DOI: 10.24411/0869-7175-2019-10044

УДК 553.411.068:5(571.651)
© О.А.Агибалов, 2019

Россыпная золотоносность арктических приморских равнин Чукотки: металлогенические и структурно-геоморфологические предпосылки формирования россыпей, проблемы прогнозирования и поисков

О.А.АГИБАЛОВ (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Приведены особенности строения и генезиса погребённых россыпей приморских равнин Чукотки на примере Рывеемской россыпи (Валькарайская низменность). Рассмотрены структурно-геоморфологические предпосылки формирования россыпей золота прибрежных равнин, проблемы их прогнозирования и поисков, в том числе с помощью применения современных дистанционных, геофизических и геохимических методов.
Ключевые слова: россыпи золота приморских равнин Чукотки, структурно геоморфологический анализ, морфоструктурный анализ, прогнозно-поисковые критерии погребённых россыпей золота.

Агибалов Олег Анатольевич agibalov@tsnigri.ru

Placer gold potential of the Arctic marine Chukotka plains: metallogenic and structural-geomorphological preconditions of placer formation, forecasting and prospecting issues

O.A.AGIBALOV (Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals)

Structural and genetic features of Chukotka marine plains' buried placers are considered, with Ryveem placer (Valcarai lowland) as an example. Structural-geomorphological preconditions of coastal plain gold placer formation, their forecasting and prospecting issues including the use of modern remote, geophysical and geochemical methods are reviewed.
Key words: gold placers of Chukotka marine plains, structural-geomorphological analysis, morphostructural analysis, forecasting and prospecting criteria of buried gold placers.

Устойчивая тенденция уменьшения ресурсного потенциала россыпного золота (особенно легкодоступных мелкозалегающих россыпей) диктует необходимость выявления новых его источников в пределах слабоизученных районов со сложными горно-геологическими условиями залегания продуктивных отложений. К таким районам можно отнести приморские равнины арктического побережья Российской Федерации, среди которых значительный интерес представляют прибрежные низменности Чукотки, где были выявлены и в значительной степени отработаны крупные погребённые россыпи, в том числе выдающаяся по запасам и продуктивности Рывеемская россыпь.

Пик добычи россыпного золота в пределах Чукотки пришёлся на 1966–1977 гг., в этот период в год добывали по 30–35 т [1, 7]. Одним из наиболее значимых объектов являлась Рывеемская россыпь (Валькарайская прибрежная низменность), из которой шахтным способом было добыто около 250 т металла; суточный съём металла доходил до 200 кг, а годовая добыча – до 17 т [6, 7]. Содержания золота на участке Прибрежный достигали 850 г/м^3 (среднее 81,2 г/м^3). В дальнейшем добыча в регионе неуклонно сокращалась, и с 2008 г. она не превышает 1–2 т. К 1 июля 2018 г. на россыпях Чукотки добыто 243 кг золота. В то же время, по мнению ряда исследователей [8, 15–17], золотоносные отложения в пределах прибрежных арктических равнин являются, возможно, последним резервуаром крупных россыпных объектов для рассматриваемого района, экономическому развитию которого в настоящее время придаётся большое значение: построены дороги Певек–Билибино, Певек–Эгвекинот,

проектируется дорога Билибино–Колымская федеральная трасса; в г. Певек завершается подготовка к пуску плавучей АЭС.

Геологическое строение и металлогеническая позиция площадей, примыкающих к приморским впадинам, показаны в таблице и на рисунках 1 и 2.

Как видно из таблицы, большинство впадин расположено в пределах металлогенических зон с высокой и уникальной золоторудной продуктивностью, что свидетельствует о перспективности поисков крупных россыпных объектов, погребённых под полигенетическим комплексом рыхлых отложений. На общем фоне выделяются Чаунская и Валькарайская впадины, в пределах которых известны крупные и уникальные россыпи, а общий золотороссыпной потенциал (прогнозные ресурсы+запасы+ накопленная добыча) прилегающих к ним площадей достаточно высок – 244 (Чаунская) и 351 т (Валькарайская).

Строение рыхлых отложений, погребённого рельефа и история его развития (по данным С.А.Лаухина, С.Л.Казаринова, Б.В.Рыжова, Ю.П.Казакевич и др). Разрез кайнозойских осадков приморских впадин начинается с пестроцветной супесчано-суглинистой коры выветривания монтмориллонит-каолинитового и гидрослюдисто-каолинитового состава; коры выветривания как площадные, так и линейные; установленная мощность от 5 до 70 м [5, 6] (в зонах тектонических нарушений); возраст – поздний мел–эоцен. Выше залегают отложения палеоцена (тыноокенские слои, озёрные и озёрно-болотные глины),

Прибрежные впадины арктического побережья Чукотки и основные рудно-россыпные таксоны (зоны, районы, узлы) примыкающих к ним территорий. *Составлена с использованием «Карты закономерносткей размещения полезных ископаемых территории Российской Федерации «масштаба 1:2 500 000, ФГБУ ВСЕГЕИ; ФГУГП «Георегион», 2001*:

Название впадины	Металлогеническая зона	Россыпной узел		Рудные районы (РР), узлы (РУ)	
		Название	ПР+запасы+ добыча, т	Название	Продуктивность
Приморская	Анюйская Раучуанская*	Китэпский, Алярмаутский	3		
Чаунская	Раучуанская* Чаун-Чукотская*	Гремучинский Чаанайский Ичувеемский	78 11 155	Лелювеем-Коневаамский (РР) Карпунг-Палянский (РР) Ичувеем-Паляваамский (РР)	Высокая Высокая Высокая
Усть-Пегтымельская	Кувет-Рывеемская**	Киберовский	5		
Биллингская	Кувет-Рывеемская**	Кусьвеемский	7	Кусьвеемский (РУ)	
Валькарайская	Кувет-Рывеемская**	Пильхинкууль-Рывеемский	320	Шмидтовский (РР)	Уникальная
Экиатапская	Кувет-Рывеемская** Чаун-Чукотская*	Кувет-Куэквуньский	31	Шмидтовский (РР)	Уникальная
Тынкугинская	Чаун-Чукотская*	Ленотап-Метегинский	16		
Ванкаремская	Чаун-Чукотская* Танюрер-Ванкаремская Танюрер-Канчаланская	Пенхельинский	23	Экугвеемский (РР) Рекууль-Ванкаремский (РР)	Низкая

Примечание. * – металлогенические зоны с высокой золоторудной продуктивностью; ** – металлогенические зоны с уникальной золоторудной продуктивностью.

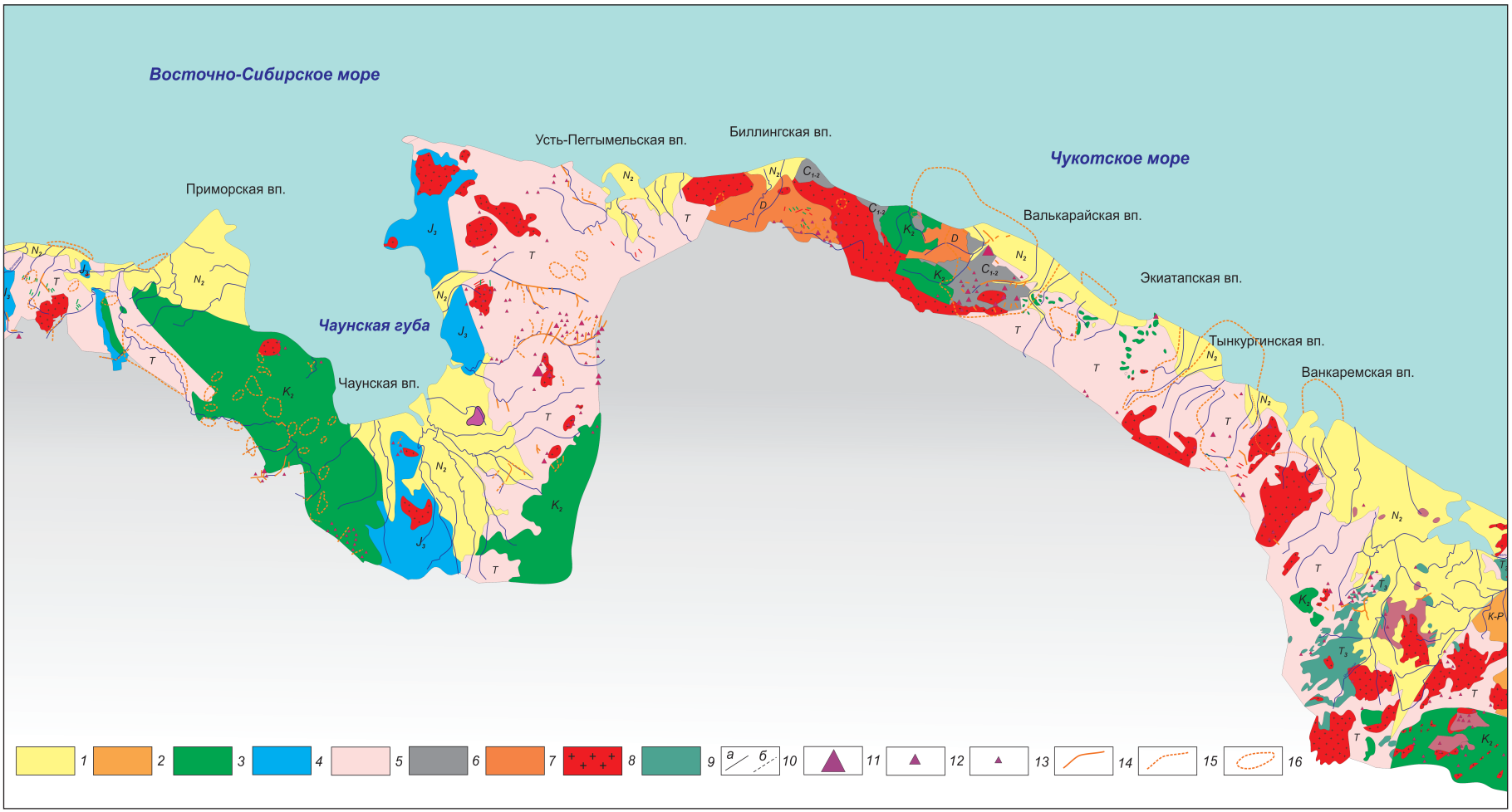


Рис. 1. Схема геологического строения территорий, примыкающих к арктическому побережью Чукотки. *Составлена с использованием материалов геологических карт Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 ФГБУ ВСЕГЕИ*:

1 – плиоцен, N_2 (алевриты, глины, илы, линзы гравия); *2* – мел–палеоген, К–₽ (базальты, андезиты, риолиты, дациты, их туфы, туфопесчаники, игнимбриты); *3* – нижний мел, K_2 (песчаники, алевролиты, аргиллиты); *4* – верхняя юра, J_3 (песчаники, алевролиты, аргиллиты, туффиты, гравелиты, конгломераты); *5* – триас, T (песчаники, алевролиты, аргиллиты, глинистые сланцы, линзы конгломератов и известняков); *6* – нижний–средний карбон $C_{1–2}$ (песчаники, алевролиты, сланцы, известняки, конгломераты); *7* – девон, D (песчаники, алевролиты, глинистые сланцы, известняки); *8* – нижнемеловые граниты, граносиениты; *9* – позднетриасовые пластовые тела (габбро, дуниты, серпентиниты, пироксениты); *10* – тектонические нарушения: *а* – установленные, *б* – предполагаемые по геофизическим данным; *11–16* – рудная и россыпная золотоносность: *11* – крупные месторождения, *12* – рудопроявления, *13* – пункты минерализации, *14* – россыпи, *15–16* – россыпепроявления: *15* – шлиховые потоки, *16* – шлиховые ореолы

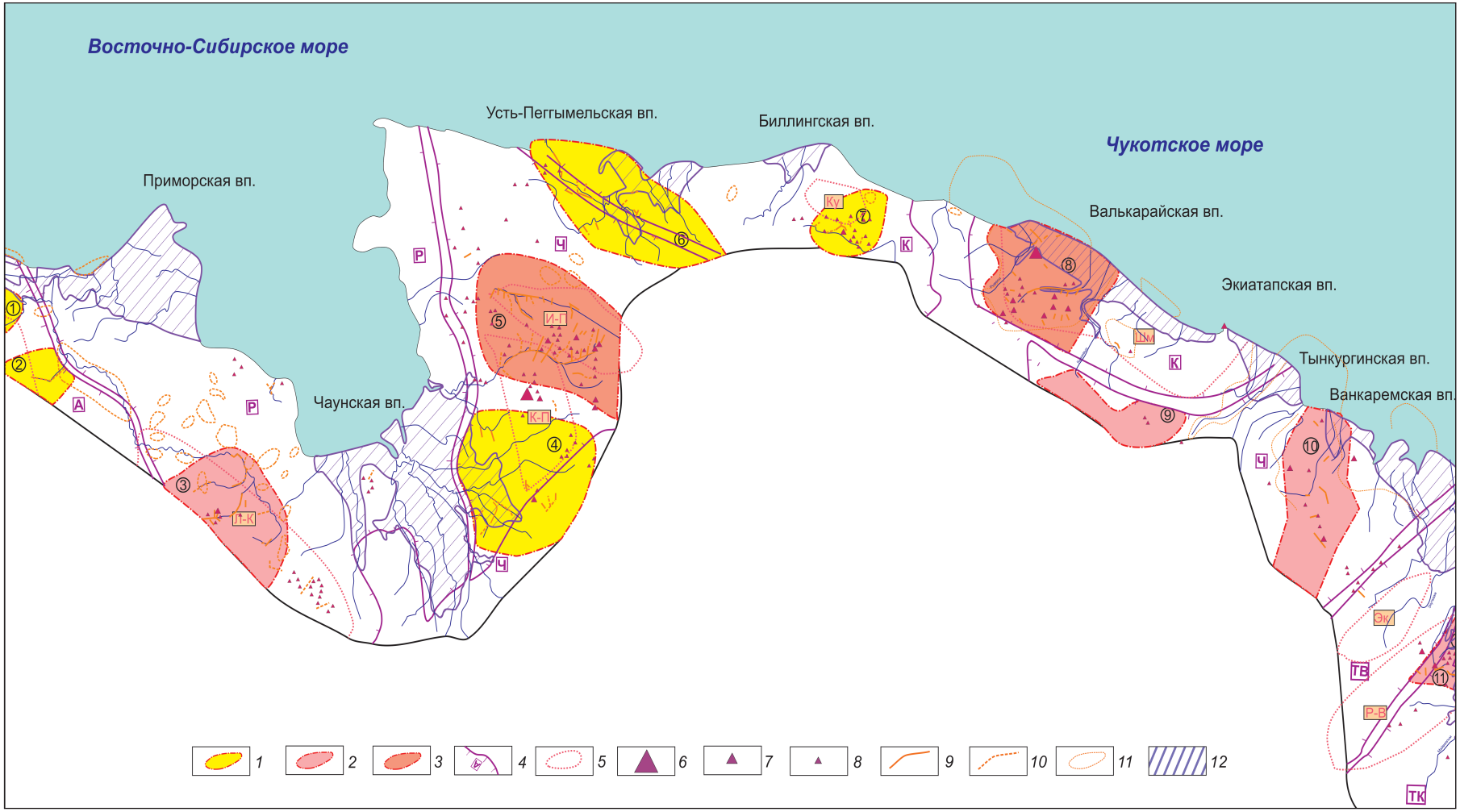


Рис. 2. Схема золотоносных узлов, металлогенических зон и рудных районов территорий, примыкающих к арктическому побережью Чукотки. *Составлена с использованием «Карты закономерносткей размещения полезных ископаемых территории Российской Федерации» масштаба 1:2 500 000, ФГБУ ВСЕГЕИ; ФГУП «Георегион», 2001*:

золото-россыпные узлы: *1* – низкой (прогнозные ресурсы+запасы+накопленная добыча=1–10 т), *2* – средней (прогнозные ресурсы+запасы+накопленная добыча=10–100 т) и *3* – высокой (прогнозные ресурсы+запасы+накопленная добыча >100 т) продуктивности (1 – Китеп-Гуйтэньрывеемский, 2 – Алярмаутский, 3 – Гремучинский, 4 – Чаанайский, 5 – Ичуваемский, 6 – Киберовский, 7 – Кусьвеемский, 8 – Пинкильхууль-Рывеемский, 9 – Кувет-Куэквуньский, 10 – Ленотап-Метегинский, 11 – Пенхельинский, 12 – Тыно-оконский); *4* – металлогенические зоны (А – Анюйская, Р – Раучуанская, Ч – Чуан-Чукотская, К – Кувет-Рывеемская, ТВ – Танюрер-Ванкаремская, ТК – Танюрер-Канчаланская); *5* – рудные районы (А – Алярмаутский, Л-К – Лелювеем-Коневаамский, К-П – Карпунг-Палянский, И-П – Ичквеем-палываамский, Шм– Шмидтовски, ЭК – Экугвеемский, Р-В – Рекууль-Ванкарермский) и рудные узлы (Ку – Кусьвеемский); *6–11* – рудная и россыпная золотоносность: *6* – крупные месторождения, *7* – рудопроявления, *8* – пункты ми-нерализации, *9* – россыпи, *10–11* – россыпепроявления: *10* – шлиховые потоки и *11* – шлиховые ореолы; *12* – границы прибрежных впадин арктического побережья Чукотки

неогена (вельмайская свита, аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения), плиоцена (рыгытгынская свита, аллювий).

К наиболее древним кайнозойским осадкам Валькарайской впадины относят отложения миоцена, выполняющие Приморскую ложбину шириной 2–3 км, выше залегает сложнопостроенная толща, представленная отложениями плиоцена (рыпильхинская свита; глины, алевриты, галечники), нижнего плейстоцена (рывеемская свита, аллювиальные галечники), среднего плейстоцена (энмакайская свита, морские галечники и песчано-гравийные осадки), верхнего плейстоцена (аллювиально-пролювиальные отложения надводной дельты) и верхнего плейстоцена–голоцена (покровные суглинки, супеси, алевролиты, представляющие собой осадки аллювиально-озёрной заболоченной низменности). Отмечается сходство разреза Чаунской низменности с Валькарайским, но мощность отложений в её пределах в 2–3 раза больше.

Приведённый разрез рыхлых отложений сформировался в результате длительного и сложного неотектонического развития территории, включающего несколько основных этапов [6]:

• раннемеловое поднятие, сопровождаемое внедрением гранитоидов, несущих золотое оруденение, формирование кор выветривания;

• поздний мел – проявление вулканической деятельности и погребение россыпей;

• палеогеновое поднятие, денудация лавовых покровов и частично кор выветривания;

• конец палеогена–начало неогена (первый седиментационный цикл) – дифференцированные движения при слабых неотектонических поднятиях, обособление Валькарайской низменности от горного обрамления, перемыв и формирование остаточных россыпей (участки Рывеем, Зеленый, Приморский);

• вторая половина неогена первая трансгрессия (второй седиментационный цикл);

• неоген-четвертичные сводовые и глыбово-сводовые поднятия невысокой амплитуды (до 80 м) и интенсивности, заключительный этап формирования погребённой долины Рывеема (третий седиментационный цикл);

• средний плейстоцен – опускания и трансгрессия моря (четвёртый седиментационный цикл).

Важный фактор россыпеобразования – фиксация в разрезе рыхлых отложений следов неоднократного интенсивного перемыва как подстилающих кор выветривания, так и поступавшего с горного обрамления золотоносного рыхлого материала, обусловленного дифференцированными блоковыми неотектоническими движениями мобильной зоны «горное обрамление–прибрежная впадина», которые сопровождались долинными перестройками и перемещением береговой линии [14]. Россыпи многократно переотлагались с уровня на уровень и в конечном итоге были спроецированы на современный цоколь равнины безотносительно к его эрозионным желобам [15].

Типичным для приморских впадин Чукотки является то, что в результате ранне-среднеплейстоценовой аккумуляции их территория (за исключением останцовых массивов) была выведена из сферы россыпеобразования и превратилась в площадь глубокозалегающих россыпей со сложным погребённым рельефом.

Изученность погребённого рельефа складчатого основания впадин весьма неравномерна. Хорошо обследованы западная и северо-западная части Ванкаремской впадины (геолого-геофизические методы в масштабе 1:50 000), значительная часть площади Валькарайской низменности. В то же время обширные пространства низменного аккумулятивного побережья Чукотки исследованы разрозненными буровыми линиями или не изучались вообще.

В пределах Ванкаремской впадины погребённый рельеф представлен пологонаклонной в сторону современного арктического шельфа эрозионно-денудационной равниной с холмисто-увалистым рельефом водоразделов, фрагментами морских террас и широкими проработанными долинами, увязанными в палеосистемы с дендритовидным рисунком в плане. Количество погребённых цокольных террас в долинах крупных палеорек достигает 6 уровней. Строение погребённой долинной сети фиксирует постепенное, поэтапное расширение Ванкаремской впадины за счёт блоково-глыбового погружения периферии с амплитудами движений не более нескольких десятков метров. Движения по неотектоническим разломам регистрируются крутыми уступами в профилях долин [9].

Коренные источники (КИ) погребённых россыпей наиболее детально изучены в пределах Рывеемского золото-россыпного узла, положение которого контролируется пересечением региональных разломов нескольких направлений (Пильхинкууль-Рыпильхинский, Рывеемский, Приморский, Береговой). Разломы проявлены в виде зон интенсивного рассланцевания и брекчирования пород, которым нередко подчинена ориентировка основного плана гидросети. В центральной части площади по локальному минимуму гравитационного поля фиксируется невскрытая интрузия гранитоидного состава (предполагаемая глубина залегания 200–400 м). Минерализация концентрируется преимущественно на участках частого переслаивания песчаников, алевролитов и углистых сланцев.

Благоприятными участками для размещения коренных и россыпных месторождений золота являются узлы пересечения продольных и поперечных разломов глубокого заложения, расположенных в краевых частях антиклинальных поднятий, где интенсивно проявлен магматизм раннемелового возраста.

Наиболее значительным для формирования россыпей типом коренных источников считаются минера-

лизованные зоны дробления и смятия с кварцевыми кварц-карбонатными телами сложной формы (линзо- и лентовидной) мощностью от нескольких метров до первых сотен метров и протяжённостью от десятков метров до первых километров, отмечаются также жилы и свиты сближенных жил и зоны прожилкования кварцево-карбонатного состава мощностью от первых метров до первых сотен метров. Мощность отдельных жил изменяется от нескольких сантиметров до 1–2 м, протяжённость достигает сотен метров. В плане минерализованные зоны и зоны прожилкования могут образовывать штокверкоподобные зоны.

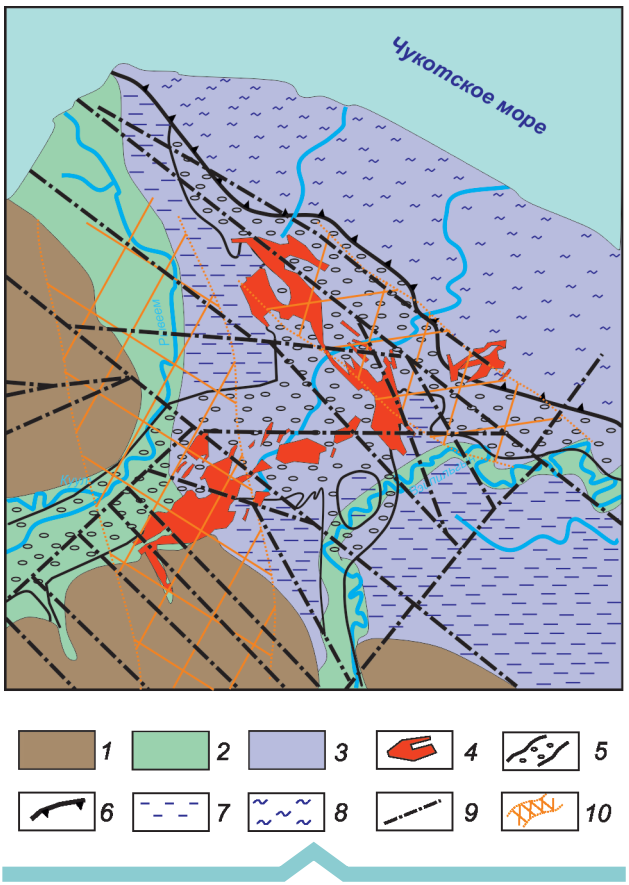


Рис. 3. Схема размещения погребённых россыпей Рывеемского участка Валькарайской прибрежно-морской низменности. *По Ю.П.Казакевич, Б.В.Рыжову, 1975, с упрощениями*:

1–3 – рельеф: *1* – эрозионно-денудационный (водоразделы, осложнённые гольцовыми террасами, десерпционные и солифлюкционные склоны различной крутизны), *2* – флювиальный (поймы рек, первая и вторая надпойменные террасы), *3* – аккумулятивный (поверхности прибрежно-морской и озёрно-аллювиальной равнин); *4* – погребённые россыпи золота; *5* – погребённая долина; *6* – борт погребённой озёрно-аллювиальной равнины; *7* – морские и *8* – аллювиально-озёрные отложения; *9* – тектонические нарушения; *10* – зоны с золото-кварцевой, золото-кварц-сульфидной, золото-пиритовой и золото-карбонатно-сурьмяной минерализацией (жилы, свиты жил, прожилки)

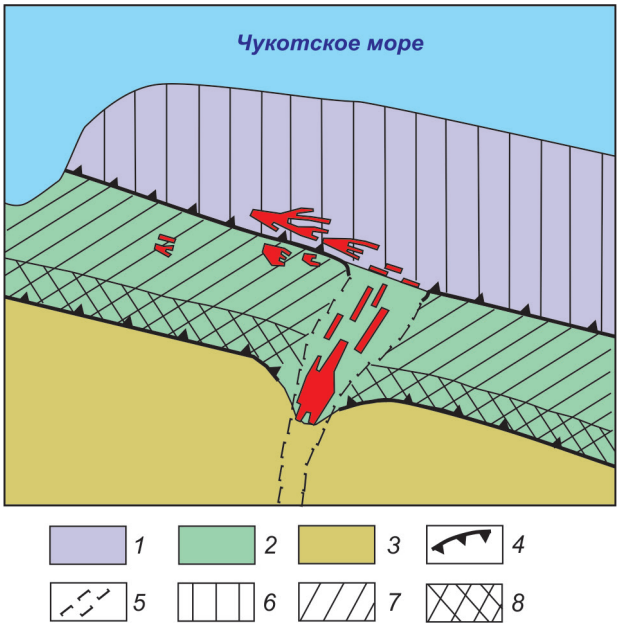


Рис. 4. Схематический план размещения полигенных россыпей Рывеемского россыпного поля в прибрежно-морской зоне Валькарайской прибрежной низменности. *По данным В.Л.Сухорослова, Б.В.Рыжова, 1976*:

абразионная терраса: *1* – «нижнего» и *2* – «верхнего» уровней; *3* – борт прибрежно-морской равнины; *4* – абразионные уступы; *5* – контур долины; *6–8* – отложения: *6* – бенча-пляжа-дна открытого материкового моря, абразионной террасы «нижнего», *7* – бенча-дна открытого материкового моря, абразионной террасы «верхнего» и *8* – бенча- пляжа, абразионной террасы «верхнего» уровней

Вмещающими породами (Рывеем) являются разнозернистые олигомиктовые песчаники, глинистые сланцы и алевролиты раннего карбона. На этих породах вдоль рудоносных зон тектонических разломов развиты линейные коры химического выветривания.

Минерализованные зоны дешифрируются на выположенных водоразделах и склонах гор в виде узких (первые метры–десятки метров) линейно вытянутых затундрованных (заболоченных депрессий, с «пятнами» мелкого щебенчато-суглинистого материала жёлтых, охристых тонов) с большим количеством дресвы и щебня кварца, сланцев, песчаников.

Строение погребённых россыпей и связь с КИ. В пределах прибрежных впадин выявлено несколько десятков россыпей. К наиболее значительным по масштабу россыпной золотоносности можно отнести погребённые россыпи Рывеем (Валькарайская впадина), Чаанай (Чаунская впадина) и Пеньельхин (Ванкаремская впадина). Россыпи залегают на глубинах от 20 до 120 м, средние содержания на пласт от 0,4 до 6,7 г/м^3; средние содержания золота на участке При-

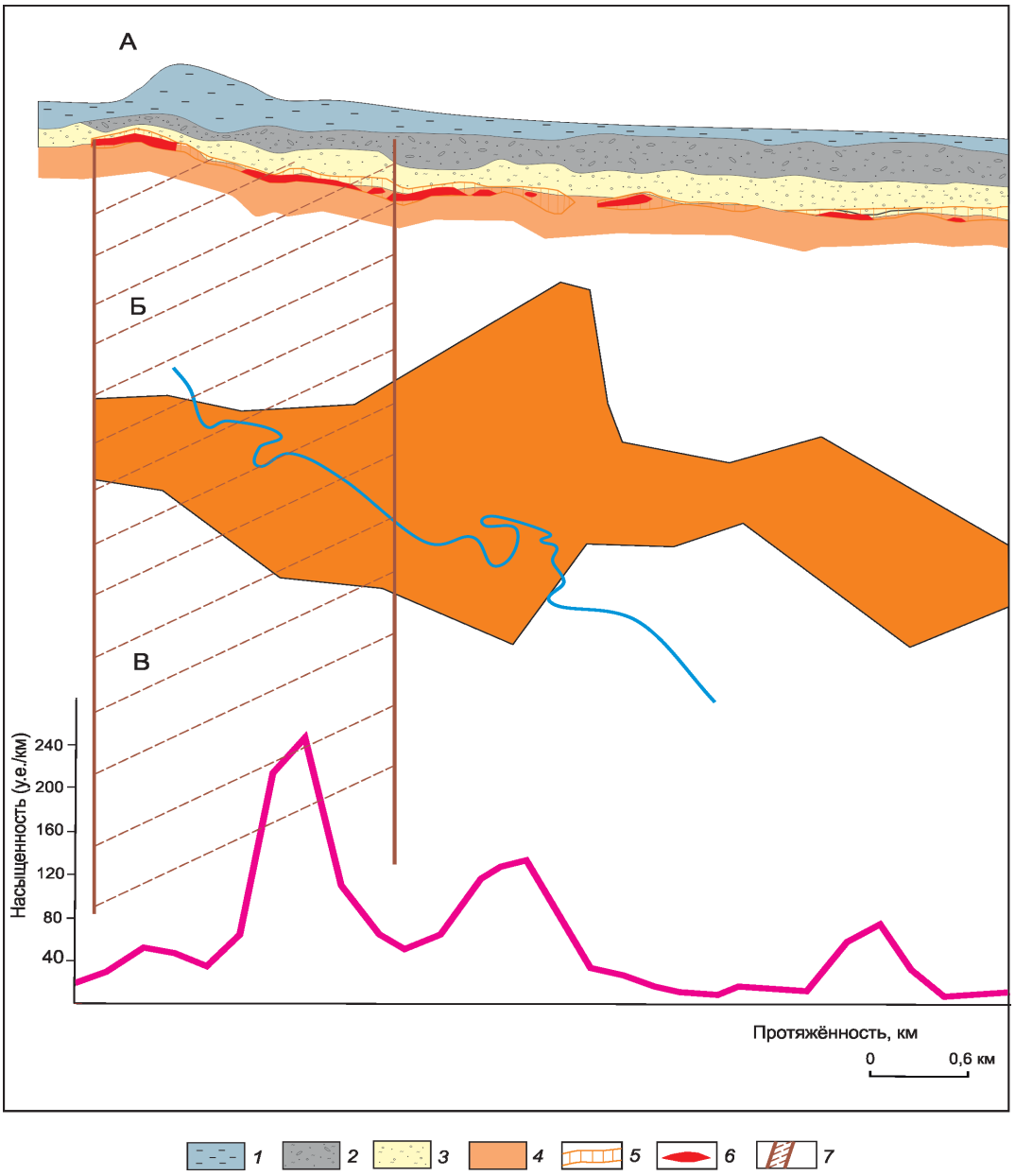


Рис. 5. Продольный профиль (А), морфология (Б) и распределение линейной продуктивности (В) россыпи Рывием (участок Основной). *По материалам П.О.Генкина, А.Г.Беккера, К.В.Кистерова, 1973*:

1–3 – отложения: *1* – льдистые, *2* – галечно-гравийные с песчано-глинистым и *3* – песчано-гравийные с глинистым и илистым заполнителем; *4* – контур плотика; россыпная золотоносность: *5* – с непромышленными и *6* – промышленными содержаниями; *7* – зона тектонического уступа и её проекция на план и график продуктивности россыпи

брежный (россыпь Рывеем) 81,2 г/м^3 (по отдельным пробам до 850 г/м^3). Средняя мощность пласта варьирует от 0,2 до 2,0 м, под погребёнными неотектоническими уступами увеличивается до 3–4 м, иногда наблюдается расщепление пласта на несколько пропластков, из которых верхний более продуктивный. По россыпи Рывеем в продольном направлении в сторону моря мощность пласта уменьшается от 1,8 до 1,0 м, а мощность торфов возрастает с 14 до 22 м.

Из россыпи Пеньельхин добыто более 7 т золота; по россыпи Чаанай разведано более 10 т золота (добыто более 2 т, отработка прекращена из-за сложных инженерно-геологических условий); наиболее крупным объектом является уникальная по своим параметрам

россыпь Рывеем (рисунки 3, 4), из которой добыто, по разным источникам, от 200 до 250 т металла (суточный съём металла доходил до 200 кг), остаточные запасы составляют около 7,5 т, добыча металла на россыпи продолжается до настоящего времени. Золото в россыпи крупное (средний размер по разным участкам 2–5 мм) с самородками 1,5–2 кг.

Наиболее золотоносными (россыпь Рывеем) являются плиоцен-нижнеплейстоценовые отложения (участки Рывеем (Основной), Дикое озеро, Зеленый, Прибрежный). Золото в аллювиальных отложениях распределено весьма неравномерно (гнездовой характер распределения), значения вертикального запаса в пробах на расстоянии 10–15 м могут отличаться на 2–4 порядка. Пласт занимает приплотиковое положение (мощность от 0,4 до 2,2 м). Обогащённые участки в плане имеют форму изометричных и слабо вытянутых разобщённых пятен («ядра» повышенной золотоносности), они характеризуются поперечными размерами первые сотни метров и повышенной крупностью металла. К ним примыкают отдельные струи, местами четковидной формы, золотоносность в которых постепенно затухает по мере удаления от обогащённого участка. По россыпи Рывеем (участок Основной) в «ядре» повышенной золотоносности содержится около 40% запасов золота. По мнению Б.В.Рыжова, высокие содержания золота в пласте не обнаруживают явной приуроченности к каким-либо определённым пачкам аллювия или элементам рельефа. В то же время на разрезе (россыпь Рывеем, участок Основной) отчётливо видна приуроченность наиболее обогащённого участка к тектоническому уступу (высота уступа около 5 м; краевая часть Приморского разлома) в продольном профиле палеодолины (рис. 5).

Отмечается остаточный характер накопления металла: изометричная форма наиболее обогащённых участков, отсутствие закономерных изменений золота вдоль древней долины, приуроченность пласта к верхней части слабо смещённого элювия и нижней части «донной» фации аллювия; что позволило рассматривать их как слабо смещённую проекцию объёмного золотоносного тела коренного источника на субгоризонтальную поверхность. В то же время массовое опробование плотика показало убогий характер коренной золотоносности (за исключением единичных проб с содержаниями до 25 г/т), что, учитывая значительные параметры россыпной золотоносности, можно объяснить разрушением богатых частей рудных тел и их значительным эрозионным срезом либо тем, что продуктивные рудные тела находятся в стороне и пока не обнаружены (по материалам Ю.П.Казакевич, Б.В.Рыжова, 1975).

С учётом длительной многоэтапной истории формирования россыпей представляется также, что значительную роль в их образовании сыграли такие факторы, как положение на границе двух крупных морфоструктур: горного приподнятого обрамления (области сноса) и приморской впадины (области аккумуляции), а также своеобразие неотектонического развития области погружения, которое заключается в наличии нескольких денудационно-эрозионных циклов, каждый из которых включал следующие этапы:

1) поднятия на фоне общего погружения (донная эрозия);

2) периоды стабилизации (переход от донной эрозии к боковой);

3) опускания (консервация образованных россыпей).

При наиболее благоприятных обстоятельствах, обусловленных малоамплитудными дифференцированными неотектоническими движениями, в пределах отдельных блоков могли быть созданы предпосылки для многократного перемыва и проекции по-разному ориентированных элементарных россыпей (обусловленных различными направлениями палеодолин) на коренной плотик прибрежной низменности с образованием изометричных в плане обогащённых участков. В дополнение к этому следует добавить влияние морских трансгрессий и регрессий, которые могли по-разному влиять на формирование россыпей: консервировать их под чехлом морских отложений, разрушать в процессе формирования абразионной платформы, перемывать и изменять морфологию россыпи при образовании палеопляжа.

Выделение перспективных участков с благоприятным для формирования россыпей неотектоническим режимом развития на обширных пространствах прибрежных равнин с выровненным современным рельефом и весьма неравномерно (но в целом) слабоизученным палеорельефом является непростой задачей. В самом общем виде можно предположить, что наличие таких участков возможно в пределах наиболее мобильных областей, приуроченных к погребённым и полупогребённым сводам и зонам тектонических уступов.

Прогнозно-поисковые предпосылки выявления погребённых россыпей прибрежно-морских равнин Чукотки. С учётом вышеизложенных особенностей строения и формирования погребённых россыпей прибрежно-морских равнин к основным прогнозно-поисковым критериям и предпосылкам их прогнозирования можно отнести следующие:

1. *Магматические.* В пределах рассматриваемой территории выделяют следующие основные магматические комплексы, выходящие на уровень эрозионного среза:

- интрузивы габбро и габбро-диабазов, имеющие триасовый возраст;
- лейкократовые и биотитовые граниты раннемелового возраста слагают неправильные тела пластообразной формы, реже штоки, дайки; с породами комплекса парагенетически связывается золото-серебряное и ртутное оруденение;

• субвулканические образования раннемелового возраста представлены незначительными по размерам штокообразными телами.

В центральной части Рывеемской площади по локальному минимуму гравитационного поля фиксируется невскрытая интрузия гранитоидного состава (предполагаемая глубина залегания 200–400 м).

Важное прогнозное значение придаётся рудоносным интрузивно-купольным структурам, связанным с вертикальными движениями, возникающими при внедрении интрузивного массива в пологозалегающие осадочные толщи. Небольшие гранитоидные массивы периода ранне-позднемеловой тектономагматической активизации представляют собой своеобразные вулканокупольные структуры, в центре которых располагаются интрузивные массивы, окружённые останцами вулканических покровов, некками и экструзивными телами, полями даек кислого, основного и среднего составов. В плане они имеют округлую или удлинённую подошвообразную форму и вытянуты вдоль зон разломов. В интрузивно-купольных структурах отмечается своеобразная рудная зональность: по мере приближения к интрузиву эпитермальное золото-серебряное оруденение сменяется мезотермальным золото-сульфидным вкрапленным и серебро-полиметаллическим, а в непосредственной близости к массиву располагаются более глубинные касситерит-сульфидные, касситерит-кварцевые и вольфрамит-кварцевые рудные тела [3].

2. *Структурно-тектонические*. Все месторождения и рудопроявления золота пространственно связаны крупными антиклинальными структурами мезозоид. Размещение антиклинальных структур контролируется зонами продольных по отношению к складчатости глубинных разломов, что обуславливает группировку золоторудных объектов в северо-западном направлении. Наиболее благоприятными участками для размещения коренных и россыпных месторождений золота являются узлы пересечения продольных и поперечных разломов глубокого заложения, расположенных в краевых частях антиклинальных поднятий, где интенсивно проявлен магматизм раннемелового возраста.

3. *Морфоструктурный*. Погребённые россыпи расположены в пределах морфоструктур с прерывисто-нисходящим разноамплитудным режимом развития, в ходе которого при преобладающем погружении территории отмечаются этапы небольших поднятий. В наиболее благоприятных обстановках (зоны тектонических уступов различной протяжённости и амплитуды) происходило полное или частичное совмещение в вертикальных разрезах разновременных золотоносных пластов и формирование высокопродуктивных участков. Такой характер неотектонических движений способствует сохранению реликтов линейных кор выветривания и формированию на них золотоносных пластов повышенной мощности.

Значительные мощности перекрывающих отложений, отсутствие связи современной гидросети с палеорельефом делают поиски погребённых россыпей в пределах прибрежно-морских равнин весьма дорогостоящим мероприятием с неоднозначными перспективами и результатами. На Рывеемской россыпи бурение по профилям сначала вкрест предполагаемой палеодолины, затем вкрест древней береговой линии привели к тому, что в итоге площадь россыпного поля оказалась покрыта сетью скважин прямоугольной и ромбической формы. Поэтому на начальных стадиях поисковых работ важной задачей является разработка критериев и признаков локализации перспективных участков. На первой стадии предлагается выделить все установленные минерализованные зоны, уходящие под чехол рыхлых отложений, ранжировать их по степени перспективности и по возможности проследить продолжение в пределах прибрежно-морских равнин. При этом необходимо использовать результаты морфоструктурного анализа и данные дистанционной съёмки земной поверхности. Значительную помощь при трассировании рудоносных россыпеобразующих структур может оказать высокоточный метод космического радиолокационного зондирования, который основан на применении дифференциальной интерферометрии, выполняемой в дециметровом диапазоне волн с применением радаров ALOS PALSAR [11]. Метод применяется при выделении палеодолин, погребённых террас, бассейнов палеоозёр, карстовых полостей, скрытых под чехлом рыхлых отложений тектонических нарушений, поясов даек и жильных образований, экзоконтактов интрузивных тел.

Для локализации и ранжирования предварительно выделенных площадей необходимо выполнить комплекс геофизических и, возможно, нетрадиционных для поисков россыпей геохимических работ. В последние годы широкое развитие наряду с традиционным вертикальным зондированием получает метод трёхмерной электротомографии [12], позволяющий создавать объёмную геоэлектрическую модель участка и в ряде случаев определять мощность продуктивных отложений и выделять локальные углубления и уступы в плотике.

Использование геохимических методов может быть оправдано в связи с появлением ореолов тонкодисперсного золота в глинистых отложениях, перекрывающих золотоносный пласт, который образуется в результате абразионных процессов в прибрежно-морской зоне [13]. Также определённый интерес представляют новые геохимические методы, которые могут быть применены при поисках погребённых россыпей. Например, бриогеохимический метод [4], основанный на использовании бактериологического барьера в бриофитах (bryon – мох), отличающегося высокой концентрирующей способностью. Выделенные на этом

барьере аномалии над погребёнными россыпями (глубина 40–50 м) достигают нескольких десятков геофонов. Выделяемые аномалии, по данным авторов метода, являются вертикальной проекцией контура источника металлов. Опытно-методические бактериально-геохимические работы проведены на разведанных россыпях Амурской области, Енисейского кряжа и в Ленском районе.

Только после локализации перспективных площадей на основе металлогенического и структурно-геоморфологического анализа, обработки результатов геофизических (геохимических) работ следует переходить к обоснованию расположения, формы и параметров поисковой сети буровых скважин. В том случае, если удаётся достаточно чётко проследить контур погребённой долины, оправдано применение традиционного профильного бурения вкрест её простирания. Если же данных для её оконтуривания недостаточно (или полученные данные противоречивы), то целесообразно рассмотреть возможность применения прямоугольной (ромбической) сети с постепенным сгущением в пределах наиболее перспективных участков.

В заключение следует отметить, что в наступивший период истощения богатых и относительно легкодоступных мелкозалегающих россыпей слабо и в недостаточной степени изученные и опоискованные прибрежно-морские низменности Арктического побережья России представляют поисковый интерес в качестве потенциальных коллекторов крупных погребённых россыпных объектов. Однако поиски их сопряжены со значительными затратами, а традиционные методические подходы, используемые при поисках долинных россыпей, не вполне применимы. В связи с этим актуальной является постановка вопроса о проведении опытно-методических работ в пределах хорошо изученных объектов, усовершенствовании на их основе методических подходов и прогнозно-поисковой модели. Отдельным этапом должно быть выделение на основе металлогенического, структурно-геоморфологического анализов, результатов ранее выполненных геологоразведочных работ перспективных площадей и проведение в их пределах опережающих дистанционных, геохимических и геофизических работ с учётом данных, полученных в ходе опытно-методических работ и на основе усовершенствованной прогнозно-поисковой модели.

Выполненные опережающие работы позволят ранжировать площади по степени их перспективности и локализовать первоочередные участки, наиболее близкие к эталонным площадям, для проведения большеобъёмного и дорогостоящего поискового бурения.

Следует также отметить, что усовершенствованные методические подходы будут полезны для оценки погребённых россыпей в пределах широкого спектра геолого-геоморфологических условий: межгорные впадины, грабен-долины, эрозионно-тектонические депрессии и др. В качестве примера можно привести слабоизученные на погребённые россыпи перспективные площади: прибрежная зона бухты Шхиперова (Шхиперовский россыпной узел), Кейтеванская площадь (побережье лагуны Внутренняя), Верхне-Берелехская, Малык-Сиенская, Талонская неотектонические впадины – Магаданская область (А.Д.Генкин, Ю.Р.Беккер, 1973); Удыль-Кизинская, Орельская, Усольгинская впадины на Нижнем Амуре; Поронайская (Лангерийский золотоносный узел) – Сахалин [10]; Пенжинская впадина (Камчатка); грабен-долина р. Няндонь – западный фланг Байкальской рифтовой зоны (О.С.Набровенков, Н.М.Риндзюнская, 1982) и ряд других площадей, слабоовлечённых в ГРР предшествующих периодов из-за наличия более легкодоступных мелкозалегающих россыпей, к настоящему времени в значительной степени отработанных.

Изучение золотоносности и поиски крупных россыпных объектов в пределах приморских арктических депрессий Чукотки (а также в пределах депрессионных зон других золотоносных регионов) – актуальная задача, требующая разработки усовершенствованных методических подходов для её решения с учётом имеющегося опыта и новых дистанционных, геофизических и геохимических поисковых методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Волков А.В., Галямов А.Л., Сидоров А.А.* Проблемы освоения минеральных ресурсов Арктики (на примере Чукотки и Аляски) // Арктика: экология и экономика. 2018. № 4 (32). С. 4–12.
2. *Волков А.В.* Вопросы освоения ресурсных регионов Арктики на примере Чукотки и Аляски // Золото и технологии. № 3. 2018. С. 126–134.
3. *Волков А.В., Сидоров А.А.* Особенности золото-оловянных и золото-вольфрамовых рудных узлов Чукотки // Руды и металлы. 1999. № 1. С. 30–32.
4. *Загоскин С.В., Доничев А.В.* Бриогеохимический метод поисков россыпей золота // Золотодобыча. 2018. № 9. С. 34–35.
5. *Казаринов С.Л.* Морфоструктурный анализ при поисках погребенных россыпей на низменном арктическом побережье Центральной Чукотки // Колыма. 1983. № 4. С. 23–27.
6. *Казаринов С.Л., Ларионов Я.С.* Седиментационные циклы и этапы россыпеобразования в кайнозое (на примере Чаун-Чукотки) // Этапы формирования и коренные источники россыпей. Тр. ЦНИГРИ. Вып. 172. 1982. С. 65–69.
7. *Лаломов А.В., Бочнева А.А., Чефранов Р.М.* Россыпные месторождения Арктической зоны России: современное

состояние и пути развития минерально-сырьевой базы // Арктика: экология и экономика. 2015 № 2(18). С. 66–72.
8. *Леонтьев О.К., Тараканов Л.В., Фотеева Н.И.* О перспективах и типах россыпной металлоносности арктического побережья Северо-Востока СССР // Геоморфология. 1976. № 1. 1976. С. 31–40.
9. *Лопаткина И.В.* Особенности строения и генезиса погребенных россыпей золота // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1984. №5. С. 122–125.
10. *Малтизов А.Г.* К методике поисков и разведки погребенных россыпей золота на Дальнем Востоке // Этапы формирования и коренные источники россыпей. Тр. ЦНИГРИ. Вып. 172. 1982. С. 85–89.
11. *Миронов А.А.* Дистанционный метод оценки перспектив россыпной золотоносности // Золотодобыча. 2018. № 10. С. 33–35.
12. *Оленченко В.В., Осипова П.С.* Обоснование применения метода электротомографии на поисково-разведочной стадии работ на россыпное золото аллювиальных россыпей // Золотодобыча. 2018. № 9. С. 38–42.
13. *Петров О.П.* Роль абразии в преобразовании золотоносных россыпей арктического побережья Центральной Чукотки // Колыма. № 3. 1978. С. 42–44.
14. *Структурно-геоморфологические* и палеогеографические предпосылки формирования россыпей золота прибрежной Раучуанской равнины / Н.Г.Патык-Кара, К.С.Воскресенский др. // Этапы формирования и коренные источники россыпей. Тр. ЦНИГРИ. Вып. 172. 1982. С. 57–64.
15. *Тараканов Л.В.* Сетевые поиски россыпей золота и олова, погребенных на равнинах // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1980. №7. С. 62–66.
16. *Тараканов Л.В.* Поиски аллювиальных россыпей на равнинах Севера с помощью реконструкций поверхности едомы // Геоморфология. № 1. 1976. С. 31–40.
17. *Тараканов Л.В., Терентьев В.Б.* Геологические предпосылки интенсификации поисков погребенных россыпей на арктических равнинах и шельфе // Известия высших учебных заведений Геология и разведка. 1988. № 2. С. 103–107.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Плата с авторов за публикацию (в том числе с аспирантов) не взимается. Гонорар не выплачивается. Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым предоставляет редакции право на ее опубликование в журнале и размещение в сети «Интернет».

Направление в редакцию работ, опубликованных ранее или намеченных к публикациям в других изданиях, не допускается.

По всем вопросам, связанными со статьями, следует обращаться в редакцию по тел. +7 (495)315-28-47, E-mail: ogeo@tsnigri.ru

Адрес редакции: 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1