate halos related to ancient shorelines, the western boundary of which lies within 25–30 m isobaths, and to paleovalleys, identified by seismoacoustic profiling. In paleovalleys, flooded by the sea and buried under marine sediments, alluvial placers similar to Tikhongou in Primorsky Krai may be revealed. The most promising within the investigated territory was the area of underwater coastal slope within the Severnaya Mitoga – Utka – Khomutina interfluvium, between 5.3–30 m isobaths, where concentrate halos with considerable gold concentrations from 60 to 500–1186 mg/m^3 had been revealed.

Keywords: Southwestern Kamchatka, coastal-marine placers, halos of gold, beach, shallow marine shelf, paleovalleys.

REFERENCES

- Andreev, S. I., Kazakova, V. E., Chernomordik, A. B., Babayeva, S. F., 2016. Minerageny of the Marine Shelf and Deep-Sea Zones in Russia's Far Eastern Seas, *Regional Geology and Metallogeny*. 68, 82–91 [In Russian].
- Ivanova, A. M., Smirnov, A. N., Pashkovskaya, E. A., 2004. Geological and Industrial Types of Mineral Placers in the Shelf Areas of the World Ocean, *Russian Journal of Pacific Geology*. 4 (23), 86–101 [In Russian].
- Ionin, A. S., Kaplin, P. A., Leontyev, O. K., Medvedev, V. S., Nikiforov L. G., Pavlidis Yu. A., Shcherbakov F. A., 1971. Features of the Formation of the Relief and Modern Sediments in the Coastal Zone of the USSR's Far Eastern Seas. Moscow, Nauka [In Russian].
- Kungurova, V. Ye., 2020. Gold-bearing Coastal-Marine Placers of the Coasts of Southwestern Kamchatka and the Alaska Peninsula, *Mining Informational and Analytical Bulletin*. 46, 5–25 [In Russian].
- Kungurova, V. Ye., Gazzayeva, E. M., 2021. Neogene-Quaternary Deposits of Western Kamchatka Coasts as an Intermediate Reservoir for Coastal-Marine Placer Formation, *Advances in Current Natural Sciences*. 5, 69–80 [In Russian].
- Melekestsev, I. V., Braytseva, O. A., Erlikh, E. N., Shantser A. E., Chelebayeva, A. I., Lupikina, E. G., Yegorova, I. A., Kozhemyaka, N. N., 1974. Kamchatka, the Kurils, and the Commander Islands: History of the Relief Development in Siberia and the Far East). Moscow, Nauka [In Russian].
- Patyk-Kara, N. G., Pechenkin, I. G., Lalomov, A. V., 2007. Paleovalley Systems: Evolution and Minerageny, *Prospect and Protection of Mineral Resources*. 4, 11–15 [In Russian].
- Slyadnev, B. I., 2007. State Geological Map of the Russian Federation, Scale 1 : 1, 000, 000 (3rd generation). Eds. A. F. Litvinov, B. A. Markovsky. St. Petersburg. N – 57 [In Russian].
- Hou, B., Frakes, L. A., Sandiford, M., Worrall, L., Keeling, J., Alley, N. F., 2008. Cenozoic Eucla Basin and Associated Palaeovalleys, Southern Australia – Climatic and Tectonic Influences on Landscape Evolution, Sedimentation and Heavy Mineral Accumulation, *Sedimentary Geology*. 12 (203), 112–130. DOI: 10.1016/j.sedgeo.2007.11.005
- Hou, B., Keeling, J., Van Gosen, B. S., 2017. Geological and Exploration Models of Beach Placer Deposits, Integrated from Case-Studies of Southern Australia, *Ore Geology Reviews*. 1 (80), 437–459. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2016.07.016
- Kirkpatrick, L. H., Green, A. N., Pether, J., 2019. The Seismic Stratigraphy of the Inner Shelf of Southern Namibia: The Development of an Unusual Nearshore Shelf Stratigraphy, *Marine Geology*. 408, 18–35. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2018.11.016>
- Kirkpatrick, L. H., Jacob, J., Green, A. N., 2019. Beaches and Bedrock: How Geological Framework Controls Coastal Morphology and the Relative Grade of a Southern Namibian Diamond Placer Deposit, *Ore Geology Reviews*. 4 (107), 853–862. DOI:10.1016/j.oregeorev.2019.03.029