

ТЕРРИГЕННЫЕ ТРЕТИЧНЫЕ ЗОЛОТОНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ: МИРОВОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ И РОЛЬ В СОВРЕМЕННОМ РОССЫПЕОБРАЗОВАНИИ

О. В. Владимирцева^{*,1}, А. В. Лаломов¹, А. М. Прасолов^{1,2} и С. Ю. Орлов³

¹ Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), Москва, Россия

² Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), Москва, Россия

³ Общество с ограниченной ответственностью «Наранкай», Москва, Россия

* **Контакт:** Ольга Владимировна Владимирцева, olga_9_4@mail.ru

Статья посвящена оценке значимости золотоносных третичных терригенных отложений в мировой золотодобыче и выявлению характерных особенностей локализации связанных с ними месторождений. Целью данной работы является апробация предположения, что в формировании значительной части четвертичных россыпей, расположенных в пределах или вблизи границ кайнозойских осадочных бассейнов, главную роль может играть размыв и перемыв третичных промежуточных коллекторов. Проведено сопоставление локализации известных россыпных объектов с площадями распространения третичных бассейнов (современного и реконструируемого) и коренными источниками рудного золота. Современные россыпи, не имеющие вблизи значимых коренных источников, часто сконцентрированы в долинах в пределах низко- и среднегорных поднятий, окаймляющих третичные бассейны разного ранга (океанические, континентальные, межгорные). Можно рассматривать их золото, как «спроецированное» на современный срез за все время кайнозойского развития долин-притоков бассейнов. В работе представлены морфоструктурные схемы для Мира и наиболее представительно изученных в отношении третичной золотоносности регионов с вынесением на них известных площадных, линейных и точечных золотороссыпных объектов. Рассмотрена вероятность обнаружения новых месторождений такого типа в России и в Море.

Ключевые слова: терригенные третичные отложения, палеоген, неоген, орогенез, осадочные бассейны, россыпи, промежуточный коллектор, золото.

Цитирование: Владимирцева О. В., Лаломов А. В., Прасолов А. М. и Орлов С. Ю.

Терригенные третичные золотоносные отложения: мировое распространение, промышленная значимость и роль в современном россыпееобразовании // Russian Journal of Earth Sciences. — 2025. — Т. 25. — ES5025. — DOI: 10.2205/2025es001030 — EDN: RJPTWN

Введение

Поиски рудных месторождений полезных ископаемых по распределению фиксируемой в отложениях современных водотоков шлиховой и россыпной минерализации — один из разделов поисковой геологии, имеющий богатое теоретическое и практическое обоснование [Нестеренко, 1991]. В то же время исследование взаимосвязей россыпной золотоносности и первичных для неё источников в рамках поисковых и тематических работ нередко ставит перед геологами проблему практического отсутствия в бассейне питания водотоков, содержащих кластеры промышленных россыпей, не только месторождений, но и значимого количества проявлений рудного золота. Зачастую в таких ситуациях источником россыпной золотоносности могут являться промежуточные коллекторы [Кренделев, 1974], которые содержат обломочное и самородное золото, тонкое и коллоидное золото, «контейнерное» золото [Глухов и др., 2007] в минеральных сростках и обломках горных пород. Они могут не только питать россыпи золота, но и сами вмещать промышленно значимые объекты.

<https://elibrary.ru/RJPTWN>

Получено: 26 ноября 2024 г.

Принято: 30 июля 2025 г.

Опубликовано: 16 декабря 2025 г.



© 2025. Коллектив авторов.

Одними из самых продуктивных для четвертичного россыпеобразования и наиболее широко распространённых в мире промежуточных коллекторов являются терригенные толщи в составе отложений палеогенового и неогенового (третичного) возраста. В ряде случаев они формируют вместе с ассоциирующими с ними четвертичными россыпями, так называемые «гигантские россыпи» (giant placers – англ.).

Третичный период – термин, характеризующий большую часть кайнозойской эры, а именно объединённое палеогеновое (66–23 млн лет) и неогеновое (23–2,6 млн лет) время. Впервые, в 1759 г. термин «Третичные отложения» был предложен Джованни Ардуино, который исследуя геологическое строение гор и равнин северной Италии (переход от Альп к Венецианской равнине), разделил наблюдаемые им комплексы пород на четыре возрастно-генетических группы: первичные (допотопные), вторичные (потопные), третичные (послепотопные) и четвертичные (вулканические) [Gibbard, 2019].

Несмотря на отход от термина «третичные» в большинстве отечественных и зарубежных стратиграфических работ и продолжающуюся научную полемику по уместности и необходимости его использования [Knox et al., 2012], определение «третичные» (tertiary – англ.) в настоящее время является устоявшимся в зарубежной литературе, посвящённой как тектонике и магматизму кайнозойского времени, так и, что особенно важно в контексте настоящей работы – россыпной золотоносности отложений данного интервала. Данное разночтение обуславливается в первую очередь тем, что в мире «третичные терригенные отложения» (далее – ТТО) рассматриваются как самостоятельная россыпепродуктивная формация, в России же систематизированного подхода к данному вопросу на сегодня нет.

К ТТО и связанным с ними россыпям были приурочены добыча золота в Средиземноморье в античные и средневековые времена, масштабные золотые лихорадки XIX–XX веков (Калифорнийская [Christensen et al., 2015], Австралийская (штат Виктория), Новозеландская (район Отаго на юге Новой Зеландии) [Craw, 2010, 2013; Craw et al., 2023]. Также, в определённой части с ними связаны Клондайкская на Юконе, Южно-Сибирская, Нижне-Амурская и Алданская лихорадки в России.

В России крупнейшими и наиболее изученными третичными палеороссыпными объектами являются полигенные палеороссыпи Зауральского пенеплена [Сигов, 1969], а также палеороссыпи приразломных впадин Приамурья (детально изученные А. П. Сорокиным [Сорокин, 1990] и А. П. Ван-Ван-Е [Ван-Ван-Е, 2012]). В целом в Приамурье из россыпей различных типов было добыто 1100 тонн золота [Степанов и Мельников, 2022].

Известные промышленные третичные палеороссыпи кайнозойской прибрежно-шельфовой зоны на Северо-Востоке России по масштабам меньше Зауральских и Приамурских. Наиболее изученные объекты уже в значительной степени отработаны на текущий момент. Это Куларский [Borodyanskiy and Miller, 1970] золотоносный район (олигоцен-неоген) в Якутии в низовьях реки Яна [Патык-Кара, 2008] (добыто 155 т золота) и Рывеемское россыпное поле (плиоцен) на Чукотке [Агибалов, 2019] (добыто 250 т золота).

В России и в Мировом сообществе существует также ещё большое количество менее изученных объектов такого типа и существуют перспективы обнаружения новых.

Актуальность работы

Существуют расчёты [Loen, 1992], что от 50 до 90% исходного рудного золота, вымытого из коренных пород, не улавливается россыпями ближнего сноса, а транспортируется водными потоками дальше. Судьба золота уносившегося из зоны ближнего гравитационного осаждения богатых золоторудных провинций и «утраченного для россыпей» в контексте длительности третичного времени (~ 65 млн лет) и неоднократного перемывания и переотложения терригенного материала является предметом обсуждения данной работы. Частично, судьба этого золота освещается в работах по золоту песчано-гравийных отложений [Наумов и др., 2012; Viladevall et al., 2006], а также россыпей с мелким и тонким золотом [Кардаш, 2008; Кунгурова, 2022; Литвиненко, 2008].

Учитывая, что обломочное золото не может полностью быть вынесено в глубокие океанские котловины, и не может быть каким бы то ни было путем «аннигилировано», можно ожидать концентрацию значительной части этого золота в сохранившихся от размыва периферических частях кайнозойских осадочных бассейнов (в их современной конфигурации) и в виде «спроецированных» россыпей. Важен вопрос выявления неизвестных скоплений такого типа золота и оценка их экономической значимости, что подчёркивается в настоящее время многими авторами [Кунгурова, 2022; Литвиненко, 2008; Прудников, 2014; Третьяков и др., 2020], на основе изучения локальных объектов и регионов.

Мировое распространение третичных коллекторов и характер их изученности

Обобщения по россыпям, сформированные на основе анализа материалов по отдельным регионам [Билибин, 1955; Гольдфарб, 2009; Казакевич, 1972; Шило, 2002] обычно рассматривают только некоторые третичные палеороссыпи изучаемых районов, наиболее связанные генетически с позднечетвертичными. Данные обобщения также не выделяют третичную золотоносность в отдельный объект изучения.

Исследователи из США и Новой Зеландии, создавшие множество фундаментальных работ посвящённых самым разным аспектам третичной золотоносности собственных объектов, в своих обобщениях [Christensen et al., 2015; Craw et al., 2023; Henley and Adams, 1979; Leckie and Craw, 1995; Loen, 1992] ограничиваются преимущественно областью Тихоокеанского кольца (т. е. областями с преимущественным развитием мезозойской орогенной золотоносности) и практически не рассматривают евроазиатские и африканские примеры таких объектов.

В СССР и в России были созданы фундаментальные обобщения по россыпям и палеороссыпям, металлоносным конгломератам для всего мира [Ивенсен и др., 1969; Константиновский, 2000; Кренделев, 1974; Патык-Кара, 2008; Patyk-Kara, 1999]. Эти обобщения тем не менее рассматривают лишь отдельные проявления третичной золотоносности, уделяя основное внимание более древним россыпям (в том числе докембрийским).

Если погружаться в историю развития отечественной россыпной науки, то один из её основоположников Ю. А. Билибин [Билибин, 1955], открывая в 20–30-х гг. XX века Колымскую золотороссыпную провинцию, акцентировал своё внимание именно на богатых четвертичных россыпях, считая, что содержания золота в дочетвертичных осадочных породах «ничтожны», и не рассматривал в качестве «ископаемых россыпей» третичные отложения.

Колымской же россыпной провинции посвящено большинство работ Академика Н. А. Шило, который также концентрировался преимущественно на исследованиях четвертичных россыпей. В его завершающем фундаментальном обобщении «Учение о россыпях» [Шило, 2002] (и в более ранних работах) уделялось мало внимания палеороссыпям и промежуточным коллекторам. Фактически из известных объектов с третичной золотоносностью [Шило, 2002] рассматриваются лишь Рывеевское месторождение на Чукотке, Исовский район на Урале и россыпи штата Виктория (Австралия), при этом остаётся без упоминания принципиальная роль золотоносных образований третичного возраста в их строении.

И Ю. А. Билибин, и Н. А. Шило строили модели и гипотезы, опираясь главным образом на пример уникальной Колымской золотоносной провинции, где, бесспорно, при необычайном богатстве и большом количестве позднечетвертичных аллювиальных россыпей, палеороссыпная золотоносность третичных отложений экономически отходит на второй план. Однако, накопленная к сегодняшнему дню информация о золотоносности терригенных третичных комплексов, вероятно, сможет дополнить классические отечественные модели россыпеформирования.

Следует отметить, что третичные золотоносные отложения в отличие более древних, развиты на Земном шаре повсеместно: от полярных широт до экватора, встречаются на всех континентах (кроме Антарктиды, где их существование также можно

предполагать под ледниками и на шельфе), имеют тот же широкий спектр обстановок формирования, как и современные россыпи (от высокогорных ледниковых до прибрежно-морских и шельфовых). Их всестороннее изучение может дать новые пути решения дискуссионных вопросов и для древних палеороссыпей, и для теории россыпеобразования в целом.

Помимо золота, ТТО включают и другие полезные ископаемые, характерные для россыпей: олово, титан, цирконий, МПГ, РЗЭ. Например, как отмечалось Н. Г. Паттык-Кара [Паттык-Кара, 2008], значительный потенциал оловороссыпных месторождений приурочен к палеогеновым и неогеновым отложениям северо-восточного шельфа России. Но, так как именно золото исторически является наиболее широко распространенным в мире объектом россыпной добычи, оценить значимость ТТО для россыпеобразования в планетарном масштабе будет наиболее представительно на основе анализа золотоносных объектов. Текущее состояние изученности вопроса ставит задачу создания специального обобщения именно для третичных промежуточных коллекторов золота (включающего третичные палеороссыпи), как объектов, слагающих, по сути, современную живую «россыпную сферу» Земли.

В настоящее время необходим систематизированный подход к изучению третичных отложений как в отношении их роли в четвертичном россыпформировании, так и как к носителю собственного генетического типа третичное золото (tertiary gold). В первую очередь, необходимо обобщение значительного накопленного в настоящее время мирового массива данных по третичной золотоносности с выявлением закономерностей локализации разномасштабных объектов и их разбраковки. Наличие общей схемы распространённости таких объектов относительно морфотектонического и климатического районирования, позволит прогнозировать обнаружение подобных золотороссыпных узлов по принципу аналогии и сочетания необходимых и достаточных условий для их существования.

Методика поиска и анализа литературных источников

Выявление объектов

Главной целью работы является апробация предположения, что формирование позднечетвертичных россыпей вблизи положительных морфоструктур кайнозойских орогенов и платформенных сводов, связано в значительной степени с размывом и перемывом третичного коллектора, т. е. с переотложением золота, накопленного в осадочных толщах в течение всего третичного времени. Непосредственный размыв коренного субстрата, содержащего рудное золото в различных концентрациях в большинстве случаев имеет подчинённое значение в формировании россыпной золотоносности.

Так, ещё в прошлом веке, на основе изучения Кузнецкого Алатау, Алтая и Калбинского хребта Г. В. Нестеренко с соавторами [Нестеренко и др., 1969] пришли к выводам о том, что большинство современных (средне-верхнечетвертичных) россыпей этих районов являются переотложенными в результате переработки аллювиальных россыпей плиоцен-нижнечетвертичного возраста, не исключая, что и они в свою очередь сами являются результатом переработки ещё более древних палеогеновых и меловых аллювиальных россыпей.

И. С. Литвиненко [Литвиненко, 2008] отмечалось, что наиболее оптимальные условия высвобождения и концентрации тонкого золота в иллювиальных и аллювиально-остаточных россыпях на Северо-Востоке России существовали в палеоген-миоценовое время, а в дальнейшем произошло преобразование этих россыпей в ходе склоновых и аллювиальных процессов.

В принципе данные заключения можно распространить и на другие золотороссыпные районы, расположенные на периферии третичных бассейнов и на детритовое золото в целом.

В силу отсутствия специального обобщения о «третичном золоте» авторы изначально не имели сведений о значительном числе вынесенных на схему (рис. 1) объектов, и провели поиск тематических научных рецензированных статей в сети

интернет, а также поиск по ссылкам в имеющихся обобщающих работах. Проведён поиск опубликованных трудов, посвящённых третичным коллекторам и россыпям в пределах кайнозойских морфоструктур различного масштаба. Были проведены локализация наиболее изученных и подходящих для апробации предположения регионов; анализ положения известных рудных и россыпных объектов относительно площадей распространения третичных бассейновых отложений (современного и реконструируемого). В выборку включались работы, посвящённые выявленным связям россыпного и коллекторного золота, а также позволяющие реконструировать таковую на основе геологической ситуации, данных о морфологии и химическом составе золотин. Работы по четвертичным россыпям, содержащие выводы о подтверждении гипотезы о ведущей роли коренного золота для формирования конкретной россыпи, но позволяющие предполагать участие промежуточного коллектора в их формировании на основании вышеизложенных факторов, также использовались нами в выборке.

Как правило, рассматривая возможные источники золота для четвертичных россыпей, отдельные исследователи стараются привлечь в их качестве ближайшие выступы кристаллического или покровно-складчатого фундамента, где присутствует или может присутствовать коренное золото. Не отрицая принципиально «вклада коренных источников» в каждом конкретном случае, мы считаем, что объяснение формирования и локализации значительной части россыпных объектов возможно с участием «перемытого третичного коллектора».

На основе изучения массива литературных данных нами была составлена схема мирового распространения третичной золотоносности (рис. 1) и были выделены макрорегионы и регионы с наиболее представительной изученностью россыпной золотоносности, подходящие для анализа соотношений современных россыпей с положением третичных бассейнов. Таковыми являются макрорегион северного континентального обрамления Тихого Океана (Запад Северной Америки и Дальний Восток России) и регион, охваченный альпийским орогенезом в Западной Европе. Для этих территорий также были составлены морфоструктурные схемы с вынесением на них известных площадных, линейных и точечных золотороссыпных объектов. Был проведён анализ их соотношений с источниками рудного золота в пределах разновозрастных орогенов и на выступах срединных массивов и соотношений с положением третичных бассейнов.

Оценка изученности объектов

Несмотря на обилие выявленных третичных золотоносных толщ и их россыпей, изученность этих проявлений и месторождений крайне неравномерная. Так, хорошо изучены объекты, представляющие исторический (знаменитые золотые лихорадки) или историко-культурный интерес (памятники древней золотодобычи), но уже не играющие существенной роли в современной промышленной золотодобыче. Это Las Medulas (Испания) [Pérez-García et al., 2000], White gravel Юконского золотороссыпного кластера, включающего знаменитый Клондайк [Lowey, 2006], Nevada County Gravel gold в золотороссыпном районе в обрамлении бассейна Great Valley (Калифорния, США [Christensen et al., 2015; Lindgren, 1911]), Паданская долина (Италия) [Fantoni et al., 2016; Pipino, 1989]).

Некоторые известные промышленные объекты, неоднократно попадавшие в россыпные обобщения (Кулар, Рывеем) и теоретически также способные при соответствующем изучении морфологии и состава золота стать эталонными объектами «tertiary gold» мирового масштаба при условии их научного изучения на современной технической базе, уже в значительной степени отработаны и законсервированы.

Для части объектов существуют лишь историко-археологические работы, рассматривающие древнюю золотодобычу в контексте первичного происхождения золота археологических артефактов и ювелирных изделий. Ещё часть объектов зафиксирована в виде упоминаний в обобщениях середины прошлого века: [Вернадский, 1955; Максимов, 1977].

Крупные макрорегионы, страны и даже континенты (Африка, Индия, Китай) в ряде случаев обнаруживают только единичные опубликованные работы, упоминающие о россыпеобразовании связанном с третичными коллекторами. В то же время исходя из истории золотодобычи, общей геологической картины и развития россыпной золотоносности на смежных и сходных по физико-географическим условиям территориях, оно несомненно должно там присутствовать. Иногда удаётся обнаружить данные о современной старательской активности в интересующих нас регионах [Grayson, 2007; Hilson et al., 2021], но без сведений о морфологии золота и условиях его локализации.

Были выявлены россыпные объекты, которые могли быть сформированы при участии третичного коллектора, исходя из предположения, что значительная часть «покровных» четвертичных отложений фактически является по большей части продуктом не длительного размыва подстилающих их разнообразных литифицированных пород, а быстрого перебива легко размываемых третичных отложений.

Характерным примером является ситуация севера полуострова Таймыр и острова Большевик (архипелаг Северная Земля). Все ручьи и реки острова Большевик содержат россыпное золото (самые северные известные в мире россыпи), а его ежегодная добыча составляет до 500 кг [Волков, 2020]. При этом в большинстве случаев известные рудопроявления коренного золота расположены ниже по течению рек относительно основных участков россыпей золота, тяготеющих к внутренней части острова. В. С. Зархидзе [Зархидзе, 1982] исследуя комплексы рыхлого чехла Северной Земли (о. Комсомолец) установил, что четвертичные осадки, содержат остатки пыльцы, которые распространены также в неогеновых отложениях межостровных проливов. Данные факты, вместе с высокой степенью окатанности россыпного золота и наличием по данным [Гавриш и Кузьмин, 2002] в долинах рек острова реликтов миоцен-плиоценовых золотоносных галечников, позволяют рассматривать в качестве основной россыпеформирующей формации в пределах островов Архипелага Северная Земля практически уничтоженные ныне на суше эрозией терригенные третичные отложения. Таким образом, промышленные россыпи острова Большевик с большой вероятностью являются «спроецированными» третичными. В работе [Гавриш и Кузьмин, 2002] также отмечено развитие золотоносности олигоцен-миоценовых валунных глин Северного Таймыра расположенного непосредственно южнее острова Большевик.

Генетические особенности терригенных третичных отложений и их распространение

В целом на Земле третичные отложения наиболее широко распространены на дочетвертичном срезе относительно прочих стратонов фанерозоя. Они выполняют осадочные бассейны различного масштаба, в разрезах которых могут сочетаться самые разные генетические образования: тонкие пелитовые отложения глубоководных бассейнов (периокеанических и внутриконтинентальных субокеанических), платформенные отложения (в том числе коры выветривания и песчаные отложения мелководных эпиконтинентальных водоёмов); грубообломочные молассовые отложения межгорных впадин, аллювиальные и старичные отложения палеodelьт, палеоэстуариев и палеорусел. Осадочные третичные комплексы, сформированные в области морского и океанского шельфа, иногда выведены на современную сушу вдоль современных береговых линий морей и океанов (рис. 1) в результате тектонических и эвстатических событий.

Следует отметить, что в пределах одного третичного бассейна в течение кайнозоя перечисленные обстановки могут менять друг друга в разрезе и по латерали, а отвечающие им осадочные формации могут попеременно служить источником вещества друг для друга в системе кайнозойских седиментационных потоков (sedimentary flow). Нередок и дуализм тектонической спецификации бассейнов, что отмечалось В. Е. Хаиным [Хаин, 2001]: так будучи межгорным для одного орогена, по простирацию бассейн может становится предгорным бассейном для другого (соотношения Паданской впадины с Альпами и Аппенинами), или переходить в глубоководный субокеанический бассейн (соотношения Рионской впадины и Восточной впадины Чёрного моря).

Часто по краям крупных бассейнов намечаются притоки – останцы палеорусел, впадавших в них водотоков, но примеры сохранения крупных палеоэстуариев и палеорусел в областях современного размыва редки. К таковым, например, можно отнести бассейн Лиман на Центральном массиве Франции, Окско-Донской прогиб на Воронежской антеклизе, останцы неогеновых рек в бассейне Волги и на северном склоне Алданского щита и др.

Значительную часть разреза третичных толщ в континентальных и периконтинентальных обстановках составляют терригенные отложения, что обусловлено общим геократическим характером кайнозойской эпохи [Хаин, 2001]. Формирование терригенных третичных отложений в пределах кайнозойской суши было обусловлено усиливающимся выводом в область денудации новых значительных площадей континентов вследствие тектонических активизаций на рубежах палеоцена, эоцена и олигоцена. Это связано и с проградирующим к северу раскрытием Атлантики и Евразийской котловины Северного Ледовитого Океана, и с общим понижением уровня моря. Общая регрессия происходила в том числе за счёт оледенения Антарктиды в олигоцене-миоцене [Carter et al., 2017; Pandey et al., 2021], а с конца миоцена и Арктики. Также в связи с многочисленными эпизодами складчатостей и тектоно-магматической активизации в кайнозое (ларамийская, пиринейская, эврикская, позднеальпийская и др.) происходило формирование и рост горных хребтов и локальных кряжей. Вследствие этого повсеместно формировались предгорные и межгорные бассейны, заполнявшиеся терригенным материалом смежных активно размываемых эрозий поднятий.

Часто осадочные бассейны рассматриваются только в рамках их сегодняшних, обусловленных эрозией, контуров, что методически неправильно. В результате отказа от реконструирования размывшихся частей бассейнов и их областей питания из анализа выпадают и вероятные источники терригенной кластики для них, которые важны в контексте миграции золота.

Все континенты и микроконтиненты обрамлены по периферии третичными бассейновыми или шельфовыми отложениями (рис. 1). Из этого следует, что краевые части этих бассейнов и их каналы питания (крупные палеореки и их притоки разного ранга) ранее затрагивали более широкие области внутри континентальных массивов.

Важно отметить, что третичные палеореки практически полностью уничтожены постоянно возобновляющимся и усиливающимся в кайнозое размывом. Размеры палеобластей питания можно оценивать только по общим реконструкциям величины среза и иногда сохранившимся в составе бассейнов дельтовым комплексам. Практическое отсутствие на выступах докайнозойского субстрата останцов каналов седиментационного транзита на водораздельных пространствах свидетельствует о том, что положение долин третичных палеорек и современных рек в большинстве случаев совпадает. То есть аллювиальные и террасовые комплексы этих палеодолин многократно формировались заново, размывались и перемывались в течение кайнозоя. Третичные отложения часто встречаются в перекрытых четвертичными отложениями тальвегах долин. Для изучения третичной золотоносности важно, что покров третичных отложений на континентах (включая область притоков палеобассейнов) изначально был гораздо шире и охватывал более широкие области, чем кайнозойские седиментационные бассейны в современных границах.

Современные внутриконтинентальные бассейны аккумуляции как правило имеют области питания порядково сопоставимые с ними по размерам (но чаще превышающие). Так, Волга – основной питающий канал для Каспийского моря, практически достигает своими северными притоками окрестностей Балтийского щита. Очевидно, что при трансгрессиях области питания бассейнов в целом сужались, но для наличия устойчивого сноса терригенной составляющей они должны были быть значительными по площади.

Сохранность участков третичных палеорек носит характер исключений и чаще всего обусловлена дополнительными факторами, например, наличием в районе мощной покрывки эффузивов, устойчивых к эрозии и предохраняющих терригенные толщ от

быстрого размыва (примеры – хребет Сьерра-Невада, Калифорния (США), покрывки эффузивов и повышенной степени литификации конгломератов (штат Виктория (Австралия)), что отмечалось в [Hughes et al., 2004]. Там же где бронирующих покрывок нет – третичные аллювиальные комплексы быстро размывались более поздними водотоками при изменениях базиса эрозии, и их материал вместе с детритным золотом смещался в седиментационном потоке ближе к депоцентру бассейна.

Геотектонические и морфоструктурные обстановки формирования ТТО

В мире известно несколько десятков рудно-россыпных и россыпных узлов и объектов, источником золота в которых с разной степенью обоснованности являются третичные отложения. Схема мирового распространения третичной золотоносности, составленная нами по опубликованным данным, отображена на рис. 1.

Выявленные россыпные узлы и объекты можно разделить на следующие группы по принципу движения от базиса эрозии (уровень океана) к наивысшим пунктам областей размыва: 1) россыпи области перехода океан-континент (континентальная периферия односторонних впадин шельфовых бассейнов и поднятия прибрежных островов в их составе); 2) россыпи интраконтинентальных бассейнов древних и молодых платформ; 3) россыпи предгорных и межгорных впадин орогенов; 4) россыпи горных хребтов и нагорий; 5) россыпи островодужных систем и активных окраин континентов.

Данная классификация является в некоторой части условной, так как очевидно, что отдельные объекты могут иметь переходный характер.

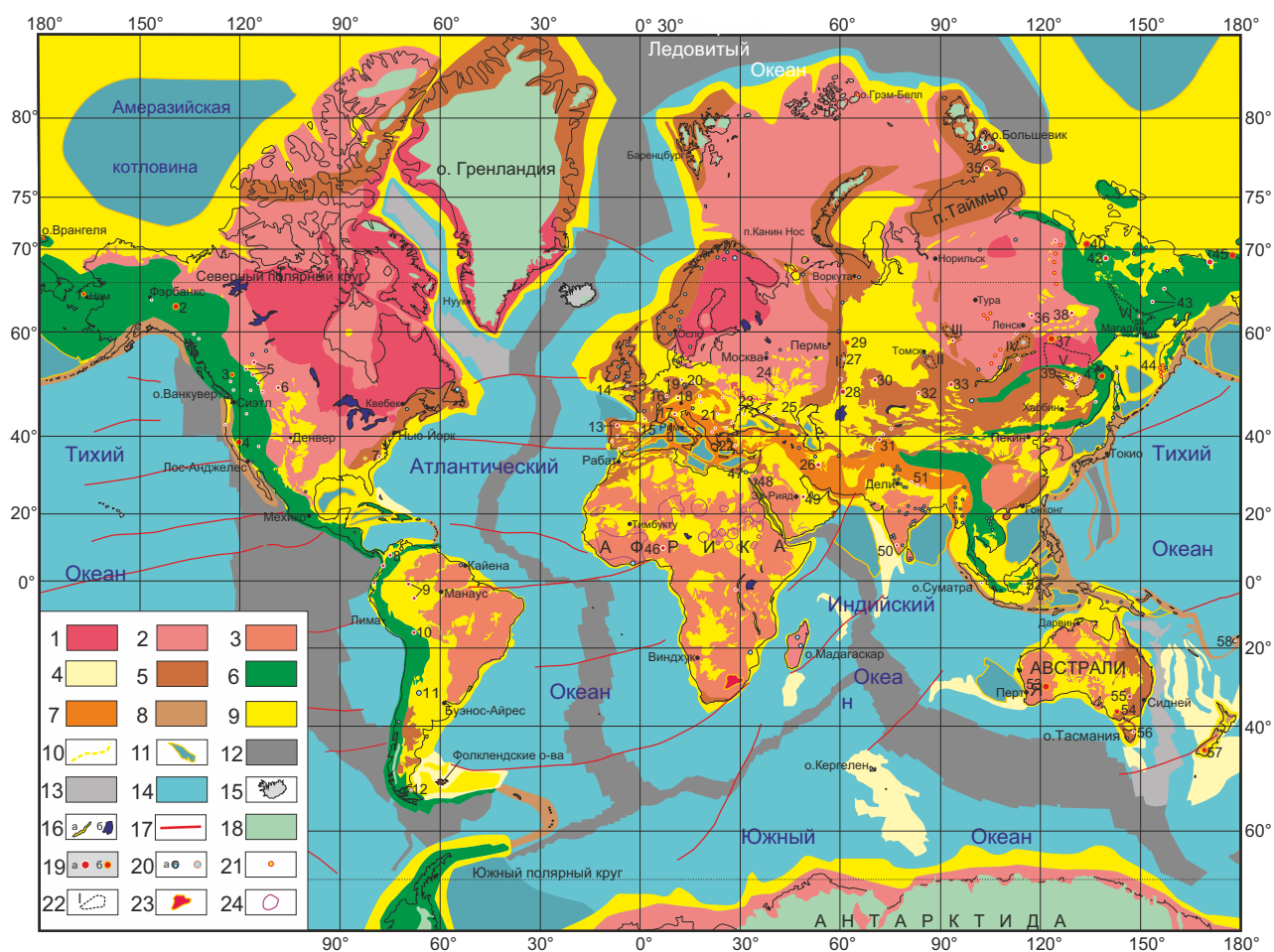


Рис. 1. Мировое распространение третичной золотоносности по опубликованным данным (основа – схема кайнозойских морфоструктур Земли (проекция Меркатора) составленная по [Геологическая карта России ..., 2012; Хаин, 2001; Bouysse, 2014]).

Условные обозначения к рис. 1: 1) поднятия кристаллических щитов древних платформ северной группы (Северо-Американской, Восточно-Европейской, Сибирской); 2) позднедокембрийско-мезозойский вулканогенно-осадочный плитный чехол древних платформ северной группы и смежных участков молодых платформ; 3) древние платформы южной (гондванской) группы – недефференцированные комплексы докембрийского фундамента и докайнозойского плитного чехла; 4) подводные шельфовые плато – затопленные современным морем периферические части континентов и микроконтиненты, массивы утонённой континентальной и переходной коры; 5) поднятия ремобилизованных в кайнозойское время в качестве возрождённых орогенов позднедокембрийских и палеозойских покровно-складчатых комплексов (недифференцированные байкальские, каледонские, герцинские и др.) и совместно с ними деформированный их палеозойско-мезозойский чехол; 6) поднятия мезозойско-кайнозойских складчатых систем и вулканоплутонических поясов периферии Тихоокеанского кольца продолжающих развитие в качестве современных орогенов; 7) горные поднятия альпийско-гималайского кайнозойского покровно-складчатого пояса; 8) поднятия развивающихся кайнозойских складчатых систем, энсиалических и энсиматических островных дуг недифференцированные; 9) впадины континентальных и шельфовых кайнозойских (третичных) осадочных бассейнов (третичные отложения нелитифицированы или слабо литифицированы), третичные комплексы частично перекрыты четвертичным чехлом; 10) останцы третичных палеорек – палеопритоков осадочных бассейнов; 11) глубоководные впадины интраконтинентальных кайнозойских осадочных бассейнов с мезозойско-кайнозойской субокеанической и океанической корой; 12) поднятия срединных хребтов – молодая (неоген-четвертичная) океаническая кора; 13) отмершие палеогеновые зоны спрединга; 14) абиссальные впадины океанов и подводные плато: мезозойско-палеогеновая океаническая и субокеаническая кора недифференцированная; 15) поднятия вулканических океанических островов; 16) кайнозойские впадины: а) рифтовой природы; б) крупные современные озера; 17) некоторые трансформные разломы; 18) современные ледники Антарктиды и Арктики; 19–21) золотоносные россыпные и палеороссыпные объекты: 19) а) с подтверждённым третичным золотоносным коллектором, б) то же, объекты к которым были приурочены масштабные «золотые лихорадки» в XIX веке и/или промышленная механизированная золотодобыча в XX веке; 20) а) с вероятным (на основе морфологии и химического состава золотин в россыпях и/или геологической ситуации) участием в формировании современных россыпей третичного золотоносного коллектора; б) то же, объекты к которым были приурочены масштабные «золотые лихорадки» в XIX веке и/или промышленная механизированная золотодобыча в XX веке; 21) ореолы шлиховой золотоносности; 22) крупные рудно-россыпные золотоносные районы в России с преобладанием россыпей сформированных за счёт коренных рудных источников; 23) архейский бассейн Витватерсранд содержащий в составе серии Central Rand Group палеороссыпные месторождения золота (суммарно – крупнейшее месторождение золота в мире); 24) участки старательской активности по промывке золота в Северной Африке в первые десятилетия XXI века, по [Chevrillon-Guibert and Magrin, 2018];

На рис. 1 цифрами обозначены:

- крупные рудно-россыпные золотоносные районы в России с преобладанием россыпей сформированных за счёт коренных рудных источников: I – Миасский узел; II – Кузнецкий Алатау, III – Енисейский Кряж; IV – Бодайбинский район; V – Приамурская провинция; VI – Яно-Колымская провинция;
- россыпные и палеороссыпные объекты с третичным коллектором в качестве основного источника золота:

Северная Америка: 1) Плиоценовые золотоносные галечники и россыпи полуострова Сьюард и прибрежно-морские россыпи Номского района, Аляска, США [Патык-Кара, 2008]; 2) Золотоносные галечники White Channel gravels и россыпи Юкона (Клондайк и другие) [Yeend et al., 1998]; 3) золото-россыпной узел Карибу, Британская Колумбия [Chapman et al., 2023; Holland, 1983] 4) россыпи и золотоносные галечники Nevada

County Gravel gold хребта Сьерра-Невада, Калифорния [Lindgren, 1911]; 5) четвертичные и третичные россыпи бассейна Альберта, Канада [Rukhlov, 2011]; 6) эоценовые – верхнемиоценовые золотоносные конгломераты формации Cypress Hills в юго-западном Саскачеване, Канада [Beck, 2004]; 7) золотосодержащие эоценовые (плиоценовые?) конгломераты формации Цитронелле, Северная Каролина, США [Craig and Callahan, 1989]; Южная Америка: 8) золото-платиновые россыпи в третичных гравеллитах, Колумбия [Henley and Adams, 1979]; 9) россыпные объекты золотоносной провинции Риу-Негру (Бразилия) [Rizzotto, 2022]; 10) россыпи бассейна реки Типуани, неогеновые конгломераты формации Кангайи, Боливия [Herail et al., 1989]; 11) россыпи района Ла-Каролина, Аргентина [Мильтон, 2013]; 12) золотые россыпи северо-восточной части Большого острова архипелага Огненная Земля, Аргентина [Guevara, 2021]; Северная и Центральная Евразия: 13) миоценовые золотоносные отложения северо-запада Иберийского полуострова [Barrios et al., 2010; Pérez-García et al., 2000] и россыпи, сформированные при их размыве; 14) золото-касситеритовые россыпи полуострова Корнуолл [Camm, 1999]; 15) песчано-гравийные золотоносные отложения бассейна Эбро [Viladevall et al., 1991]; 16) россыпное золото реки Рейн [Elsner, 2009]; 17) россыпное золото Паданской впадины [Fantoni et al., 2016; Pipino, 1989]; 18) россыпное золото рек пересекающих Северо-Альпийский молассовый бассейн [Lehrberger, 1995]; 19) россыпное золото реки Эльба [Elsner, 2009]; 20) неогеновые палеороссыпи форландового бассейна Судетских гор, Польша [Wierchowicz, 2002]; 21) россыпное золото района Оланешти, Южные Карпаты, Румыния [Drăgușanu et al., 2024]; 22) объект Сарт-Маниса, золотоносные миоцен-четвертичные конгломераты, Турция [Ersoy, 2022]; 23) тонкое золото в плиоцен-четвертичных песчаных толщах шельфа Чёрного и Азовского морей [Кардаш, 2008]; 24) тонкое золото палеогеновых терригенных толщах, объект Русская Журавка, Воронежская область [Савко и Шевырев, 2009]; 25) золотоносные терригенные миоценовые отложения Дагестана [Мацаулин и др., 2009]; 26) золотоносные неогеновые конгломераты молассовых бассейнов Ирана ([Mamedov, 2011]; 27) отдельные россыпи в составе Миасского россыпного узла сформированные в результате перемыва и переотложения более древних аллювиально-делювиальных и ложковых россыпей [Козин и др., 2023]; 28) золотоносные россыпи в мел-палеоген-неогеновых речных палеодолинах, Мугоджары [Юриш, 2016]; 29) золото-платиновые ложковые россыпи Исковского и Актай-Талицкого узлов, Средний Урал [Баранников и Осовецкий, 2014]; 30) погребённые неогеновые россыпи в Акмолинской области Казахстан [Беспяев и др., 1999]; 31) золотые россыпи неогенового молассового комплекса Таджикской впадины [Константиновский, 2000]; 32) россыпи неогеновых палеодолин, Западно-Калбинский золотоносный район, Восточный Казахстан [Третьяков и др., 2020]; 33) россыпи неогеновых палеодолин Тувы [Прудников, 2014]; 34) четвертичные долинные россыпи острова Большевик с золотом высокой степени окатанности, Северная Земля [Гавриш и Кузьмин, 2002]; 35) золотоносные олигоцен-миоценовые валунные глины в северной части полуострова Таймыр, [Гавриш и Кузьмин, 2002]; 36) оловые россыпи Вилуйской синеклизы [Никифорова и др., 2023; Трушков и др., 1975]; 37) Алданский рудно-россыпной узел [Молчанов и др., 2021]; 38) золотосодержащие палеоген-неогеновые пески и галечники карьера Хатынг-Юрях, вблизи г. Якутск, Якутская впадина [Смелов и Сурнин, 2010]; 39) тонкое и мелкое золото палеоген-неогеновых толщ кайнозойских впадин Приамурья [Сорокин, 1990]; 40) палеогеновые палеороссыпи Кулара [Borodyanskiy and Miller, 1970]; 41) Нижне-Амурский россыпной район (погребённые россыпи долины реки Амгунь и других притоков Амура), Хабаровский край [Ван-Ван-Е, 2012]; 42) россыпи района среднего течения реки Селенных с реконструируемым третичным источником (ручей Ветвистый и другие), Якутия [Владимирцева и др., 2023; Прасолов и Владимирцева, 2024]; 43) тонкое золото реликтов палеоген-миоценовых иллювиальных и аллювиально-остаточных россыпей Приколымского поднятия [Литвиненко, 2008]; 44) пляжевые россыпи побережья и россыпное золото долин рек пересекающих поле развития неогена прибрежной равнины Западной Камчатки [Кунгурова, 2022]; 45) погребённые прибрежно-морские олигоцен-плиоценовые россыпи прибрежных равнин Чукотки (месторождение Рывеем

и другие объекты) [Агибалов, 2019]; Африка и Аравия: 46) эоценовые сульфидизированные золотоносные конгломераты серии Напэ (район Минна, Нигерия) [Кренделев, 1974]; 47) золотоносные пески дельты и долины реки Нил, Египет [Максимов, 1977; Rushdi, 1990]; 48) золотоносные песчаные отложения временных русел «вади», Синайский полуостров, Египет [Surour et al., 2003]; 49) золотоносные терригенные толщи формации Хофуф, Саудовская Аравия [Al-Safarjalani, 1999]; Индия и Юго-Восточная Азия: 50) россыпи долины реки Ниламбур [Santosh et al., 1992]; 51) золотые россыпи ассоциирующие с грубообломочной неогеновой формацией Сивалик, Непал [Kaphle et al., 1996]; 52) золотые россыпи в третичных отложениях, район Западный Кутай, Восточный Калимантан, Индонезия [Idrus et al., 2022]; Австралия и Океания: 53) средне- и позднеэоценовые россыпи палеодолин Западной Австралии [Johnson and McQueen, 2001]; 54) современные россыпи и россыпи эоценовых гравеллитов палеодолин в районе Балларэт-Бендиг (штат Виктория) [Hughes et al., 2004]; 55) россыпи и погребённые золотоносные палеогеновые палеодолины в округе Виалонг, Новый Южный Уэльс [Lawrie et al., 1999]; 56) россыпи Тасмании [Bottrill, 2010]; 57) россыпной узел Отаго, Новая Зеландия [Craw, 2010, 2013; Craw et al., 2023]; 58) россыпи реки Вайману, Фиджи [Naden and Henney, 1995].

Россыпи бассейнов в области перехода континент-океан (шельфовые области)

Необходимость более тщательного изучения золотоносности ТТО в пределах платформ и их внешних бассейнов обусловлена не только их широким распространением и повсеместной знаковой золотоносностью [Молчанов и др., 2021; Никифорова и др., 2023], но и особенностями палеоген-неогенового времени.

Тёплый климат в палеоцене [Miller et al., 2020] наряду с прогрессирующим опусканием уровня моря в течение кайнозойской эры способствовали формированию на поднятых континентальных массивах древних и молодых платформ профилей кор выветривания, которые являлись одним из источников питания для терригенных отложений третичных бассейнов. При этом могли формироваться скопления высвобожденного золота и других металлов. После незначительного поднятия уровня моря в эоцене-олигоцене (и соответственно частичного размыва и консервации более древних отложений) наступление неогенового периода ознаменовалось резким похолоданием, усилением обледенения Антарктиды, регрессией моря и выводом в область денудации более значительных участков суши. Постепенное повышение уровня моря в плиоцене сформировало уже близкие по очертаниям к современным береговые линии. Регрессивно-трансгрессивные циклы различных масштабов, происходившие на протяжении третичного времени, безусловно способствовали мобилизации металлов и минералов способных к перемещению с седиментационным потоком в областях денудации. Далее следовали циклы концентрации и переотложения детритового золота на аккумулятивных равнинах предгорных впадин и платформенных областей с выносом части материала в интраконтинентальные бассейны или в шельфовую зону Мирового Океана.

Для россыпей аккумулятивных равнин россыпной компонент будет располагаться ближе к базальным горизонтам осадочного чехла, обусловленных рельефом погребённого ложа. В качестве источников таких россыпей могут выступать остаточные коры выветривания, эллювиально-делювиальные образования, прибрежно-морские и дельтовые отложения. Россыпи, концентрирующиеся непосредственно в осадочном чехле, более характерны для денудационных равнин, сформированных во впадинах компенсированного развития. Такие россыпи преимущественно представлены объектами дальнего переноса и переотложения – аллювиальные, дельтовые, прибрежно-морские, эоловые. В предгорных частях аккумулятивных равнин формируются россыпи аллювиальных конусов выноса, а при наличии резкой тектонической границы – россыпи зон тектонических уступов [Арманд и др., 1985].

Внутренние бассейны платформ

Примеры третичных золотоносных отложений, располагающихся в пределах плитного чехла древних платформ на участках, сильно удалённых от богатых коренных источников на щитах и в складчатых поясах, известны для Восточно-Европейской, Сибирской и Северо-Американской платформ. Концентрации золота в ТТО обнаружены на периферии третичных бассейнов и в эрозионных останцах толщ этих бассейнов, отрезанных от них эрозией и представляющих локальные размываемые положительные формы современного рельефа.

В пределах Алдано-Вилуйской рудно-россыпной провинции Сибирской платформы [Трушков и др., 1975] известны россыпные проявления, сконцентрированные в том числе в непосредственной близости от палеогеновых и неогеновых останцов. Там отмечается повсеместная знаковая золотоносность четвертичных отложений, которая как установлено З. С. Никифоровой [Никифорова и др., 2023], сформировалась за счёт многостадийного процесса разрушения и переотложения двух типов коренных источников, в качестве которых рассматриваются докембрийские породы с рассеянной золотой минерализацией и гипотетические золотосодержащие породы «мезозойского этапа рудообразования». При этом главными процессами, повлиявшими на формирование повышенных, и иногда промышленных концентраций золота в четвертичных отложениях по мнению исследователей [Никифорова и др., 2023] являются корообразование, которое в платформенных условиях имеет большее площадное распространение, по сравнению с корообразованием складчатых поясов.

Также вблизи Якутска в карьере Хатынг-Юрях в миоценовых косовых и русловых отложениях выявлены ловушки по типу русловых каналов, содержания золота в которых составляли от 0,16 до 7 г/м³ [Смелов и Сурнин, 2010].

Концентрации мелкого и тонкого золота в ТТО эрозионных останцов на периферии третичных бассейнов наблюдаются и на других платформах. В пределах Восточно-Европейской платформы на Воронежской антеклизе известны скопления тонкого золота в палеогеновых толщах объекта «Русская Журавка» вблизи Павловска (Воронежская область), где золото содержится в палеогеновых толщах в количестве не менее 3 тонн при бортовом содержании 10 мг/т (содержания золота достигают 5,64 г/м³) [Савко и Шевырев, 2009]. На Северо-Американской платформе золотоносны эоценовые – верхнемиоценовые слабо литифицированные конгломераты формации Cypress Hills в юго-западном Саскачеване [Beck, 2004] и южной Альберте [Rukhlov, 2011].

Россыпи поднятий покровно-складчатых систем и отрицательных морфоструктур в их пределах

Примерами формирования золотоносных третичных толщ в молодых складчатых областях выступают как крупнейшие золоторудно-россыпные узлы Сьерра-Невада в Калифорнии [Christensen et al., 2015] и Отаго в Новой Зеландии [Craw, 2010, 2013; Craw et al., 2023] (суммарная добыча золота более 5000 тонн, около половины из которых пришлось на третичные отложения и их россыпи), впадины По в северной Италии [Pipino, 1989] (рис. 2), острова Калимантан [Idrus et al., 2022], Боливии [Heraul et al., 1989], Перу [Мильтон, 2013], локальные и пока не достаточно изученные россыпные объекты Верхояно-Колымской низменности [Владимирцева и др., 2023; Мильтон, 2013; Прасолов и Владимирцева, 2024], известные проявления на Камчатке [Кунгурова, 2022], в межгорных бассейнах в Средней Азии [Константиновский, 2000] и многие другие.

Также значительное количество третичных золотоносных толщ пространственно ассоциирует с ремобилизованными в более поздние эпохи герцинскими поясами. Примерами являются некоторые третичные золотоносные объекты Европы [Dill et al., 2009]: Испании [Barrios et al., 2010; dos Santos Alves et al., 2020; Pérez-García et al., 2000], Германии [Elsner, 2009], Польши [Wierchowicz, 2002]. Так одним из важнейших источников золота в Римской Империи был «Las Medulas de Corcuado» и сходные с ним объекты вблизи города Леон, на северо-востоке Иберийского полуострова. Формирование этих объектов связано с развитием третичного Пиренейского орогена тектоническое строение

которого отличается меньшей интенсивностью по сравнению с типичными альпийскими покровно-складчатыми сооружениями, а осевые части сложены ремобилизованными герцинскими складчатыми и кристаллическими комплексами. Золотоносная олигоцен-миоценовая формация Лас Медулас представлена синорогенными аллювиальными отложениями палеорусел и конусов выноса сложенных преимущественно гравийно-песчаными отложениями. Она залегает в локальных суббассейнах, представляющих собой результат тектоно-эрозионной фрагментации первичного единого третичного бассейна в результате поднятий Кантабрийских гор – западной части Пиренейского орогена [De Vicente et al., 2011; Heredia et al., 2015].

Более древние складчатые области (байкальские, раннекаледонские и каледонские) исходя из известных литературных примеров также могут продуцировать золотые концентрации в палеоген-неогеновое время, при условии возобновлённой тектонической активности в более молодые эпохи. В качестве такого примера можно привести золоторудно-россышной район Виктория (юго-восточное побережье Австралии) [Hughes et al., 2004], где за всю историю освоения было добыто по разным оценкам от 2500 до 3700 тонн золота. Половина всего этого золота была извлечена из палео- и современных россыпей.

Закономерности в формировании россышной золотоносности применительно к развитию морфоструктур сложенных субстратом познедокембрийских-фанерозойских покровно-складчатых комплексов рассмотрены в многих работах [Сорокин, 1990; Beck, 2004; Lehrberger, 1995]. В частности, были отмечены [Loen, 1992] следующие особенности процессов в системе ороген – палеороссыпи – четвертичные россыпи.

Богатство оруденения коренных рудных источников золота в орогене принципиально не влияет на объёмы россышной золотоносности [Loen, 1992]. Кайнозойские россыпи сформированы за счёт постепенной эрозии больших объёмов исходных пород с низкими-средними содержаниями золота. Главную роль играют степень выветривания субстрата, эффективность концентрационных процессов, объёмы, вовлечённые в размыв. Большая скорость воздымания и размыва являются скорее негативным фактором для россыпеобразования, так как золото при быстром разрушении коренных пород может не успеть высвободиться из обломков [Loen, 1992]. Наиболее перспективны для формирования россышной золотоносности бассейны с широкой системой питающего речного бассейна, область которого характеризуется устойчивыми медленными поднятиями.

В работах, посвящённых новозеландским [Craw, 2010, 2013; Craw et al., 2023] и североамериканским россыпям [Christensen et al., 2015; Lehrberger, 1995] отмечается, что важными факторами формирования россыпных концентраций на границе ороген-предгорный прогиб являются возобновляющийся рециклинг рассеянного золота в условиях продолжающихся поднятий фронта горной системы или переработки в прибрежных морских обстановках, устойчивость размещения основных речных систем во времени. Прекращаться золотонакопление в форландовом бассейне может в результате смещения главного водораздела вплотную к границе горной области и резкого изменения направления речной сети внутри орогена. В подобной ситуации россыпи вне орогена могут образовываться в основном за счёт перемыва имеющихся промежуточных коллекторов.

Если рассматривать известные россыпные узлы по возрасту главной складчатости (каледонская, герцинская и др.) субстрата горных областей, можно заключить что принципиального значения для россыпеобразования возраст субстрата и богатство рудных источников не имеет. Значимая третичная и промышленная плиоцен-четвертичная золотоносность будут формироваться в любом случае, если наличествует коренная золотоносность и благоприятные для россыпобразования обстановки.

Содержит ли размываемая область рудные месторождения гиганты, некоторое количество средних или малых месторождений, или только отдельные проявления золотоносности, для формирования россыпей не играет решающей роли. Так, развитая на площади 5–70 × 300 км пляжевая и русловая шлиховая золотоносность Западно-

Камчатского россыпного района (ореолы тонкого золота) исследованная [Кунгурова, 2022] формируется при наличии в размываемой области полуострова преимущественно эпitherмального золотого оруденения и отдельных дискуссионных слабо вскрытых медно-порфировых объектов. При этом золотоносность рек, пересекающих Западно-Камчатскую низменность оказывается прямо связана выходами в зону эрозии неоген-нижнечетвертичных осадочных толщ.

Положительные кайнозойские морфоструктуры, имеющие в основании комплексы мезозойских складчатых областей, где основное рудное золото в кайнозое вышло на эрозионный срез, не являются более продуктивными для третичной золотоконцентрации, чем древние палеозойские и докембрийские складчатые системы. Даже если считать, что для герцинских и каледонских комплексов коренная золотоносность с глубиной и снижается (за счёт размыва главного орогенного золота, окаймляющего апикальные части батолитов), часть вынесенного эрозией рудного золота концентрируется в молассовых отложениях межгорных впадин и предгорных прогибов орогенов. При кайнозойском орогенезе древние молассовые комплексы также частично вовлекаются в поднятие и формируют россыпи. Примером формирования четвертичных россыпей за счёт этих образований является Западный Кавказ [Богущ и Рябов, 2011; Волкова, 2005].

Анализ россыпной золотоносности орогенов в областях мезозойской складчатости

На морфоструктурную схему северного обрамления Тихого Океана (Пацифики) (рис. 2) вынесены известные узлы и объекты россыпной золотоносности [Гольдфарб, 2009; Лаломов, 2017; Молчанов и др., 2021; Holland, 1983; Howlett and Laskowski, 2020; Le Barge, 1996; Rukhlov, 2011; Yeend et al., 1998]. Морфоструктуры поднятий отвечают областям мезозойской складчатости, развивающейся кайнозойской складчатости островных дуг, срединным массивам, смежным со складчатыми областями участкам древних платформ (Сибирской и Северо-Американской). Отрицательные морфоструктуры представлены межгорными и предгорными осадочными бассейнами с третично-четвертичным выполнением и глубоководными бассейнами с океанической и переходной корой.

Анализ схемы (рис. 2) показывает, что золотоносность, связанная с третичными отложениями (массовая шлиховая золотоносность и палеороссыпи в отложениях палеогена и неогена и/или сформированная за счёт их перемыва четвертичная россыпная золотоносность) распространена в пределах континентального обрамления Северной Пацифики достаточно равномерно. Практически все представленные морфоструктуры с разновозрастным субстратом обнаруживают её наличие. Большинство известных россыпных узлов (как с известной третичной золотоносностью, так и с отсутствием данных о ней) так или иначе тяготеют к периферии кайнозойских осадочных бассейнов. Это шлиховая и россыпная золотоносность внешних прибрежных частей крупных длительно развивающихся осадочных бассейнов шельфовых и глубоководных впадин. В пределах горных поднятий, разделяющих бассейны – это спроецированные россыпи палеопритоков третичных бассейнов в межгорных впадинах. Четвертичные россыпи формируются при перемыве золотоносных третичных отложений выполнения межгорных и предгорных прогибов в случаях их дренирования современной эрозионной сетью.

Верхояно-Колымская складчатая область (ВКСО) – наиболее богатый и масштабный в России золоторудный и золотороссыпной регион, характеризующийся значительным обнажением в среднегорной области в зоне размыва золото-кварцевой жильной формации. Эта область при богатой четвертичной золотоносности имеет только локальную известную промышленную и россыпеобразующую третичную золотоносность на своей периферии (рис. 2).

Золотороссыпная Яно-Колымская провинция, если рассматривать её как преимущественно образованную четвертичными россыпями, сформированными практически исключительно за счёт непосредственного размыва богатых золото-кварцевых коренных

источников [Шило, 2002], в этой картине выглядит «уникальным» объектом. С учётом общей картины и данных И. С. Литвиненко [Литвиненко, 2008], можно полагать, что в формировании Яно-Колымской провинции также участвовали третичные осадочные комплексы, ныне практически полностью уничтоженные денудацией.

Монголо-Охотский пояс и смежные части Алданского щита Сибирской платформы и Буреинского массива Центрально-Азиатского складчатого пояса являются субстратом для Приамурской рудно-россышной провинции. Приамурье характеризуется регионально развитой третичной золотоносностью присдвиговых впадин [Сорокин, 1990] при не столь частой встречаемости крупных золоторудных объектов. Особенностью Приамурья можно считать мезозойскую тектоно-магматическую активизацию обрамляющих блоков докембрийской консолидации (Алданский щит и Китайская платформа).

Структурно ВКСО можно рассматривать как аналог – северо-западное продолжение поясов Севьерской и Ларамийской складчатостей Северо-Американских Кордильер (рис. 3), характеризующихся во внутренних частях наличием юрско-меловых гранитных массивов (батолитов). По сути, по тихоокеанской периферии единого континента Сибирь-Арктида-Лаврентия расположена единая область мезозойской складчатости в современной структуре, отделённая от Тихого Океана участками кайнозойской присдвиговой пасаденской складчатости. Длительный размыв коренного орогенного золота данного пояса в пределах Северной Америки формирует россышные узлы, где широко распространены связанные с третичными коллекторами россыпи.

Это известные россышные узлы Запада США и Канады, богатые россыпи Аляски включая Клондайкский (в широком понимании) и Номский узлы.

Этот же мезозойский пояс включает в себя ВКСО, где массовая третичная палеороссышная золотоносность пока ещё не изучена (при наличии богатых современных россыпей), однако известна в рамках локальных проявлений [Владимирцева и др., 2023; Некрасов, 2017; Прасолов и Владимирцева, 2024] на периферии области.

Литературные данные о третичной золотоносности внутренних кайнозойских впадин ВКСО, до настоящего времени отрывочны [Владимирцева и др., 2023; Литвиненко, 2008; Некрасов, 2017; Прасолов и Владимирцева, 2024]. Севернее ВКСО расположен крупный наложенный на складчатую область кайнозойский осадочный бассейн моря Лаптевых и Колымской низменности, в пределах шельфа моря Лаптевых возможно достигающий глубин до нескольких километров. Для южной границы наложенного бассейна с ВКСО палеороссыши золота в третичных отложениях отмечаются только на флангах (рис. 2). Это Куларские палеороссыши на западе и объекты водотоков бассейна Чаунской губы, в том числе месторождение Рыбеем на востоке.

Вместе с тем данные о развитии третичной золотоносности на смежных территориях обрамления северной Пацифики (рис. 2) позволяют предполагать возможность наличия крупных третичных золотороссышных объектов и в этом секторе кайнозойского бассейна – под четвертичными образованиями на суше и на шельфе.

Мезозойские складчатые области Дальнего Востока России обнаруживают сходство литологических и магматических особенностей субстрата с орогенами Северной Америки. Раннемеловая Верхояно-Колымская складчатая область (ВКСО) и позднемеловая складчатая область Нижнего Приамурья обнаруживают тектонические аналогии с тектоническими провинциями, формирующими россышные объекты типа Калифорнийских и Юконских россыпей. При этом разновозрастные мезозойские области в России демонстрируют между собой различные соотношения россышной и палеороссышной золотоносности, связанной с третичными коллекторами (возможно не фактические, обусловленные различными подходами к их изучению).

При кажущейся внешней симметричности (россыпи зон кайнозойской складчатости – богатая рудно-россышная золотоносность внутренних мезозойских зоны кордильер – россыпи предгорных прогибов – россыпи останцов третичного чехла на платформах) картины распространения россышной золотоносности Азиатской и Американской окраин Пацифики, третичная золотоносность Сибирской и Северо-Американской платформ обусловлена разными типами источников. Если для третичных комплексов

выполняющих бассейн Альберта и эрозионных останцов Саскачевана основная часть золота скорее всего связана с размывом мезозойских рудных скоплений в горах Кордильер, то для востока Сибирской платформы установить связь россыпного золота с орогенными верхояно-колымскими источниками проблематично. Очевидно, что большая его часть приурочена к более древним коренным источникам, расположенным на поднятиях Алданского и Анабарского щитов, Патомского нагорья, Средне-Сибирского плоскогорья (пермско-триасовые трапповые интрузивные и вулканогенно-осадочные комплексы).

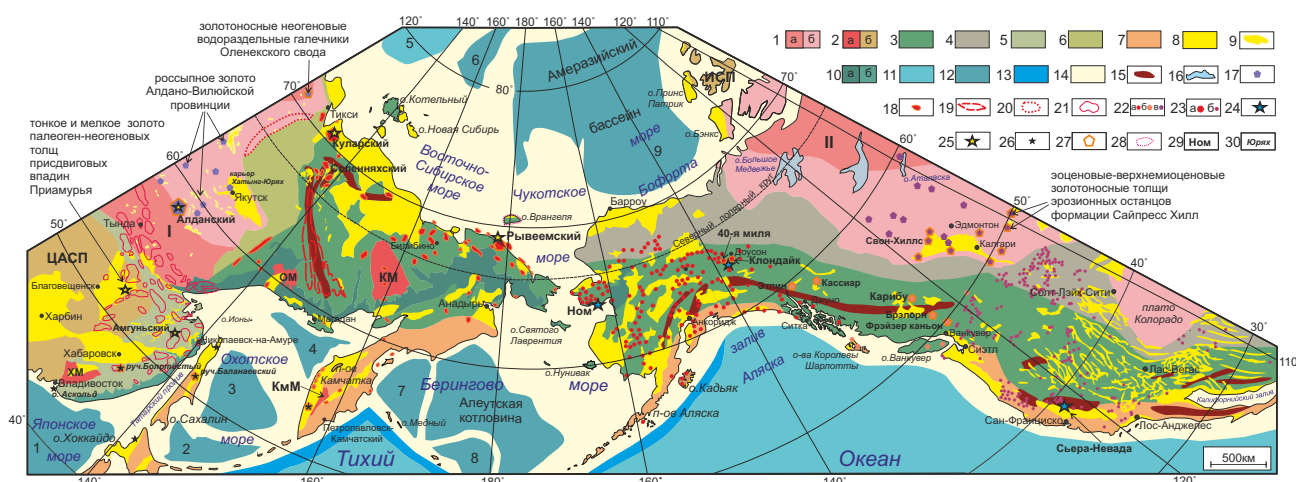


Рис. 2. Россыпная золотоносность континентального обрамления Северной Пацифики и смежного сектора Арктики, составлена с использованием данных [Гольдфарб, 2009; Лаломов, 2017; Молчанов и др., 2021; Holland, 1983; Howlett and Laskowski, 2020; Le Barge, 1996; Rukhlov, 2011; Yeend et al., 1998] морфоструктурная основа составлена с использованием материалов [Геологическая карта России ..., 2012; Хаин, 2001; Nokleberg et al., 1994; Reed et al., 2005].

Условные обозначения к рис. 2: 1) Сибирская и Северо-Американская древние платформы: а) поднятия кристаллических щитов; б) равнины и плоскогорья в областях развития плитного чехла платформ; 2) нагорья и горные хребты: а) срединных массивов б) палеозойских складчатых поясов; 3) поднятия внутренних зон мезозойских орогенов: позднеюрско-раннемеловая складчатость Кордильер и Верхояно-Колымской складчатой области, среднемеловая складчатость Приохотского пояса; 4) горные поднятия поздне меловой-раннепалеогеновой (ларамийской) складчатости; 5) горные поднятия областей поздне меловой складчатости в Сихотэ-Алиня и Монголо-Охотского пояса; 6) низко-среднегорная страна в области внешней зоны Верхояно-Колымской складчатой области (предположительный тектонический аналог ларамийской складчатости Америки); 7) поднятия областей молодой кайнозойской (пасаденской и каскадской складчатостей); 8) равнины и межгорные впадины осадочных бассейнов выполненных третичными и четвертичными отложениями; 9) эрозионные останцы третичных отложений на Сибирской платформе; 10) вулканоплутонические пояса наложенные на складчатые области и срединные массивы: а) меловой Охотско-Чукотский; б) палеогеновый Приморский; 11) абиссальные котловины Тихого и Северного Ледовитого Океанов – области развития океанической коры; 12) глубоководные кайнозойские впадины задуговых морей с океанической и переходной корой – области с мощным кайнозойским осадочным чехлом; 13) впадины глубоководных желобов; 14) шельфовые области континентов и затопленные участки островных дуг – области с развитием кайнозойского осадочного чехла; 15) горные хребты в складчатых областях сложенные позднеюрско-меловыми гранитными батолитами; 16) впадины крупных современных озер; 17–25) золотороссыпные узлы и объекты: 17) золотороссыпные объекты с достоверным или вероятным третичным коллектором в пределах Сибирской платформы по [Никифорова и др., 2023; Смелов и Сурнин, 2010; Трушков и др., 1975]; 18–20) золото-

россыпные узлы, районы и шлиховые ореолы Северо-Востока Азии по [Гольдфарб, 2009]; 18) золото-россыпные узлы разной степени изученности; 19) наиболее богатый золотоносный рудно-россыпной район Яно-Колымской золотоносной провинции; 20) ореол шлихового золота в Приверхоянском краевом прогибе; 21) золотороссыпные районы южной части Дальнего Востока России по [Сорокин, 1990]; 22) россыпные узлы Канады: а) провинции Юкон по [Le Barge, 1996]; б) россыпные узлы Британской Колумбии по [Holland, 1983] отвечающие локальным «золотым лихорадкам» XIX века; в) провинций Альберта и Саскачеван [Rukhlov, 2011]; 23) золотые россыпи в США: а) россыпи штата Аляска по [Yeend et al., 1998]; б) продуктивные россыпи запада основной территории США по [Howlett and Laskowski, 2020]; 24) россыпные узлы с третичным коллектором – локация крупнейших исторических «золотых лихорадок» XIX века Калифорнийской и Юконской (Клондайкской); 25) масштабные объекты промышленной добычи россыпного золота в XX веке, в том числе из россыпей с третичным коллектором и из третичных отложений; 26) отдельные россыпные объекты Приморья, Сахалина и Японии с достоверным либо предполагаемым третичным коллектором; 27) россыпные узлы и объекты с известным, обоснованным, либо весьма достоверным участием в россыпеобразовании третичного коллектора; 28) перспективный золото-россыпной район острова Врангеля (по [Лаломов, 2017]; 29) названия россыпных узлов; 30) названия отдельных россыпных объектов; сокращения: палеозойские складчатые пояса: ЦАСП – Центрально-Азиатский, ИСП – Иннуитский; срединные массивы: КМ – Колымский, КММ – Камчатский, ОМ – Охотский, ХМ – Ханкайский; цифрами обозначены щиты древних платформ: I) Алданский, II) Канадский; и глубоководные впадины: 1) Японского моря, 2) Южно-Курильская, 3) Дерюгина, 4) Тинро, 5) Котловина Амундсена, 6) котловина Подводников, 7) Командорская впадина, 8) котловина Бауэrsa; 9) Канадская котловина.

Анализ россыпной золотоносности развивающихся альпийских орогенов.

На составленную морфоструктурную схему (рис. 3) вынесены участки россыпной золотоносности современных рек и локация проявлений золота в Альпийских горах и на срединных массивах герцинид Европы [Lehrberger, 1995; Pipino, 1989]. Анализ схемы показывает, что между головками россыпей и коренными проявлениями рудного золота в горах в большинстве случаев существуют пространственные разрывы в золотоносности до десятков километров. Россыпи в аллювии рек появляются только при выходе этих рек на равнину, при непосредственном дренировании реками третичных молассовых комплексов либо залегании на них современного аллювия. Золотоносный бассейн четвертичных отложений равнины реки По не выходит за пределы захороненного под четвертичными гляциальными отложениями неогенового бассейна Паданской впадины. Слои, богатые кластикой, включающей гравийники и грубые пески, обнажаются по границам равнины реки По и датируются как переходные от мессинских отложений к плиоцену [Bini et al., 1978].

Затопление водой расположенных непосредственно севернее равнины По котловин горных озер (Лаго-Маджоре, Комо, Гарда и др.) связано с запруживанием выходов из долин четвертичными моренами. Но сами впадины озёрных долин образовались по всей видимости в миоцене [Bini et al., 1978] при резком падении уровня Средиземного моря (мессинский кризис) и глубоком врезании палеорек. Объёмы орогенного субстрата заполнявшие впадины озер до их образования также должны были содержать золотоносные объекты, исходя из их относительно равномерного распределения во внутренней зоне Западных Альп (рис. 3). Золото при миоценовой и плиоценовой эрозии многократно переотлагалось в этих перманентно переврезающихся долинах и выносилось в Паданский прогиб.

Можно реконструировать формирование четвертичной золотоносности Паданской равнины по механизму формирования россыпей предложенному А. А. Константиновским [Константиновский, 2000] для Таджикской впадины. Таджикская впадина – наложенная орогенная структура между Южным Тянь-Шанем и Дарвазом заполнен-

ная грубообломочными неоген-четвертичными молассовыми формациями. Большое суммарное количество золота рассеянного в молассовых конгломератах выполнения впадины и их большая мощность, придают им свойства высокопродуктивных промежуточных коллекторов. В случае размыва последних формируются богатые четвертичные россыпи. В ходе инверсии (смены быстрого погружения и заполнения впадины общим воздыманием) убого золотоносные свиты испытывали слабые дислокации и неравномерный срез на краях впадины достигающий 2–3 км. При столь значительном размыве происходила остаточная концентрация крупных валунов и накопление малоподвижного автохтонного золота в базальных пачках свит формируемых при перемыве неогеновых моласс.

Сходный механизм сформировал и золотоносность Паданской впадины, с тем отличием, что в современной структуре неоген почти не выходит на поверхность на её периферии.

Предположительно, россыпи рек Мура и Драва (рис. 3) на западном борту Паннонского бассейна также могут быть приурочены к перемытым комплексам неогеновых палеопритоков этой впадины.

Россыпная золотоносность развита в тех участках обрамления орогена Альп, где внутри орогена в составе гранитно-метаморфического ядра вскрыты проявления рудной золотоносности. Зона Альп с отсутствием таковых (субмеридиональная полоса, соответствующая участку Доломитовых Альп и лишённая выступов гранитоидов на современном срезе) не продуцирует россыпной золотоносности в смежных секторах предгорных и межгорных прогибов, расположенных рядом с ними. Таким образом, можно генерально утверждать, что третичное золото передовых и межгорных прогибов связано с размывом Альпийских гор, но это утверждение не будет верным для современных россыпей.

Частично истоки рек с россыпным золотом достигают области развития золото-рудных проявлений, и теоретически можно предполагать перемещение золота с гор в четвертичное время. Но, анализ пространственных соотношений рудного и россыпного золота и геоморфологии в целом, показывает, что рассматривать четвертичное россыпное золото предгорий как целиком перенесённое с гор в четвертичное же время (современными реками) нельзя. В большинстве случаев наблюдаемая картина таких соотношений свидетельствует о появлении россыпей лишь с пересечением рекой области развития третичного коллектора.

Важно, что россыпная золотоносность существует в том числе в реках, дренирующих третичные бассейны также и там, где коренные источники отделены от россыпей крупными глубокими межгорными впадинами заполненными современными озерами (рис. 3). Озера Лаго-Маджоре, Комо, Гарда, Женевское, Боденское и др. характеризуются средними глубинами в первые сотни метров. Эти озера должны полностью перехватывать современный сток тяжёлых и самородных минералов с внутренних золотоносных частей орогена. В большинстве случаев россыпи появляются в участках рек ниже четвертичных озёр (например россыпи реки Роны ниже Женевского озера, реки Ройс ниже Фирвальдштетского озера). Определённый вклад в россыпеобразование может вносить размыв их моренных «плотин», но золото в четвертичных россыпях ниже озёр может быть только местного происхождения (равнинным, а не дальнепринесённым горным).

Некоторые реки северного склона Альп (Изар, Ройс, Эмме) своими истоками вообще не достигают центральных зон Альпийского орогена с гранитно-метаморфическим ядром и коренной золотоносностью, но все равно россыпное золото появляется в них при пересечении ими третичных бассейнов.

Отдельно следует отметить, четвертичную золотоносность реки Рейн в пределах Рейнского грабена, которая является непосредственным продолжением кластера россыпей рек Ааре – Эмме – Ройс, что позволяет предполагать наличие генетической связи между ними. В то же время Рейнская долина, выполненная четвертичным аллювием, представленным песчано-галечными отложениями, подстилается мощной третичной

формацией выполняющей основной объем грабена. Отложения этой формации местами выступают по бортам Рейнского грабена. Верхи третичных толщ представлены песчано-конгломератовыми толщами миоцена и плиоцена, сформированными за счёт разрушения ближайших выступов кристаллического фундамента (массивы Вогезы и Шварцвальд), содержащих коренное золото. Это позволяет предполагать комплексное формирование рейнского золота как за счёт дальнего привноса «альпийского» золота привнесённого из комплексов молассового бассейна Альп, так и за счёт перемива местных грубообломочных миоцен-плиоценовых толщ сформированных за счёт размыва бортов грабена.

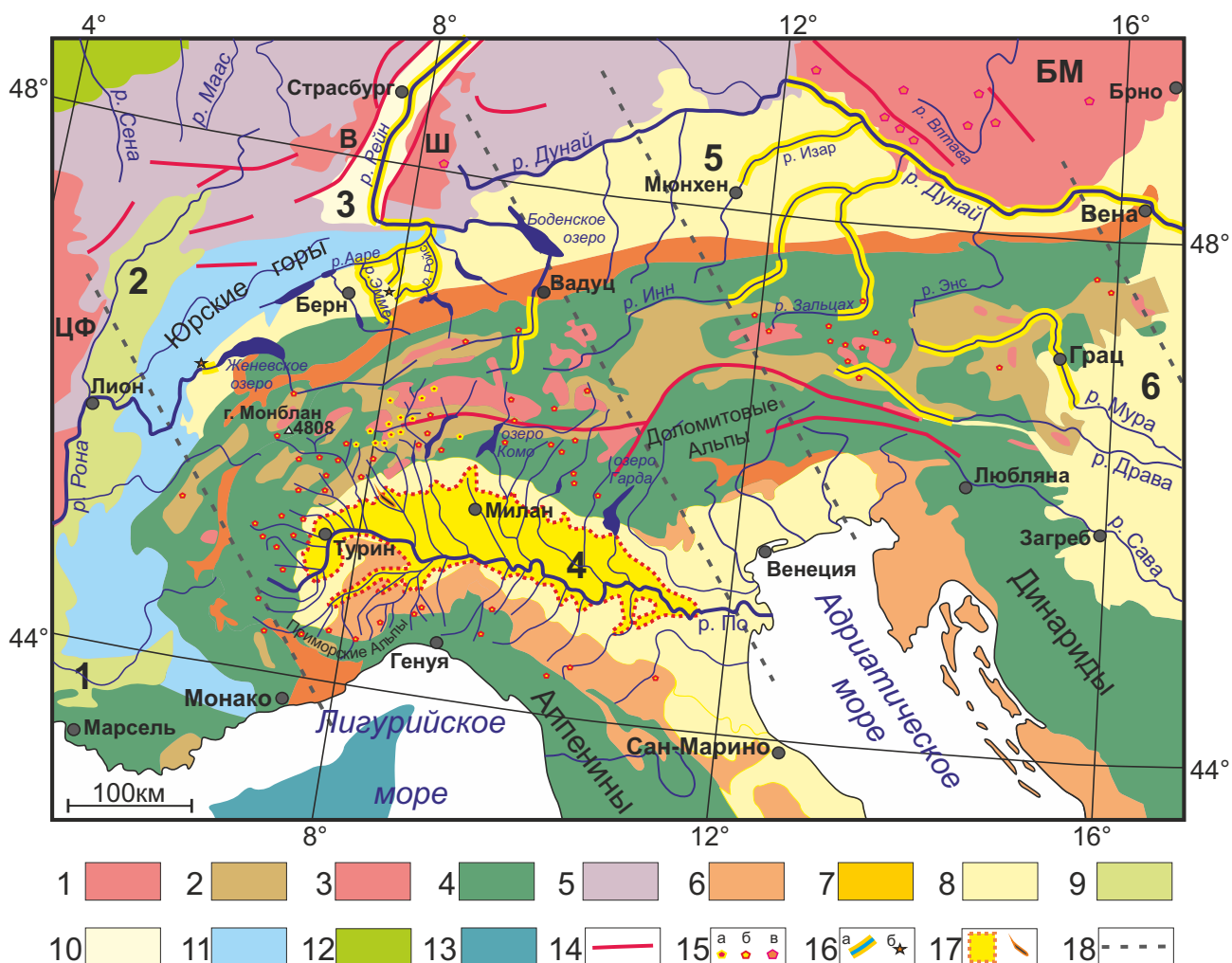


Рис. 3. Рудная и россыпная золотоносность Альпийского орогена (составлено по [Геологическая карта Европы ..., 1964] с использованием данных [Pirino, 1989] и [Lehrberger, 1995].

Условные обозначения к рис. 3: 1) герцинский фундамент Западно-Европейской платформы (граниты, гнейсы, сланцы и другие метаморфические комплексы) и субальпийской складчатой области; 2) ремобилизованный герцинский фундамент Альпийского орогена (гнейсы, сланцы и другие метаморфические комплексы) 3) герцинские гранитные массивы в ядре покровно-складчатого Альпийского орогена; 4) интенсивно дислоцированные палеозойские и мезозойские осадочные толщи внутренних зон Альп, Аппенин, Динарид; 5) триасово-юрские осадочные комплексы чехла Западно-Европейской платформы; 6) преимущественно кайнозойские комплексы (субальпийские смятые молассы) внешней зоны Альп, 7) умеренно дислоцированные мезозойские и кайнозойские осадочные толщи чехла Апулийской плиты; 8–10) третичные бассейны: 8) олигоцен-миоценовые молассовые комплексы Северо-Альпийского

предгорного прогиба; Паданской и Паннонской межгорной впадин; 9–10) третичные грабены Западно-Европейской платформы: 9) олигоцен-миоценовые терригенные комплексы выполнения грабенов Ронского и Бресса; 10) неоген-четвертичные терригенные комплексы выполнения Рейнского грабена; 11) субальпийская внешняя складчатая область – смятые в складки мезозойские (триас–юра) комплексы европейского происхождения; 12) преимущественно меловые осадочные комплексы эпипалеозойской Западной Европы; 13) Лигурийская глубокоководная впадина с корой субокеанического типа; 14) некоторые разломы; 15) проявления рудного золота: а–б): в Альпийском орогене: а); значимые проявления б) мелкие проявления; в) в пределах кристаллических массивов Западно-Европейской платформы; 16) россыпная золотоносность: а) участки современных рек с россыпной золотоносностью; б) россыпные месторождения; 17) а) распространение золотоносных аллювиальных четвертичных отложений в Паданской впадине, б) объект – отвалы Бесса (античные валунные разработки); 18) зональность Альпийского орогена относительно коренной и россыпной золотоносности Сокращения: кристаллические массивы Западно-Европейской платформы: В – Вогезский, ЦФ – Центральнo-Французский Ш – Шварцвальдский; БМ – Богемский массив; Цифрами обозначены впадины: 1 – Бресса грабен; 2 – Ронский грабен; 3 – Рейнский грабен; 4 – Паданская впадина, 5 – Северо-Альпийский молассовый бассейн; 6 – Паннонская впадина

На основе сопоставления, с другими сегментами Альпийско-Гималайского пояса и с ремобилизованными в альпийский этап возрождёнными орогенами его периферии, можно считать наблюдаемые закономерности универсальными. Так, Э. А. Мамедов [Mamedov, 2011], на основе изучения золотоносности третичных отложений в молассовом бассейне Загроса (Иран) сформулировал следующие факторы, указывающие на локализацию промышленных россыпных месторождений. Он указывает, что современная россыпная золотоносность в реках появляется при пересечении ими третичного молассового бассейна, содержащего золотоносные конгломераты. Золотоносность же конгломератов молассовых бассейнов формируют близость Иранского срединного массива и его фрагментов ремобилизованных при альпийском тектогенезе, размывающиеся магматические комплексы (в данном случае вулканические пояса и ультрабазитовые массивы) содержащие рудное золото в обрамлении срединного массива.

Очевидно, что эти выводы могут быть распространены не только на Иран, для молассовых бассейнов которого [Mamedov, 2011] предсказывает наличие третичной золотоносности, но и на большинство других орогенных систем.

Так, [Viladevall et al., 1991] описывают золотоносность россыпных проявлений террас современных рек в Каталонии (Испания) и отмечают содержания золота в обнажающихся в зоне размыва миоценовых конгломератах и песчаниках третичного бассейна Эбро.

В России крупнейшим и наиболее детально изученным россыпным кластером, ассоциирующим с бортом третичного бассейна (крупнейший кайнозойский Западно-Сибирский бассейн), являются россыпи восточного склона Урала и полигенные палеороссыпи Зауральского пенеплена [Наумов и Ковержных, 2018; Сигов, 1969]. Для Урала характерна в целом умеренная рудная золотоносность, отвечающая герцинскому этапу складчатости (отсутствие месторождений гигантов, много мелких и средних объектов, но при этом достаточно равномерно распространённых в пределах восточной мегазоны обнажённой части складчатой области). При этом современный уральский ороген формирует вдоль своего восточного склона устойчивый кластер промышленных россыпей, протягивающийся от Мугоджар до Северного Урала. Заметим при этом, что столь же массовой четвертичной россыпной золотоносности не наблюдается вдоль западного склона уральского выступа герцинского фундамента. Общеизвестно, что крупные реки, текущие на запад, часто берут своё начало на восточном склоне, в области развития коренных источников золота и имеют россыпи в своих верховьях [Баранников и Осовецкий, 2014]. Масштабная же промышленная россыпная золотоносность наблюдается в целом только на восточном склоне Урала, где герцинский фундамент непосредственно перекрыт вовлечёнными в современный размыв третичными терригенными толщами борта Западно-Сибирского мегабассейна или имеются останцы таковых.

Перспективы выявления золотоносных ТТО в России

Самые крупные по запасам (историческим) терригенные третичные золотоносные россышепродуцирующие объекты (Калифорния, Отаго, Лас-Медулас) расположены в наиболее освоенных человеком областях, поэтому открытие новых богатых месторождений подобного типа едва ли вероятно в уже освоенных человеком районах. Однако подобные объекты можно прогнозировать в более труднодоступных местах – например на Арктических территориях России. Арктическая зона России – обширная область, охватывающая все северное побережье России и большую часть Дальневосточного региона РФ. Наиболее благоприятные области для локализации терригенных третичных золотоносных комплексов в Арктической зоне России приурочены к шельфовым и перекрытым четвертичным чехлом областям обрамления Тимано-Варангерской, Уральско-Новоземельской, Таймыро-Североземельской и Верхояно-Колымской складчатых областей.

По аналогии с западным (Уральским) бортом Западно-Сибирского бассейна можно выделить как перспективный регион восточный борт Западно-Сибирской платформы (рис. 1), перекрытый в современной структуре четвертичными комплексами долин Енисея и его притоков, но имеющий крупные рудно-россышные кластеры в своём юго-восточном и восточном обрамлении.

Также недостаточно изучены третичные комплексы кайнозойских впадин вблизи Охотско-Чукотского вулканического пояса и в составе формирующихся кайнозойских складчатых систем.

Отметим, что в случае выявления промышленных объектов на суше, не вскрытых на современном срезе, возможна их подземная добыча, каковая успешно осуществлялась в СССР на месторождениях Кулара и Рывеема.

Выводы

Терригенные третичные золотоносные отложения, существуют как планетарное явление, обусловленное геодинамическими условиями палеоген-неогенового времени (активное раскрытие Атлантики, олигоцен-миоценовая тектоно-магматическая активизация), и чередой климатических событий, приведших к оледенениям в полярных областях. Роль этих отложений в общей миграции золота, и как следствие, в формировании современных и палеороссыпей часто оказывается недооценена при изучении конкретных рудно-россышных провинций.

Можно заключить, что составленная нами схема (рис. 1) в текущий момент отражает не фактическое распространение объектов с третичным золотом, а неравномерность их региональной изученности, отражённой в публикациях. Неравномерность обусловлена историко-экономическими причинами.

Так среди опубликованных материалов практически отсутствуют данные по россышной золотоносности для наиболее древних областей исторической добычи золота: Африки, Китая, Мезоамерики. При этом эти макрорегионы являются или являлись в прошлом областями активной кустарной старательской активности.

Но даже и при пока недостаточно полной общей картине, уже можно сделать определённые выводы как по массиву данных, так и по распределению известных объектов с третичной золотоносностью.

Распространение таких объектов гораздо шире, чем приводимое в уже имеющихся обобщениях [Билибин, 1955; Гольдфарб, 2009; Ивсен и др., 1969; Казакевич, 1972; Константиновский, 2000; Кренделев, 1974; Патык-Кара, 2008; Шило, 2002; Christensen et al., 2015; Craw et al., 2023; Henley and Adams, 1979; Leckie and Craw, 1995; Loen, 1992; Patyk-Kara, 1999] по россышам и палеороссышам. Их локализация связана не только с известными рудно-россышными кластерами, но также с морфоструктурным районированием и особенностями третичной палеогеографии, что позволяет им «отрываться» от коренных источников. Пересечение современными водотоками полей третичных отложений, сформированных за счёт разрушения орогенов, практически всегда сопровождается резким появлением россышной золотоносности в аллювиаль-

ных отложениях. Также может работать на формирование россыпной золотоносности и нахождение третичных отложений на водоразделах, среди размываемых эрозионных останцов в бассейнах современных водотоков. При этом, с ближайшими коренными рудопоявлениями у такой россыпи может наблюдаться пространственный разрыв до десятков километров.

Современные россыпи, не имеющие вблизи себя значимых коренных источников, часто сконцентрированы в районах долин в пределах низко- и среднегорных поднятий, окаймляющих третичные бассейны разного ранга (океанические, континентальные, межгорные). Золото в таких россыпях можно рассматривать как «спроецированное» на современный срез за все время кайнозойского развития долин-притоков бассейнов.

По аналогии с Российской Арктикой, можно прогнозировать наличие россыпных объектов, связанных с третичными коллекторами в Гренландии и в Канадском Арктическом Архипелаге.

Для пляжевых и шельфовых россыпей периферии океанов и морей, данные о содержании золота редки. Также сравнительно малый объем данных по золотоносности Ti–Zr платформенных и шельфовых россыпей во многом обусловлен различием методик опробования на золото и на тяжёлые минералы [Левченко и Григорьева, 2021]. На основе данных [Нестеренко и др., 1969], можно полагать, что эти россыпи все же содержат значимое количество тонкого золота, не удержанного вышеуказанными «россыпями прибрежных гор».

Поиски продуктивных россыпей золота следует вести, в том числе с учётом положения третичных золотоносных коллекторов и реконструкции вероятного расположения таких коллекторов в прошлом.

Благодарности. Исследование выполнено в молодёжной лаборатории ИГЕМ РАН «Лаборатория прогнозно-металлогенических исследований» в рамках темы государственного задания «Применение современных методов оценки, поиска и прогноза месторождений твёрдых полезных ископаемых, в том числе стратегических, в Арктической зоне Российской Федерации с целью расширения минерально-сырьевой базы и планирования развития транспортно-коммуникационных сетей».

Список литературы

Cited papers

- Агibalов О. А. Россыпная золотоносность арктических приморских равнин Чукотки: металлогенические и структурно-геоморфологические предпосылки формирования россыпей, проблемы прогнозирования и поисков // Отечественная геология. — 2019. — № 6. — С. 17–27. — <https://doi.org/10.24411/0869-7175-2019-10044>.
- Арманд Н. Н., Белоусов В. Д., Быховский Л. З. и др. Словарь по геологии россыпей / под ред. Н. Н. Арманд, В. Д. Белоусова, Л. З. Быховского и Н. А. Шило. — Москва : Недра, 1985. — С. 210. 210 с. — URL: <https://www.geokniga.org/books/802>.
- Баранников А. Г. и Осовецкий Б. М. Платиновые и платиновосодержащие россыпи Урала, критерии и признаки их пространственной связи с первоисточниками // Известия Уральского государственного горного Университета. — 2014. — 3(35). — С. 12–29.
- Беспаев Х. А., Аубекеров Б. Ж., Абишев В. М. и др. Россыпи золота Казахстана. Справочник. — Алматы, 1999. — 228 с.
- Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. Часть 1. Образование россыпей. — Москва : Издательство Академии Наук СССР, 1955. — 472 с.
- Богун И. А. и Рябов Г. В. Благородные металлы в россыпях бассейна рек Уруп-Большая Лаба (Северный Кавказ) // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. — 2011. — № 3. — С. 94–97. — EDN: [NWEBIB](#).
- Ван-Ван-Е А. П. Перспективы освоения древних погребенных россыпей золота Дальнего Востока // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2012. — № 2. — С. 331–336. — EDN: [PVLQMV](#).
- Вернадский В. И. Избранные сочинения. Т. 2. — Москва : Издательство Академии наук СССР, 1955. — 610 с.

- Владимирцева О. В., Коноплев В. А. и Березнев М. В. Состав и золотоносность неогеновых отложений среднего течения р. Селенных (Республика Саха (Якутия)) // Руды и металлы. — 2023. — № 1. — С. 17–24. — <https://doi.org/10.47765/0869-5997-2023-10002>.
- Волков А. В. Золото острова Большевик // Золото и технологии. — 2020. — № 2. — С. 20–27.
- Волкодав И. Г. Золотые россыпи Адыгеи // Вестник Адыгейского государственного университета. — 2005. — № 1. — С. 44–48. — EDN: JXTABR.
- Гавриш А. В. и Кузьмин В. Г. Россыпная золотоносность Таймыро-Североземельской провинции // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология. — Санкт-Петербург : ВНИИОкеангеология, 2002. — С. 629–640.
- Геологическая карта Европы и Европейской части СССР. Масштаб 1: 10 000 000 / под ред. А. А. Богданова. — Москва : ВСЕГЕИ, 1964.
- Геологическая карта России и прилегающих акваторий. Масштаб 1:2 500 000 / под ред. О. В. Петрова и др. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012.
- Глухов Ю. В., Филиппов В. Н., Исаенко С. И. и др. Редкое золото палеороссыпи Бездубово с признаками недавнего высвобождения // Записки Российского Минералогического Общества. — 2007. — Т. 136, № 4. — С. 51–62. — EDN: IBIDBD.
- Гольдфарб Ю. И. Динамика формирования, классификация и возраст аллювиальных россыпей золота Северо-Востока Азии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. — Магадан : Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт (СВКНИИ) ДВО РАН, 2009. — 50 с.
- Зархидзе В. С. Третичные отложения архипелага Северная Земля // Геология архипелага Северная Земля. — Ленинград : ПГО «Севморгеология», 1982. — С. 130–133.
- Ивенсен Ю. П., Левин В. И. и Нужнов С. В. Формационные типы древних золотоносных россыпей и методы их поисков. — Москва : Наука, 1969. — 209 с.
- Казакевич Ю. П. Условия образования и сохранения сложных погребенных россыпей золота. — Москва : Недра, 1972. — 216 с.
- Кардаш В. Т. Условия формирования и перспективы обнаружения россыпных месторождений пылевидного золота на Украине // Геология и полезные ископаемые Мирового Океана. — 2008. — Т. 12, № 2. — С. 22–33. — EDN: LALWGJ.
- Козин А. К., Степанов С. Ю., Паламарчук Р. С. и др. Шлиховые ассоциации минералов золотоносных россыпей Миасской россыпной зоны (Южный Урал) и возможные коренные источники золота // Геология и геофизика. — 2023. — Т. 64, № 9. — С. 1219–1237. — <https://doi.org/10.15372/gig2023114>.
- Константиновский А. А. Палеороссыпи в эволюции осадочной оболочке континентов. — Москва : Научный Мир, 2000. — 288 с.
- Кренделев Ф. П. Металлоносные конгломераты мира. — Новосибирск : Наука, 1974. — 239 с.
- Кунгурова В. Е. О золотоносности мелководной зоны шельфа Юго-Западной Камчатки // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. — 2022. — № 3. — С. 25–40. — <https://doi.org/10.34078/1814-0998-2022-3-25-40>.
- Лаломов А. В. Россыпи Российской Арктики и перспективы их отработки // Минералогия. — 2017. — № 2. — С. 30–42.
- Левченко Е. Н. и Григорьева А. В. Типоморфные и технологические особенности попутного золота в комплексных россыпных месторождениях // Обогащение руд. — 2021. — № 3. — С. 24–32. — <https://doi.org/10.17580/or.2021.03.05>.
- Литвиненко И. С. Весьма мелкое и тонкое золото в россыпях на Северо-Востоке России // Тихоокеанская геология. — 2008. — Т. 27, № 2. — С. 92–106.
- Максимов М. М. Очерк о золоте. — Москва : Недра, 1977. — 128 с.
- Мадаулин В. У., Юсупов А. Р. и Черкашин В. И. Первые находки терригенного золота, платины в миоценовых отложениях Восточного Кавказа (Дагестана) // Доклады Академии Наук. — 2009. — Т. 424, № 6. — С. 792–795. — EDN: JVVJON.
- Мильтон В. Сравнительная характеристика россыпной золотоносности реки Мараньон (Перу) и района Ла-Каролина (Аргентина) // Георесурсы. — 2013. — Т. 2, № 52. — С. 34–38.
- Молчанов А. В., Петров О. В., Леонтьев В. И. и др. Алдано-Вилуйская провинция – новая рудно-россыпная золотоносная территория на востоке России // Региональная геология и металлогения. — 2021. — № 88. — С. 39–64. — https://doi.org/10.52349/0869-7892_2021_88_39-64.

- Наумов В. А. и Коврижных С. Б. Основные черты формирования золотоносных россыпей на западном склоне Среднего Урала // Вестник Пермского университета. Геология. — 2018. — Т. 17, № 2. — С. 164–170. — <https://doi.org/10.17072/psu.geol.17.2.164>.
- Наумов В. А., Наумова О. Б. и Лунев Б. С. Комплексные песчано-гравийные русловые месторождения Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 6.
- Некрасов А. И. Геология и благороднометальная минерализация Верхояно-Колымской складчатой области. Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. — Москва : ЦНИГРИ, 2017. — 347 с.
- Нестеренко Г. В. Прогноз золотого оруденения по россыпям: (на примере районов юга Сибири). — Новосибирск : Наука, 1991. — 187 с.
- Нестеренко Г. В., Даргевич В. А. и Евдокимов Е. И. Мезозойские и кайнозойские россыпи на юге Западной Сибири // Геология россыпей юга Западной Сибири. — Москва : Наука, 1969. — С. 5–31.
- Никифорова З. С., Калинин Ю. А., Наумов В. А. и др. Модель формирования золотоносных россыпей в платформенных областях (восток Сибирской платформы) // Литология и полезные ископаемые. — 2023. — № 6. — С. 570–587. — <https://doi.org/10.31857/S0024497X23700209>.
- Патык-Кара Н. Г. Минерализация россыпей: типы россыпных провинций. — Москва : ИГЕМ РАН, 2008. — 528 с. — EDN: QKHYAR.
- Прасолов А. М. и Владимирцева О. В. Вещественная характеристика россыпного золота ручья Ветвистый и перспективы выявления россыпей с нетипичными источниками питания в районе среднего течения р. Селенных (Момский, Абыйский район (Якутия)) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. — 2024. — Т. 66, № 2. — С. 80–90. — <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2024-66-2-80-90>.
- Прудников С. Г. Неогеновые золотоносные россыпи – новый перспективный тип россыпных месторождений Саяно-Тувинского нагорья // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 12–6. — С. 1220–1225. — EDN: TFDWAF.
- Савко Д. А. и Шевырев Л. Т. Распределение тонкого золота в палеодолинных отложениях Воронежской антеклизы // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. — 2009. — № 4. — С. 39–45. — EDN: LLZVZB.
- Сигов А. П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. — Москва : Недра, 1969. — 296 с.
- Смелов А. П. и Сурнин А. А. Золото города Якутска // Наука из первых рук. — 2010. — Т. 34, № 4. — С. 16–20.
- Сорокин А. П. Морфоструктуры и кайнозойские россыпи золота Приамурья. — Москва : Наука, 1990. — 106 с.
- Степанов В. А. и Мельников А. В. Золотороссыпные центры Приамурья // Региональная геология и металлогения. — 2022. — № 92. — С. 77–84. — https://doi.org/10.52349/0869-7892_2022_92_77-84.
- Третьяков А. В., Нигматова С. А. и Габитова У. Б. Типы, размещение и перспективы палеогеновых и неогеновых россыпей золота в Западно-Калбинском золотоносном районе (Восточный Казахстан) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2020. — Т. 331, № 4. — С. 156–169. — <https://doi.org/10.18799/24131830/2020/4/2603>.
- Трушков Ю. Н., Избеков Э. Д., Томская А. И. и др. Золотоносность Вилюйской синеклизы и ее обрамления. — Новосибирск : Наука, 1975. — 149 с.
- Хаин В. Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000). — Москва : Научный Мир, 2001. — 606 с.
- Шило Н. А. Учение о россыпях. Теория россыпеобразующих рудных формаций и россыпей. — Владивосток : Дальнаука, 2002. — 576 с.
- Юриш В. В. Россыпная золотоносность Мугоджар // Геология и охрана недр. — 2016. — № 4. — С. 20–35. — EDN: YMRRYR.
- Barrios S., Florido P. and Reguilón R. Gold deposits in the western sector of the Central Spanish System // Boletín Geológico y Minero. — 2010. — Vol. 121, no. 1. — P. 3–14. — (In Spanish).
- Beck L. S. Alluvial Gold in the Upper Miocene to Eocene Cypress Hills Formation of Southwest Saskatchewan. — Saskatchewan Industry Resources. Open File Report 2004-1, 2004. — 15 p.
- Bini A., Cita M. B. and Gaetani M. Southern Alpine lakes - Hypothesis of an erosional origin related to the Messinian entrenchment // Marine Geology. — 1978. — Vol. 27, no. 3/4. — P. 271–288. — [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(78\)90035-x](https://doi.org/10.1016/0025-3227(78)90035-x).
- Borodyanskiy A. Sh. and Miller V. G. Tertiary multilayer placers in Kular gold-bearing region (Yakut ASSR) // International Geology Review. — 1970. — Vol. 12, no. 1. — P. 24–25. — <https://doi.org/10.1080/00206817009475203>.
- Bottrill R. S. Alluvial Gold in Tasmania. Second Edition. — Mineral Resources Tasmania, 2010.
- Bouysson Ph. Geological Map of the World, 3rd edition revised at the scale of 1:35,000,000. — Paris : Commission for the Geological Map of the World (CCGM-CGMW), 2014. — <https://doi.org/10.14682/2014CGM3R>.
- Camm G. S. Gold in the Counties of Cornwall and Devon. — Exeter, Devon : Short Run Press Ltd, 1999. — 116 p.

- Carter A., Riley T., Hillenbrandt C., et al. Widespread Antarctic glaciation during the Late Eocene // *Earth and Planetary Science Letters*. — 2017. — Vol. 458. — P. 49–57. — <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.10.045>.
- Chapman R., Mortensen J. K. and Murphy R. Compositional Signatures of Gold from Different Deposit Types in British Columbia, Canada // *Minerals*. — 2023. — Vol. 13, no. 8. — P. 1072. — <https://doi.org/10.3390/min13081072>.
- Chevillon-Guibert R. and Magrin G. Ruées vers l'or au Soudan, au Tchad et au Sahel: logiques étatiques, mobilités et contrôle territorial // *Bulletin de l'Association de géographes français*. — 2018. — Vol. 95, no. 2. — P. 272–289. — <https://doi.org/10.4000/bagf.3272>.
- Christensen O. D., Henry C. D. and Wood J. Origin of gold in placer deposits of the Sierra Nevada foothills, California // *New Concepts and Discoveries*. — Geological Society of Nevada Symposium 2015, 2015. — P. 833–859.
- Craig J. R. and Callahan J. E. Paleoplacer gold in the Lilesville sand and gravel deposits, North Carolina // *Georgia Geologic Survey Bulletin*. — 1989. — Vol. 117. — P. 121–141.
- Craw D. Delayed accumulation of placers during exhumation of orogenic gold in southern New Zealand // *Ore Geology Reviews*. — 2010. — Vol. 37, no. 3/4. — P. 224–235. — <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2010.03.006>.
- Craw D. River drainage reorientation during placer gold accumulation, southern New Zealand // *Mineralium Deposita*. — 2013. — Vol. 48, no. 7. — P. 841–860. — <https://doi.org/10.1007/s00126-013-0464-5>.
- Craw D., Phillips N. and Vearncombe J. Unconformities and Gold in New Zealand: Potential Analogues for the Archean Witwatersrand of South Africa // *Minerals*. — 2023. — Vol. 13, no. 8. — P. 1041. — <https://doi.org/10.3390/min13081041>.
- De Vicente G., Cloetingh S., Van Wees J. D., et al. Tectonic classification of Cenozoic Iberian foreland basins // *Tectonophysics*. — 2011. — Vol. 502, no. 1/2. — P. 38–61. — <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2011.02.007>.
- Dill H. G., Klosa D. and Steyer G. The "Donauplatin": source rock analysis and origin of a distal fluvial Au-PGE placer in Central Europe // *Mineralogy and Petrology*. — 2009. — Vol. 96, no. 3/4. — P. 141–161. — <https://doi.org/10.1007/s00710-009-0060-7>.
- dos Santos Alves K., Barrios Sánchez S., Gómez Barreiro J., et al. Morphological and compositional analysis of alluvial gold: The Fresnedoso gold placer (Spain) // *Ore Geology Reviews*. — 2020. — Vol. 121, no. 6/7. — P. 103489. — <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103489>.
- Drăgușanu S., Tămaș C. T. and Andrii M. A first record of alluvial gold in the Olănești and Cheia rivers, Southern Carpathians, Romania // *Geological Quarterly*. — 2024. — Vol. 68, no. 1. — <https://doi.org/10.7306/gq.1727>.
- Elsner H. Goldgewinnung in Deutschland - Historie und Potenzial // *Commodity Top News*. — 2009. — No. 30. — P. 1–10.
- Ersoy A. The current status of gold mining in Turkey: An overview // *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. — 2022. — Vol. 11. — P. 1103–1114. — <https://doi.org/10.28948/ngumuh.1100437>.
- Fantoni R., Bider C., Cerri R., et al. Dalle Alpi alla pianura Padana L'oro della Bessa e del Ticino // *Il futuro di una storia millenaria*. Vol. 26. — Gorno : Ecomuseo delle Miniere di Gorno e Incontri Tra/Montani, 2016. — P. 41–42. — (In Italian).
- Gibbard P. L. Giovanni Arduino - the man who invented the Quaternary // *Quaternary International*. — 2019. — Vol. 500. — P. 11–19. — <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.04.021>.
- Grayson R. Anatomy People's Gold Rush in Modern Mongolia // *World Placer Journal*. — 2007. — Vol. 7. — P. 1–66.
- Guevara D. N. F. History of Gold in Tierra del Fuego // *Geological Resources of Tierra del Fuego*. — Ushuaia, Tierra del Fuego : Springer International Publishing, 2021. — P. 97–154. — https://doi.org/10.1007/978-3-030-60683-1_8.
- Henley R. W. and Adams J. On the evolution of giant gold placers // *Transaction of the institute of Mining and Metallurgy*. — 1979. — Vol. 88. — P. 41–50.
- Heraul G., Fornari M., Viscarra G., et al. Geodynamic and Gold Distribution in the Tipuani-Mapiri Basin (Bolivia) // *International Symposium on Intermontane Basins. Geology & Resources*. — Chiang Mai, Thailand, 1989. — P. 342–352.
- Heredia N., Fernández L. P., Martín-González F., et al. Depositional style and tectonostratigraphic evolution of El Bierzo Tertiary sub-basin (Pyrenean orogen, NW Spain) // *Geologica Acta*. — 2015. — Vol. 13, no. 1. — P. 1–23. — <https://doi.org/10.1344/GeologicaActa2015.13.1.1>.
- Hilson G., Mondale S., Hilson A., et al. Formalizing artisanal and small-scale mining in Mozambique: Concerns, priorities and challenges // *Resources Policy*. — 2021. — Vol. 71. — P. 102001. — <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102001>.
- Holland S. S. Placer gold production of British Columbia. — Victoria : Queen's Printer for British Columbia, 1983.

- Howlett C. J. and Laskowski A. K. Determining the source of placer gold in the Anaconda metamorphic core complex supradetachment basin using detrital zircon U-Pb geochronology, western Montana, USA // *Geosphere*. — 2020. — Vol. 17, no. 1. — P. 154–170. — <https://doi.org/10.1130/ges02226.1>.
- Hughes M. J., Phillips G. N. and Carey S. P. Giant Placers of the Victorian Gold Province // *SEG Discovery*. — 2004. — No. 56. — P. 1–18. — <https://doi.org/10.5382/SEGnews.2004-56.fea>.
- Idrus A., Raharjanti N. and Sufriadin. Characteristics and Potential of Placer Gold Deposit in Lakan Bilem Block, West Kutai District, East Kalimantan, Indonesia // *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*. — 2022. — Vol. 7, no. 4. — P. 182–188. — <https://doi.org/10.25299/jgeet.2022.7.4.10772>.
- Johnson C. B. and McQueen K. G. The nature of gold-bearing palaeochannel sediments in the Gidji area north of Kalgoorlie, Western Australia // *Quaternary International*. — 2001. — Vol. 82, no. 1. — P. 51–62. — [https://doi.org/10.1016/s1040-6182\(01\)00008-8](https://doi.org/10.1016/s1040-6182(01)00008-8).
- Kaphle K. P., Joshi P. R. and Khan H. R. Placer gold occurrences along the major rivers of Nepal Himalaya and their possible primary sources // *Journal of Nepal Geological Society*. — 1996. — Vol. 13. — P. 51–64. — <https://doi.org/10.3126/jngs.v13i0.32131>.
- Knox R. W. O'B., Pearson P. N., Barry T. L., et al. Examining the case for the use of the Tertiary as a formal period or informal unit // *Proceedings of the Geologists Association*. — 2012. — Vol. 123, no. 3. — P. 390–393. — <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2012.05.004>.
- Lawrie K. C., Chan R. A., Gibson D. L., et al. Alluvial gold potential in buried palaeochannels in the Wyalong district, Lachlan Fold Belt, New South Wales // *AGSO Research Newsletter*. — 1999. — Vol. 30. — P. 1–5.
- Le Barge W. P. Placer Deposits of the Yukon: Overview and Potential for New Discoveries // *Yukon Quaternary Geology Volume 1*. — Exploration, Geological Services Division, Northern Affairs Program, 1996. — P. 1–12.
- Leckie D. A. and Crow D. Westerly derived Early Cretaceous gold paleoplacers in the Western Canada foreland basin, southwestern Alberta: tectonic and economic implications // *Canadian Journal of Earth Sciences*. — 1995. — Vol. 32, no. 8. — P. 1079–1092. — <https://doi.org/10.1139/e95-090>.
- Lehrberger G. The Gold Deposits of Europe // *Prehistoric Gold in Europe*. NATO ASI Series, vol 280. — Springer Netherlands, 1995. — P. 115–144. — https://doi.org/10.1007/978-94-015-1292-3_10.
- Lindgren W. The Tertiary gravels of the Sierra Nevada of California. — Washington : Department of the Interior USGS, 1911. — 293 p. — <https://doi.org/10.3133/pp73>.
- Loen J. S. Mass balance constraints on gold placers; possible solutions to "source area problems" // *Economic Geology*. — 1992. — Vol. 87, no. 6. — P. 1624–1634. — <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.87.6.1624>.
- Lowey G. W. The origin and evolution of the Klondike goldfields, Yukon, Canada // *Ore Geology Reviews*. — 2006. — Vol. 28, no. 4. — P. 431–450. — <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2005.03.007>.
- Mamedov A. E. Gold bearing conglomerates in some molasse basins of Iran // *Iranian Journal of Earth Sciences*. — 2011. — Vol. 3. — P. 47–58.
- Miller K., Browning J., Schmelz W., et al. Cenozoic sea-level and cryospheric evolution from deep-sea geochemical and continental margin records // *Science Advances*. — 2020. — Vol. 6, no. 20. — <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz1346>.
- Naden J. and Henney P. J. Characterization of gold from Fiji. — Keyworth, Nottingham : British Geological Survey, 1995. — 57 p.
- Nokleberg W., Parfenov L. M., Monger J. W. H., et al. Circum-north Pacific tectonostratigraphic terrane map. — USGS, 1994. — P. 221.
- Pandey M., Pant N., Arora D., et al. A review of Antarctic ice sheet fluctuations records during Cenozoic and its cause and effect relation with the climatic conditions // *Polar Science*. — 2021. — Vol. 30. — P. 100720. — <https://doi.org/10.1016/j.polar.2021.100720>.
- Patyk-Kara N. G. Cenozoic placer deposits and fluvial channel systems on the Arctic shelf of Siberia // *Economic Geology*. — 1999. — Vol. 94, no. 5. — P. 707–720. — <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.94.5.707>.
- Pérez-García L. C., Sánchez-Palencia F. J. and Torres-Ruiz J. Tertiary and Quaternary alluvial gold deposits of Northwest Spain and Roman mining (NW of Duero and Bierzo Basins) // *Journal of Geochemical Exploration*. — 2000. — Vol. 71, no. 2. — P. 225–240. — [https://doi.org/10.1016/S0375-6742\(00\)00154-0](https://doi.org/10.1016/S0375-6742(00)00154-0).
- Pipino G. La raccolta dell'oro nei fiumi della Pianura Padana. — Valenzia : Tipolitografia Novografica, 1989. — 23 p. — (In Italian).
- Reed J. C., Wheeler J. O. and Tucholke B. E. Geological map of North America. Scale 1:5,000,000. — National Cooperative Geologic Mapping Program (USGS), 2005.
- Rizzotto G. J. Províncias e distritos auríferos do Brasil. — Goiânia : CPRM, 2022. — (In Portuguese).

- Rukhlov A. S. Review of metallic mineralization in Alberta with emphasis on gold potential. — Edmonton : Energy Resources Conservation Board, ERCB/AGS Open File Report 2011-01, 2011. — 93 p.
- Rushdi S. Geology of Egypt. — Rotterdam : Balkeema, 1990. — 729 p.
- Al-Safarjalani A. M. Placer Gold Deposits in the Hofuf Formation, the Eastern Province of Saudi Arabia. — Al-Hofuf : King Faisal University, 1999. — 101 p.
- Santosh M., Phillip R., Jacob M. K., et al. Highly pure placer gold formation in the Nilambur Valley, Wynad Gold Field, southern India // *Mineralium Deposita*. — 1992. — Vol. 27, no. 4. — <https://doi.org/10.1007/BF00193404>.
- Surour A. A., El-Kammar A. A., Arafa E. H., et al. Dahab stream sediments, southeastern Sinai, Egypt: a potential source of gold, magnetite and zircon // *Journal of Geochemical Exploration*. — 2003. — Vol. 77, no. 1. — P. 25–43. — [https://doi.org/10.1016/s0375-6742\(02\)00268-6](https://doi.org/10.1016/s0375-6742(02)00268-6).
- Viladevall M., Camacho G., Marturiay R., et al. Los placeres auríferos de la llanura aluvial del río Segre y delta del río Ebro (ne de la península ibérica) // *Gisements alluviaux d'or, La Paz, 1-5 juin 1991*. — La Paz : ORSTOM, 1991. — P. 187–215. — (In Spanish).
- Viladevall M., Pacheco J. A. and Cadena J. L. Sand and gravel plants as potential sources of gold production in the European Union // *Applied Earth Science*. — 2006. — Vol. 115, no. 3. — P. 94–102. — <https://doi.org/10.1179/174327506x138913>.
- Wierchowicz J. Morphology and chemistry of placer gold grains - indicators of the origin of the placers: An example from the East Sudetic Foreland, Poland // *Acta Geologica Polonica*. — 2002. — Vol. 52, no. 4. — P. 563–576.
- Yeend W., Stauffer P. H. and Hendley J. W. Rivers of gold; placer mining in Alaska. — US Geological Survey, 1998. — <https://doi.org/10.3133/fs05898>.

TERRIGENOUS TERTIARY GOLD BEARING STRATA: WORLD DISTRIBUTION, ECONOMIC SIGNIFICANCY AND MODERN PLACER FORMATION CAPACITY

O. V. Vladimirtseva^{*1} , A. V. Lalomov¹ , A. M. Prasolov^{1,2} , and S. Yu. Orlov³ 

¹Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS (IGEM RAS), Moscow, Russia

²Russian State University for Geological Prospecting (MGRI), Moscow, Russia

³Limited liability company “Narankay”, Moscow, Russia

****Correspondence to:** Olga Vladimirtseva, olga_9_4@mail.ru.

The article is dedicated to estimation of tertiary terrigenous strata role in world gold mining. Localization peculiarities of tertiary gold deposits and their placers were examined. Main aim of the work is approbation of assumption about rewashing of tertiary median collectors is principal factor of formation for significant part of quaternary gold placers within cenozoic sedimentary basins or in their vicinity. In the article known gold placer sites were reviewed in comparison with areas of tertiary basins (modern and reconstructed) and primary gold occurrences. Modern placers without significant mother lodes in close vicinity are often located in valleys of low and middle mountains highs. These highs are rim of different order tertiary basins (continental slope, intermountain, piedmont basins). Placer gold of these feeder valleys can be viewed as “projection” gold of valley cutting for all tertiary time. Morphostrucural schemes for All World and most representative studied tertiary gold bearing regions are present there. Possibilities of finding of new gold deposits of the type in Russia and in the World were considered.

Keywords: Terrigenous tertiary strata, palaeogen, neogen, orogenesis, sedimentary basins, placers, median collector, gold.

Citation: Vladimirtseva O. V., Lalomov A. V., Prasolov A. M., and Orlov S. Yu. (2025), Terrigenous Tertiary Gold Bearing Strata: World Distribution, Economic Significance and Modern Placer Formation Capacity, *Russian Journal of Earth Sciences*, 25, ES5025, <https://doi.org/10.2205/2025ES001030>, EDN: RJPTWN

Received: November 26, 2024

Accepted: July 30, 2025

Published: December 16, 2025



© 2025. The Authors.

References

- Agibalov O. A. Placer Gold Potential of the Arctic Marine Chukotka Plains: Metallogenic and Structural-Geomorphological Preconditions of Placer Formation, Forecasting and Prospecting Issues // *Otechestvennaya Geologiya*. — 2019. — No. 6. — P. 17–27. — <https://doi.org/10.24411/0869-7175-2019-10044>. — (In Russian).
- Armand N. N., Belousov V. D., Bykhovsky L. Z., et al. Dictionary on Placer Geology / ed. by N. N. Armand, V. D. Belousov, L. Z. Bykhovsky and N. A. Shilo. — Moscow : Nedra, 1985. — P. 210. 210 p. — URL: <https://www.geokniga.org/books/802> ; (in Russian).
- Barannikov A. G. and Osovetskii B. M. Platinum and Platinum-Placers of the Urals, Criteria and Features of Their Spatial Association With the Primary Sources // *News of the Ural State Mining University*. — 2014. — 3(35). — P. 12–29. — (In Russian).
- Barrios S., Florido P. and Reguilón R. Gold deposits in the western sector of the Central Spanish System // *Boletín Geológico y Minero*. — 2010. — Vol. 121, no. 1. — P. 3–14. — (In Spanish).
- Beck L. S. Alluvial Gold in the Upper Miocene to Eocene Cypress Hills Formation of Southwest Saskatchewan. — Saskatchewan Industry Resources. Open File Report 2004-1, 2004. — 15 p.
- Bespaev Kh. A., Aubekero B. Zh., Abishev V. M., et al. Gold Placers of Kazakhstan. Handbook. — Almaty, 1999. — 228 p. — (In Russian).

- Bilibin Yu. A. Fundamentals of Placer Geology. Part 1. Formation of Placers. — Moscow : Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, 1955. — 472 p. — (In Russian).
- Bini A., Cita M. B. and Gaetani M. Southern Alpine lakes - Hypothesis of an erosional origin related to the Messinian entrenchment // Marine Geology. — 1978. — Vol. 27, no. 3/4. — P. 271–288. — [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(78\)90035-x](https://doi.org/10.1016/0025-3227(78)90035-x).
- Bogush I. A. and Ryabov G. V. Precious Metals in Scatterings Pool of River Urup-Big Laba (North Kavkaz) // Bulletin of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Technical Sciences. — 2011. — No. 3. — P. 94–97. — EDN: [NWEBIB](https://www.edn.ru/NWEBIB); (in Russian).
- Borodyanskiy A. Sh. and Miller V. G. Tertiary multilayer placers in Kular gold-bearing region (Yakut ASSR) // International Geology Review. — 1970. — Vol. 12, no. 1. — P. 24–25. — <https://doi.org/10.1080/00206817009475203>.
- Bottrill R. S. Alluvial Gold in Tasmania. Second Edition. — Mineral Resources Tasmania, 2010.
- Bouysse Ph. Geological Map of the World, 3rd edition revised at the scale of 1:35,000,000. — Paris : Commission for the Geological Map of the World (CCGM-CGMW), 2014. — <https://doi.org/10.14682/2014CGM3R>.
- Camm G. S. Gold in the Counties of Cornwall and Devon. — Exeter, Devon : Short Run Press Ltd, 1999. — 116 p.
- Carter A., Riley T., Hillenbrandt C., et al. Widespread Antarctic glaciation during the Late Eocene // Earth and Planetary Science Letters. — 2017. — Vol. 458. — P. 49–57. — <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.10.045>.
- Chapman R., Mortensen J. K. and Murphy R. Compositional Signatures of Gold from Different Deposit Types in British Columbia, Canada // Minerals. — 2023. — Vol. 13, no. 8. — P. 1072. — <https://doi.org/10.3390/min13081072>.
- Chevillon-Guibert R. and Magrin G. Ruées vers l'or au Soudan, au Tchad et au Sahel: logiques étatiques, mobilités et contrôle territorial // Bulletin de l'Association de géographes français. — 2018. — Vol. 95, no. 2. — P. 272–289. — <https://doi.org/10.4000/bagf.3272>.
- Christensen O. D., Henry C. D. and Wood J. Origin of gold in placer deposits of the Sierra Nevada foothills, California // New Concepts and Discoveries. — Geological Society of Nevada Symposium 2015, 2015. — P. 833–859.
- Craig J. R. and Callahan J. E. Paleoplacer gold in the Lilesville sand and gravel deposits, North Carolina // Georgia Geologic Survey Bulletin. — 1989. — Vol. 117. — P. 121–141.
- Craw D. Delayed accumulation of placers during exhumation of orogenic gold in southern New Zealand // Ore Geology Reviews. — 2010. — Vol. 37, no. 3/4. — P. 224–235. — <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2010.03.006>.
- Craw D. River drainage reorientation during placer gold accumulation, southern New Zealand // Mineralium Deposita. — 2013. — Vol. 48, no. 7. — P. 841–860. — <https://doi.org/10.1007/s00126-013-0464-5>.
- Craw D., Phillips N. and Vearncombe J. Unconformities and Gold in New Zealand: Potential Analogues for the Archean Witwatersrand of South Africa // Minerals. — 2023. — Vol. 13, no. 8. — P. 1041. — <https://doi.org/10.3390/min13081041>.
- De Vicente G., Cloetingh S., Van Wees J. D., et al. Tectonic classification of Cenozoic Iberian foreland basins // Tectonophysics. — 2011. — Vol. 502, no. 1/2. — P. 38–61. — <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2011.02.007>.
- Dill H. G., Klosa D. and Steyer G. The "Donauplatin": source rock analysis and origin of a distal fluvial Au-PGE placer in Central Europe // Mineralogy and Petrology. — 2009. — Vol. 96, no. 3/4. — P. 141–161. — <https://doi.org/10.1007/s00710-009-0060-7>.
- dos Santos Alves K., Barrios Sánchez S., Gómez Barreiro J., et al. Morphological and compositional analysis of alluvial gold: The Fresnedoso gold placer (Spain) // Ore Geology Reviews. — 2020. — Vol. 121, no. 6/7. — P. 103489. — <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103489>.
- Drăgușanu S., Tămaș C. T. and Andrii M. A first record of alluvial gold in the Olănești and Cheia rivers, Southern Carpathians, Romania // Geological Quarterly. — 2024. — Vol. 68, no. 1. — <https://doi.org/10.7306/gq.1727>.
- Elsner H. Goldgewinnung in Deutschland - Historie und Potenzial // Commodity Top News. — 2009. — No. 30. — P. 1–10.
- Ersoy A. The current status of gold mining in Turkey: An overview // Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. — 2022. — Vol. 11. — P. 1103–1114. — <https://doi.org/10.28948/ngumuh.1100437>.
- Fantoni R., Bider C., Cerri R., et al. Dalle Alpi alla pianura Padana L'oro della Bessa e del Ticino // Il futuro di una storia millenaria. Vol. 26. — Gorno : Ecomuseo delle Miniere di Gorno e Incontri Tra/Montani, 2016. — P. 41–42. — (In Italian).
- Gavrish A. V. and Kuz'min V. G. Placer Gold Potential of the Taimyr-Severnaya Zemlya Province // Russian Arctic: geological history, minerageny, geocology. — Sankt-Peterburg : VNIIOkeangeologiya, 2002. — P. 629–640. — (In Russian).
- Geological map of Europe and the European part of the USSR. Scale 1:10,000,000 / ed. by A. A. Bogdanov. — Moscow : VSEGEI, 1964. — (In Russian).

- Geological map of Russia and adjoining water areas. Scale 1:2,500,000 / ed. by O. V. Petrov et al. — Saint-Petersburg : VSEGEI, 2012. — (In Russian).
- Gibbard P. L. Giovanni Arduino – the man who invented the Quaternary // *Quaternary International*. — 2019. — Vol. 500. — P. 11–19. — <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.04.021>. — (In Russian).
- Glukhov Yu. V., Fillippov V. N., Isaenko S. I., et al. The Rare Gold From Paleo-Placer Bezdubovo With Indices of Its Recent Release // *Zapiski RMO (Proceedings of the Russian Mineralogical Society)*. — 2007. — Vol. 136, no. 4. — P. 51–62. — EDN: [IBIDBD](https://www.edn.ru/IBIDBD) ; (in Russian).
- Gol'dfarb Yu. I. Dynamics of Formation, Classification and Age of Alluvial Gold Placers of Northeast Asia. Abstract of a Dissertation for the Degree of Doctor of Geological and Mineralogical Sciences. — Magadan : North-Eastern Complex Research Institute (SVKNII) of the FEB RAS, 2009. — 50 p. — (In Russian).
- Grayson R. Anatomy People's Gold Rush in Modern Mongolia // *World Placer Journal*. — 2007. — Vol. 7. — P. 1–66.
- Guevara D. N. F. History of Gold in Tierra del Fuego // *Geological Resources of Tierra del Fuego*. — Ushuaia, Tierra del Fuego : Springer International Publishing, 2021. — P. 97–154. — https://doi.org/10.1007/978-3-030-60683-1_8.
- Henley R. W. and Adams J. On the evolution of giant gold placers // *Transaction of the institute of Mining and Metallurgy*. — 1979. — Vol. 88. — P. 41–50.
- Heraïl G., Fornari M., Viscarra G., et al. Geodynamic and Gold Distribution in the Tipuani-Mapiri Basin (Bolivia) // *International Symposium on Intermontane Basins. Geology & Resources*. — Chiang Mai, Thailand, 1989. — P. 342–352.
- Heredia N., Fernández L. P., Martín-González F., et al. Depositional style and tectonostratigraphic evolution of El Bierzo Tertiary sub-basin (Pyrenean orogen, NW Spain) // *Geologica Acta*. — 2015. — Vol. 13, no. 1. — P. 1–23. — <https://doi.org/10.1344/GeologicaActa2015.13.1.1>.
- Hilson G., Mondale S., Hilson A., et al. Formalizing artisanal and small-scale mining in Mozambique: Concerns, priorities and challenges // *Resources Policy*. — 2021. — Vol. 71. — P. 102001. — <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102001>.
- Holland S. S. Placer gold production of British Columbia. — Victoria : Queen's Printer for British Columbia, 1983.
- Howlett C. J. and Laskowski A. K. Determining the source of placer gold in the Anaconda metamorphic core complex supradetachment basin using detrital zircon U-Pb geochronology, western Montana, USA // *Geosphere*. — 2020. — Vol. 17, no. 1. — P. 154–170. — <https://doi.org/10.1130/ges02226.1>.
- Hughes M. J., Phillips G. N. and Carey S. P. Giant Placers of the Victorian Gold Province // *SEG Discovery*. — 2004. — No. 56. — P. 1–18. — <https://doi.org/10.5382/SEGnews.2004-56.fea>.
- Idrus A., Raharjanti N. and Sufriadin. Characteristics and Potential of Placer Gold Deposit in Lakan Bilem Block, West Kutai District, East Kalimantan, Indonesia // *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*. — 2022. — Vol. 7, no. 4. — P. 182–188. — <https://doi.org/10.25299/jgeet.2022.7.4.10772>.
- Ivensen Yu. P., Levin V. I. and Nuzhnov S. V. Formational Types of Ancient Gold Placers and Methods of Their Prospecting. — Moscow : Nauka, 1969. — 209 p. — (In Russian).
- Johnson C. B. and McQueen K. G. The nature of gold-bearing palaeochannel sediments in the Gidji area north of Kalgoorlie, Western Australia // *Quaternary International*. — 2001. — Vol. 82, no. 1. — P. 51–62. — [https://doi.org/10.1016/s1040-6182\(01\)00008-8](https://doi.org/10.1016/s1040-6182(01)00008-8).
- Kaphle K. P., Joshi P. R. and Khan H. R. Placer gold occurrences along the major rivers of Nepal Himalaya and their possible primary sources // *Journal of Nepal Geological Society*. — 1996. — Vol. 13. — P. 51–64. — <https://doi.org/10.3126/jngs.v13i0.32131>.
- Kardash V. T. Conditions of Formation and Prospects for Discovering Placer Deposits of Fine Gold in Ukraine // *Geology and Mineral Resources of World Ocean*. — 2008. — Vol. 12, no. 2. — P. 22–33. — EDN: [LALWGJ](https://www.edn.ru/LALWGJ) ; (in Russian).
- Kazakevich Yu. P. Conditions of Formation and Preservation of Complex Buried Gold Placers. — Moscow : Nedra, 1972. — 216 p. — (In Russian).
- Khain V. E. Tectonics of continents and oceans (year 2000). — Moscow : Scientific World, 2001. — 606 p. — (In Russian).
- Knox R. W. O'B., Pearson P. N., Barry T. L., et al. Examining the case for the use of the Tertiary as a formal period or informal unit // *Proceedings of the Geologists Association*. — 2012. — Vol. 123, no. 3. — P. 390–393. — <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2012.05.004>.
- Konstantinovskiy A. A. Paleoplacers in the Evolution of the Continental Sedimentary Shell. — Moscow : Scientific World, 2000. — 288 p. — (In Russian).
- Kozin A. K., Stepanov S. Yu., Palamarchuk R. S., et al. Mineral Associations of Concentrates from Gold-Bearing Placers of the Miass Placer Zone (South Urals) and Possible Primary Sources of Gold // *Russian Geology and Geophysics*. — 2023. — Vol. 64, no. 9. — P. 1015–1030. — <https://doi.org/10.2113/rgg20234543>.
- Krendelelev F. P. Metalliferous Conglomerates of World. — Novosibirsk : Nauka, 1974. — 239 p. — (In Russian).

- Kungurova V. Ye. About Gold Content of the Shallow Marine Shelf Zone of Southwestern Kamchatka // Bulletin of the North-East Science Center. — 2022. — No. 3. — P. 25–40. — <https://doi.org/10.34078/1814-0998-2022-3-25-40>. — (In Russian).
- Lalomov A. V. Placer Deposits of the Russian Arctic and Ways of Development // Mineralogy. — 2017. — No. 2. — P. 30–42. — (In Russian).
- Lawrie K. C., Chan R. A., Gibson D. L., et al. Alluvial gold potential in buried palaeochannels in the Wyalong district, Lachlan Fold Belt, New South Wales // AGSO Research Newsletter. — 1999. — Vol. 30. — P. 1–5.
- Le Barge W. P. Placer Deposits of the Yukon: Overview and Potential for New Discoveries // Yukon Quaternary Geology Volume 1. — Exploration, Geological Services Division, Northern Affairs Program, 1996. — P. 1–12.
- Leckie D. A. and Craw D. Westerly derived Early Cretaceous gold paleoplacers in the Western Canada foreland basin, southwestern Alberta: tectonic and economic implications // Canadian Journal of Earth Sciences. — 1995. — Vol. 32, no. 8. — P. 1079–1092. — <https://doi.org/10.1139/e95-090>.
- Lehrberger G. The Gold Deposits of Europe // Prehistoric Gold in Europe. NATO ASI Series, vol 280. — Springer Netherlands, 1995. — P. 115–144. — https://doi.org/10.1007/978-94-015-1292-3_10.
- Levchenko E. N. and Grigoreva A. V. Typomorphic and Processrelated Features of Associated Gold in Complex Placer Deposits // Obogashchenie Rud. — 2021. — No. 3. — P. 24–32. — <https://doi.org/10.17580/or.2021.03.05>. — (In Russian).
- Lindgren W. The Tertiary gravels of the Sierra Nevada of California. — Washington : Department of the Interior USGS, 1911. — 293 p. — <https://doi.org/10.3133/pp73>.
- Litvinenko I. S. Fine and Ultrafine Gold in Placers of Northeastern Russia // Russian Journal of Pacific Geology. — 2008. — Vol. 2, no. 2. — P. 175–186. — <https://doi.org/10.1134/S1819714008020085>.
- Loen J. S. Mass balance constraints on gold placers; possible solutions to "source area problems" // Economic Geology. — 1992. — Vol. 87, no. 6. — P. 1624–1634. — <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.87.6.1624>.
- Lowey G. W. The origin and evolution of the Klondike goldfields, Yukon, Canada // Ore Geology Reviews. — 2006. — Vol. 28, no. 4. — P. 431–450. — <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2005.03.007>.
- Maksimov M. M. Essay on Gold. — Moscow : Nedra, 1977. — 128 p. — (In Russian).
- Mamedov A. E. Gold bearing conglomerates in some molasse basins of Iran // Iranian Journal of Earth Sciences. — 2011. — Vol. 3. — P. 47–58.
- Matsaulin V. U., Yusupov A. R. and Cherkashin V. I. First occurrences of terrigenous gold and platinum in the Miocene sediments of the Eastern Caucasus, Dagestan // Doklady Earth Sciences. — 2009. — Vol. 425, no. 1. — P. 223–225. — <https://doi.org/10.1134/S1028334X0902010X>.
- Miller K., Browning J., Schmelz W., et al. Cenozoic sea-level and cryospheric evolution from deep-sea geochemical and continental margin records // Science Advances. — 2020. — Vol. 6, no. 20. — <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz1346>.
- Milton V. Comparative Characteristics of Alluvial Gold Mineralization of the River Marañon (Peru) and the District La Carolina (Argentina) // Georesources. — 2013. — Vol. 2, no. 52. — P. 34–38. — (In Russian).
- Molchanov A. V., Petrov O. V., Leont'ev V. I., et al. Aldan-Viluy province - a new oreand placer gold-bearing area in the East of Russia // Regional Geology and Metallogeny. — 2021. — No. 88. — P. 39–64. — https://doi.org/10.52349/0869-7892_2021_88_39-64. — (In Russian).
- Naden J. and Henney P. J. Characterization of gold from Fiji. — Keyworth, Nottingham : British Geological Survey, 1995. — 57 p.
- Naumov V. A. and Kovrizhnykh S. B. Main Features of Formation of the Placers Gold Deposits on the Western Slope of the Middle Urals // Bulletin of Perm University. Geology. — 2018. — Vol. 17, no. 2. — P. 164–170. — <https://doi.org/10.17072/psu.geol.17.2.164>. — (In Russian).
- Naumov V. A., Naumova O. B. and Lunev B. S. Comprehensive Channel Sand and Gravel Deposits in the Urals and Priuralye // Modern problems of science and education. — 2012. — No. 6. — (In Russian).
- Nekrasov A. I. Geology and Noble Metal Mineralogeny of the Verkhoyansk-Kolyma Folded Region. Dissertation for the Degree of Doctor of Geological and Mineralogical Sciences. — Moscow : TSNIGRI, 2017. — 347 p. — (In Russian).
- Nesterenko G. V. Prediction of Gold Mineralization from Placers: (Case Study of Southern Siberia Regions). — Novosibirsk : Nauka, 1991. — 187 p. — (In Russian).
- Nesterenko G. V., Dargevich V. A. and Evdokimov E. I. Mesozoic and Cenozoic Placers in the South of Western Siberia // Placer geology of the south of Western Siberia. — Moscow : Nauka, 1969. — P. 5–31. — (In Russian).
- Nikiforova Z. S., Kalinin Yu. A., Naumov V. A., et al. Model of the Gold-Bearing Placer Formation in Platform Areas (Eastern Siberian Platform) // Lithology and Mineral Resources. — 2023. — Vol. 58, no. 6. — P. 558–572. — <https://doi.org/10.1134/s0024490223700232>.

- Nokleberg W., Parfenov L. M., Monger J. W. H., et al. Circum-north Pacific tectonostratigraphic terrane map. — USGS, 1994. — P. 221.
- Pandey M., Pant N., Arora D., et al. A review of Antarctic ice sheet fluctuations records during Cenozoic and its cause and effect relation with the climatic conditions // *Polar Science*. — 2021. — Vol. 30. — P. 100720. — <https://doi.org/10.1016/j.polar.2021.100720>.
- Patyk-Kara N. G. Cenozoic placer deposits and fluvial channel systems on the Arctic shelf of Siberia // *Economic Geology*. — 1999. — Vol. 94, no. 5. — P. 707–720. — <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.94.5.707>.
- Patyk-Kara N. G. Minerageny of Placers: Types of Placer Bearing Provinces. — Moscow : IGEM RAS, 2008. — 528 p. — EDN: QKHYAR ; (in Russian).
- Pérez-García L. C., Sánchez-Palencia F. J. and Torres-Ruiz J. Tertiary and Quaternary alluvial gold deposits of Northwest Spain and Roman mining (NW of Duero and Bierzo Basins) // *Journal of Geochemical Exploration*. — 2000. — Vol. 71, no. 2. — P. 225–240. — [https://doi.org/10.1016/S0375-6742\(00\)00154-0](https://doi.org/10.1016/S0375-6742(00)00154-0).
- Pipino G. La raccolta dell'oro nei fiumi della Pianura Padana. — Valenzia : Tipolitografia Novografica, 1989. — 23 p. — (In Italian).
- Prasolov A. M. and Vladimirtseva O. V. Material characteristic of Vetvisty creek placer gold and prospects for atypical-source deposits in the middle course of the Selennyakh river (Momsy and Abyisky district, Yakutia) // *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. — 2024. — Vol. 66, no. 2. — P. 80–90. — <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2024-66-2-80-90>. — (In Russian).
- Prudnikov S. G. Neogene Gold Placer - A Promising New Type of Placer Deposits of the Sayan-Tuvian Uplands // *Fundamental'nye Issledovaniya*. — 2014. — No. 12–6. — P. 1220–1225. — EDN: TFDWAF ; (in Russian).
- Reed J. C., Wheeler J. O. and Tucholke B. E. Geological map of North America. Scale 1:5,000,000. — National Cooperative Geologic Mapping Program (USGS), 2005.
- Rizzotto G. J. Províncias e distritos auríferos do Brasil. — Goiânia : CPRM, 2022. — (In Portuguese).
- Rukhlov A. S. Review of metallic mineralization in Alberta with emphasis on gold potential. — Edmonton : Energy Resources Conservation Board, ERCB/AGS Open File Report 2011-01, 2011. — 93 p.
- Rushdi S. Geology of Egypt. — Rotterdam : Balkeema, 1990. — 729 p.
- Al-Safarjalani A. M. Placer Gold Deposits in the Hofuf Formation, the Eastern Province of Saudi Arabia. — Al-Hofuf : King Faisal University, 1999. — 101 p.
- Santosh M., Phillip R., Jacob M. K., et al. Highly pure placer gold formation in the Nilambur Valley, Wynad Gold Field, southern India // *Mineralium Deposita*. — 1992. — Vol. 27, no. 4. — <https://doi.org/10.1007/BF00193404>.
- Savko D. A. and Shevyrev L. T. Distribution of Fine Gold in Paleovalley Deposits of Voronezh Antecline // *Proceedings of Higher Educational Establishments. Geology and Exploration*. — 2009. — No. 4. — P. 39–45. — EDN: LLZVZB ; (in Russian).
- Shilo N. A. Teaching on placers deposits. The placer-forming ore associations and generation theory. — Vladivostok : Dalnauka, 2002. — 576 p. — (In Russian).
- Sigov A. P. Metallogeny of the Mesozoic and Cenozoic of the Urals. — Moscow : Nedra, 1969. — 296 p. — (In Russian).
- Smelov A. P. and Surnin A. A. Gold of the City of Yakutsk // *Nauka iz Pervykh Ruk*. — 2010. — Vol. 34, no. 4. — P. 16–20. — (In Russian).
- Sorokin A. P. Morphostructures and Cenozoic Gold Placers of the Amur Region. — Moscow : Nauka, 1990. — 106 p. — (In Russian).
- Stepanov V. A. and Melnikov A. V. Gold-Placer Centers of the Amur Region // *Regional Geology and Metallogeny*. — 2022. — No. 92. — P. 77–84. — https://doi.org/10.52349/0869-7892_2022_92_77-84. — (In Russian).
- Surour A. A., El-Kammar A. A., Arafa E. H., et al. Dahab stream sediments, southeastern Sinai, Egypt: a potential source of gold, magnetite and zircon // *Journal of Geochemical Exploration*. — 2003. — Vol. 77, no. 1. — P. 25–43. — [https://doi.org/10.1016/s0375-6742\(02\)00268-6](https://doi.org/10.1016/s0375-6742(02)00268-6).
- Tretyakov A. V., Nigmatova S. A. and Gabitova U. B. Types, Distribution and Perspectives of Paleogene and Neogene Alluvial Gold in West-Kalba Gold-Bearing District (East Kazakhstan) // *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. — 2020. — Vol. 331, no. 4. — P. 156–169. — <https://doi.org/10.18799/24131830/2020/4/2603>. — (In Russian).
- Trushkov Yu. N., Izbekov E. D., Tomskaya A. I., et al. Gold Potential of the Vilyui Syncline and Its Framing. — Novosibirsk : Nauka, 1975. — 149 p. — (In Russian).
- Van-Van-E A. P. Prospects for the Development of Ancient Buried Gold Placers of the Far East // *Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)*. — 2012. — No. 2. — P. 331–336. — EDN: PVLQMV ; (in Russian).

- Vernadsky V. I. Selected Works. Vol. 2. — Moscow : Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, 1955. — 610 p. — (In Russian).
- Viladevall M., Camacho G., Marturiay R., et al. Los placeres auríferos de la llanura aluvial del río Segre y delta del río Ebro (ne de la península ibérica) // Gisements alluviaux d'or, La Paz, 1-5 juin 1991. — La Paz : ORSTOM, 1991. — P. 187–215. — (In Spanish).
- Viladevall M., Pacheco J. A. and Cadena J. L. Sand and gravel plants as potential sources of gold production in the European Union // Applied Earth Science. — 2006. — Vol. 115, no. 3. — P. 94–102. — <https://doi.org/10.1179/174327506x138913>.
- Vladimirtseva O. V., Konoplev V. A. and Bereznev M. V. Composition and gold-bearing potential of Neogene deposits in the middle reaches of the Selennyakh river, Republic of Sakha (Yakutia) // Ores and metals. — 2023. — No. 1. — P. 17–24. — <https://doi.org/10.47765/0869-5997-2023-10002>. — (In Russian).
- Volkodav I. G. Gold Placers of Adygea // Vestnik Adygeiskogo Gosudarstvennogo Universiteta. — 2005. — No. 1. — P. 44–48. — EDN: [JXTABR](#) ; (in Russian).
- Volkov A. V. Gold of Bolshevik Island // Zoloto i Tekhnologii. — 2020. — No. 2. — P. 20–27. — (In Russian).
- Wierchowicz J. Morphology and chemistry of placer gold grains - indicators of the origin of the placers: An example from the East Sudetic Foreland, Poland // Acta Geologica Polonica. — 2002. — Vol. 52, no. 4. — P. 563–576.
- Yeend W., Stauffer P. H. and Hendley J. W. Rivers of gold; placer mining in Alaska. — 1998. — <https://doi.org/10.3133/fs05898>.
- Yurish V. V. Placer Gold Potential of the Mugodzhar // Geologiya i Okhrana Nedr. — 2016. — No. 4. — P. 20–35. — EDN: [YMRYYR](#) ; (in Russian).
- Zarkhidze V. S. Tertiary Deposits of the Severnaya Zemlya Archipelago // Geology of the Severnaya Zemlya archipelago. — Leningrad : PGO «Sevmorgeologiya», 1982. — P. 130–133. — (In Russian).