

На правах рукописи



НИКИФОРОВА Зинаида Степановна

**ТИПОМОРФИЗМ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ
ГЕНЕЗИСА РОССЫПЕЙ И КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ
(ВОСТОК СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ)**

25. 00. 11. – «геология, поиски и разведка
твердых полезных ископаемых, минерагения»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

НОВОСИБИРСК – 2014

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук

Официальные оппоненты:

НЕСТЕРЕНКО Глеб Васильевич, доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева СО РАН (г. Новосибирск).

ГАМЯНИН Геннадий Николаевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФГБУН Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (г. Москва).

САВВА Наталья Евгеньевна, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник ФГБУН Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института им. Н.А. Шило ДВО (г. Магадан).

Ведущая организация:

Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ЦНИГРИ)
(г. Москва).

Защита состоится 23 декабря 2014 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 003.067.03, созданного на базе ФГБУН Института геологии и минералогии имени В.С. Соболева СО РАН, в конференц-зале.

Адрес: 630090, г. Новосибирск, просп. акад. Коптюга, д. 3.

Факс: (383)3332130, e-mail: turkina@igm.nsc.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН Института геологии и минералогии имени В.С. Соболева СО РАН (адрес сайта <http://www.igm.nsc.ru> в разделе «Образование»).

Автореферат разослан ___ноября 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор геол.-мин. наук

О.М. Туркина

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Работа направлена на решение фундаментальной проблемы – выявление генезиса обширной россыпной золотоносности и ее природы коренных источников в платформенных областях, перекрытых мощным чехлом мезо-кайнозойских отложений, где традиционные методы поиска и оценки золоторудных месторождений не эффективны.

На востоке Сибирской платформы россыпная золотоносность установлена еще в конце XIX в., но до сих пор остро дискуссионными остаются вопросы ее происхождения, а также промышленная значимость ее источников. Известно, что типоморфизм россыпного золота несет колоссальную информацию о природе самородного золота, как в эндогенных, так и в экзогенных условиях (Петровская, 1973; Николаева, 1978; Росляков, 1981; Попенко, 1982; Савва, Прейс, 1990; Нестеренко, 1991; Неронский, 1998; Гамянин, 2001; Самусиков, 2003; Савва и др., 2004; Николаева и др., 2003, 2004; Баранников, 2006; Калинин и др., 2006; Николаева, Яблокова, 2007). В экзогенных условиях происходит эволюция россыпного золота, однако в нем сохраняется «генетическая память», позволяющая определить возможный тип коренного источника. В связи с этим актуально изучение типоморфных особенностей россыпного золота, которые могут служить эффективным методом для определения генетических типов россыпей и природы золоторудных источников.

Основная цель работы – изучение типоморфных особенностей россыпного золота для определения генезиса широко проявленной россыпной золотоносности востока Сибирской платформы и ее возможных типов источников; выявление закономерностей распределения россыпного золота по его минералого-геохимическим особенностям для установления пространственной связи золоторудных источников с геологическими структурами.

Задачи исследования – изучить типоморфные признаки россыпного золота из разновозрастных золотоносных отложений и эволюцию его типоморфных особенностей в различных геологических обстановках для выявления генезиса россыпной золотоносности и основных эпох россыпеобразования; установить минералого-геохимические особенности россыпного золота и закономерности его распределения относительно геологических структур для оконтуривания местоположения предполагаемых коренных источников; разработать комплекс морфологических и минералого-геохимических критериев россыпного золота для определения генезиса россыпей и формационных типов коренных источников.

Фактический материал и методы исследования. В основу диссертации положены результаты полевых, минералогических и экспериментальных исследований по россыпной золотоносности, полученные автором за период работы в ИГАБМ СО РАН в 1980 – 2010 гг. Полевые работы проводились на территории Лено-Вилуйского междуречья

(более 200 объектов), средней Лены и ее левобережных притоков (около 100 объектов). В ходе хозяйственных работ, совместно с Б.Б. Герасимовым, Е.Г. Глушковой, изучен материал по россыпной золотоносности Лено-Анабарского (ОАО «Алмазы Анабара» – 320 проб) и Лено-Витимского междуречий (ГУП РС (Я) ЯПСЭ – 100 проб), а также коллекции золота Оленекского поднятия, предоставленные Амакинской и Тематической экспедициями ПГО «Якутскгеология» (около 100 проб). Кроме этого, автором изучены коллекции россыпного золота музея им. А.Е. Ферсмана, ЦНИГРИ, МГА, ТИКОПР СО РАН, ИГМ СО РАН, АО «ВНЕШМЕТ».

Экспериментальным путем, совместно с В.Е. Филипповым, изучено преобразование форм золотин при воздействии на них песчано-воздушного потока в эоловых условиях, а также литостатического давления вышележащих толщ на золотоносные отложения (коллекторы). Использован комплекс минералого-геохимических методов изучения типоморфных особенностей россыпного золота. Все аналитические работы выполнены в лаборатории физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН. Исследование морфологии, поверхности золотин и их фотографирование проводилось с использованием сканирующего электронного микроскопа «JEOL JSM-6480LV», стереоскопического микроскопа «LEICA» MZ6 и рудного микроскопа «JENAVERT SL 100». Пробность золота и элементы-примеси анализировались в основном в центральных частях золотин (12000 определений) на микроанализаторе «JSA -50A, JSM-6480LV». Содержание элементов-примесей в золоте исследовалось атомно-эмиссионным спектральным методом (112 проб). Микровключения в золоте анализировались при помощи сканирующего электронного микроскопа «JEOL JSM-6480LV» с использованием энергетического дисперсионного спектрометра Energy 350 of Oxford Instruments. Количественный анализ и обработка результатов проводились по методу XPP в программном обеспечении Software INCA Energy. Внутренние структуры самородного золота изучались по общепринятой методике (Петровская и др., 1980).

Научная новизна работы. 1. Впервые проведено детальное исследование россыпного золота и обобщение данных по россыпной золотоносности востока Сибирской платформы. Систематизированы результаты комплексного изучения типоморфизма золота и закономерности его распределения с выделением впервые морфогенетических типов россыпного золота, наряду с аллювиальным, эоловым и псевдорудным золотин. 2. По минералого-геохимическим особенностям золота и закономерностям его распределения относительно геолого-тектонических структур впервые выделены два типа россыпного золота, пространственно приуроченных к выходам фундамента и поднятий (I тип), и лишь локально, внутриконтинентальным палеорифтам (II тип). Совокупность выявленных типоморфных признаков для двух типов россыпного золота свидетельствует о формировании россыпных проявлений в основном за счет докембрийских, а на некоторых объектах за счет мезозойских коренных источников. 3. Впервые разработан комплекс морфогенетических и минералого-

геохимических критериев для определения генетических типов россыпей и источников их питания, а также рудных формаций коренных источников.

Практическое значение работы. Полученные результаты изложены в 15 отчетах, переданных различным геологическим организациям, и использованы в форме соответствующих рекомендаций в отчетах ГФЭ–6 ПГО «Якутскгеология» (акт внедрения от 12.01.86), Ухтинской экспедиции ПГО «Полярноуралгеология» (акт внедрения от 19.06.89), ЦНИГРИ МГ СССР (акт внедрения от 20.02.1988), ОАО «Алмазы Анабара» (отчеты 2004–2006, 2008–2010). Впервые разработан комплекс морфогенетических и минералого-геохимических критериев, которые могут быть применены в практике геолого-поисковых работ для оценки потенциала золотоносных площадей на платформах и возможности расширения минерально-сырьевой базы Северо-Востока России.

Публикации и апробация работы. Результаты исследований отражены в одной монографии и 135 научных публикациях, в том числе в рецензируемых журналах 32 статьи из обязательного перечня ВАК. Основные защищаемые положения докладывались на международных симпозиумах: ИНКВА, Пекин, 1991; «БРМ», Донецк, 2000; «РКВ» Москва, 2000 и Новосибирск, 2010; Симферополь, 2001; Владивосток, 2004; Сыктывкар, 2009; на всероссийских совещаниях: Москва, 1989, 2010; Сыктывкар, 1985, 1987; Киев, 1987; Иркутск, 2002; Магадан, 2003; Улан-Удэ, 2004; Якутск, 1986, 1988, 2011, 2013; на X и XI съездах РМО, Санкт-Петербург, 2004, 2010, а также на НТС Ухтинской экспедиции ПГО «Полярноуралгеология», 1987, 1989 и заседании Секции россыпей Совета по рудообразованию АН СССР, Москва, 1989. Исследования по теме диссертации были поддержаны 5 грантами РФФИ: № 00-05-65138; № 02-05-06529 МАС; № 06-05-96112 – р восток-а; № 09-05-98604 – р восток-а; № 12-05-98500 – р восток-а, а также 2 грантами Президента РФ «Ведущие научные школы» № НШ–2082.2003.5 (2003–2005 г.г.); № НШ–5324.2006.5 (2006–2008 г.г.).

Благодарности. Проведению данной работы способствовало сотрудничество с коллегами Института – Э.Д. Избековым, Б.Р. Шпунтом, Г.Н. Гамяниным, В.А. Амузинским, В.П. Самусиковым, В.А. Михайловым, А.А. Сурниным и др. Автор благодарен ученым за обсуждение работы и советы: академику Н.А. Шило, докторам геолого-минералогических наук Н.Г. Патык-Кара, Л.А. Николаевой, Г.В. Нестеренко, А.С. Борисенко, Н.Е. Савва, С.В. Яблоковой и многим другим. Также выражает искреннюю признательность за предоставленные коллекции россыпного золота директору музея им. А.Е. Ферсмана М.И. Новгородовой; сотрудникам ЦНИГРИ – Л.В. Николаевой, С.В. Яблоковой; зам. директора ИГМ СО РАН – А.С. Борисенко и Л.В. Агафонову, директору ТИКОПР – В.И. Лебедеву и С.Г. Прудникову; геологам производственных организаций: Амакинской экспедиции – С.А. Тихогласову, ЦКТЭ ПГО «Якутскгеология» – А.И. Коробицыну, ГУП РС (Я) ЯПСЭ – Г.Х. Протопопову, ОАО «Алмазы Анабара» – Р.В. Базилевской, И.И. Иванову, АО «ВНЕШМЕТ» – к.г.-м.н. В.Л.

Сухорослову. Автор благодарен Н.В. Лесковой, С.В. Поповой, С.Ю. Коркиной, Е.Л. Нарышкиной за выполнение большого объема аналитических работ. Особую благодарность автор выражает своим учителям – д.г-м.н. Б.В. Олейникову и д.г-м.н. В.Е. Филиппову. За плодотворную совместную работу автор благодарен молодым специалистам – к.г-м.н. Б.Б. Герасимову, к.г-м.н. Е.Г. Глушковой и м.н.с. А.Г. Каженкиной, а также В.В. Мухутдиновой и Г.А. Кан за помощь в оформлении работы.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав и заключения, изложенных на 349 страницах текста, содержащего 88 графических иллюстраций, 11 таблиц и список литературы из 311 наименований.

В главе 1 по фондовым и опубликованным работам приведена краткая история изучения золотоносности и типоморфных признаков россыпного золота востока Сибирской платформы (рис. 1). **Глава 2** содержит краткий обзор гипотез происхождения тороидальной и шаровидной форм золота (хемогенное, биогенное, механогенное и др.). **Глава 3** посвящена результатам экспериментальных исследований по преобразованию различных форм золотин в эоловой обстановке и в древних золотоносных коллекторах. **В главе 4** дана характеристика типоморфных особенностей эоловых и псевдорудных золотин. **В главе 5** рассмотрены примеры распространения эолового золота, дано подробное описание россыпных проявлений, а также закономерности их размещения на Восточно-Европейской платформе на территории Тувы и Монголии. Приведен краткий обзор по распространенности эолового золота и на других платформах Мира в различных по возрасту осадочных отложениях от протерозоя до кайнозоя. Кроме этого, в данной главе обсуждается роль эоловых процессов в образовании россыпной золотоносности в платформенных областях. **В главе 6** по совокупности типоморфных признаков россыпного золота впервые обосновывается выделение на востоке Сибирской платформы двух типов россыпного золота, соответствующих основным этапам рудообразования – докембрийскому и мезозойскому. Приведен анализ закономерностей распределения россыпного золота двух типов относительно геологических структур. Рассмотрены вопросы эолового россыпеобразования в эпохи оледенения четвертичного периода на Лено-Виллюйском междуречье. Уделено внимание проблеме влияния мезозойской тектономагматической активизации на формирование коренных источников золота II типа. **В главе 7** разработаны критерии определения по морфологии россыпного золота генетических типов россыпей и их источников питания. На основе индикаторных признаков рудогенеза, выявленных в россыпном золоте, впервые прогнозируются формационные типы коренных источников и их местонахождение.

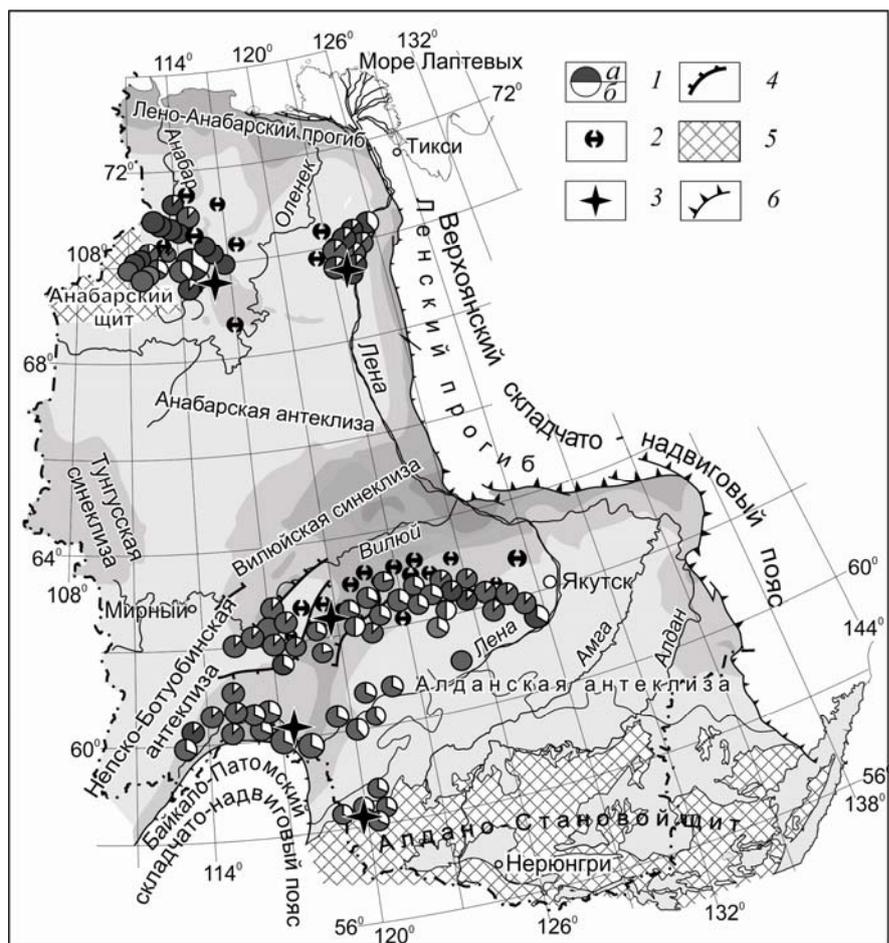


Рис.1. Схема территории исследований с ареалами распространения двух типов россыпного золота по их типоморфным признакам на востоке Сибирской платформы (составлена на основе карты рельефа кристаллического фундамента востока Сибирской платформы. Тектоника, ..., 2001): 1 – типы золота и их соотношение (%): а – I тип: размер 0,1-0,25 мм, пробность >900‰, б – II тип: размер > 0,25 мм, пробность 600–800‰; 2 – места находок эолового золота; 3 – места обнаружения рудного золота; 4 – разломы; 5 – области выходов пород кристаллического фундамента; 6 – фронт фанерозойских орогенных поясов

Краткая история изучения золотоносности востока Сибирской платформы

Обширная россыпная золотоносность в аллювиальных отложениях востока Сибирской платформы характеризуется значительными вариациями содержаний золота – от знаковых до весовых (Зверев, 1916, 1925; Харитонов, 1918; Ржонсницкий, 1918, 1924; Обручев, 1923, 1930; Билибин, 1937; Черский, 1957; Тимофеев, 1965; Масайтис и др., 1970; Родионов, 1973; Трушков и др., 1975; Шпунт и др., 1976; Избеков, 1985, 1995 и др.).

Существует множество точек зрения на первоисточники россыпной золотоносности востока Сибирской платформы. Рассмотрим только основные из них (табл. 1). А.Г. Ржонсницкий (1918), В.А. Обручев (1923),

Таблица 1

Предполагаемые типы золоторудных проявлений по данным различных исследователей
(восток Сибирской платформы)

№	Коренные источники	Авторы
1	Сульфидизированные метаморфические породы AR, приуроченные к минерализованным зонам дробления древних выходов фундамента с содержанием Au до 2,7 г/т	Рожков и др., 1936г.; Рабкин, 1959г.; Тимофеев, 1965; Шпунт, 1976; Толстов, 2002; Смелов и др., 2004; Кравченко и др., 2010
2	Золотоносные архейские железистые кварциты с содержанием Au 0,6 г/т	Родионов, Блажкун, 1965г.; Кассандров, Маринич, 1979
3	Кварц-карбонатные жилы PR ₁ с содержанием Au до 2 г/т	Левин, 1958г.; Петров, 1961г.; Тимофеев, 1965, 1968; Трушков и др., 1975; Шпунт, 1976
4	Пиритизированные траппы с содержанием Au 0,8 г/т	Обручев, 1923; Зверев, 1925; Родионов, 1961г.; Еловских, 1962г.; Масайтис и др., 1969г., 1970г.
5	Лимонитизированные, брекчированные породы кембрия и мезозоя вблизи даек основного и кислого состава, локализованные в пределах зон тектонических нарушений, с содержанием Au до 1,5 г/т	Коробков, Степанов 1963г.; Наварнов, Шаталов, 1964г.; Фишер, Самохвалов, 1964г.; Иванов и др., 1965г.; Михайлов, Филатов, 1966г.; Дукарт и др., 1966г.; Блажкун, 1967г.; Чумак и др., 1967г.; Еловских, 1967г.; Огиенко и др., 1969г.; Шпунт, 1970; Тимофеев и др., 1970; Трушков и др., 1975; Петров, 1978
6	Кварц-кальцитовые, кварц-баритовые и пиритовые жилы, а также сидериты гидротермального происхождения в меловых и юрских отложениях в зоне Кемпендйской дислокации и в долине р. Вилюй с содержанием Au до 1,4 г/т	Леонов и др., 1956г; Колпаков и др., 1958г; Ченцов, 1960г.; Охлопков, 1962г.; Ганин, 1965г.; Выриков и др., 1965г.; Тимофеев, 1965; Кирина, 1966г.; Филатов, 1967г.; Выриков, 1968г.; Киселев, 1970г.; Бадарханов и др., 1977г.; Алексеев и др., 1983

В.Н. Зверев (1925) связывали образование россыпной золотоносности юго-востока Сибирской платформы с привносом золота с Байкало-Патомского надвигового пояса и, частично, с широко распространенными на данной территории базитовыми образованиями. Ю.Н. Трушков и др. (1975), Б.Р. Шпунт и др. (1976) предположили, что основными золоторудными источниками являлись местные кварц-карбонатные золотоносные жилы раннепротерозойского возраста и метаморфизованные протерозойские конгломераты, приуроченные к выходам кристаллического фундамента. Формирование современных аллювиальных россыпей на данной территории ими объясняется многократным переотложением золота из древних золотоносных коллекторов в более молодые. В.И. Тимофеев (1965), а позднее В.А. Михайлов (1990), анализируя историю геологического развития Вилуйской синеклизы, высказали мнение об образовании россыпей за счет поступления золота из докембрийских золотоносных толщ и, частично, из коренных источников, сформированных в результате проявленной мезозойской тектономагматической активизации.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Положение 1. Россыпная золотоносность востока Сибирской платформы сформировалась не только при влиянии гидродинамических, но и эоловых процессов, проявленных в сартанскую, каргинскую и другие эпохи оледенения, послуживших образованию обширного ореола рассеяния золотин с признаками эоловой обработки. В связи с этим на исследуемой территории выделяются два основных генетических типа золотоносных россыпей – аллювиальные косовые и эоловые. Выявленные типоморфные признаки эоловых золотин и закономерности их распределения характерны для всех платформенных областей Мира.

Экспериментальными исследованиями доказано, что выделенные ранее типы золотин Э.Д. Избековым (1972) «баагинский» – сковородкообразное (тороидальное), «чокульский» – шаровидно-пустотелое (глобулярное), «кюелляхский» – пластинчатое и таблитчатое с валиком по периферии, комковидное, а Б.Р. Шпунтом (1974) «уджинский» (тороидальное и глобулярное) имеют эоловое происхождение. Формирование «баагинского», «чокульского», «уджинского» типов золота связано с механическим преобразованием в эоловых условиях чешуйчатого золота в тороидальную, а затем в шаровидно-пустотелую форму (Филиппов, Никифорова, 1988). Происхождение золота «кюелляхского» типа объясняется преобразованием более массивных пластинчатых, таблитчатых, комковидных и палочковидных форм, образующих корытовидные, канозвидные, дисковидные и др., а также массивно-комковидные и гантелевидные

золотины с пленочно-волокнуистой поверхностью, приобретенной в эоловых условиях.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований и детальное изучение типоморфных особенностей россыпного золота востока Сибирской платформы позволили впервые установить, что к эоловому золоту относятся широко наблюдаемые на территории Лено-Виллюйского и Лено-Анабарского междуречий – тороидальные и шаровидные пустотелые формы, и, в меньшей степени, на отдельных объектах – массивные пластинчатые, таблитчатые с валиком по периферии и комковидно-шаровидные золотины с признаками эолового преобразования (см. рис. 1, 2).

Тороидальные и шаровидно-пустотелые формы золотин, независимо от их местонахождения, характеризуются удивительно одинаковыми типоморфными признаками. Они имеют размер преимущественно 0,1–0,16 мм, высокую пробность > 900‰ и низкое содержание элементов-примесей. Обнаружено, что при преобразовании в эоловых условиях золота чешуйчатой формы в тороидальную, а затем в шаровидно-пустотелую происходит изменение не только морфологии (уменьшение размера от 0,25 до 0,16 мм), внутренней структуры (рекристаллизация — разуплотнение), но и его химического состава (от 900 до 999‰).

Установлено, что длительный период преобразования чешуйчатых золотин в шаровидно-пустотелую форму в эоловых условиях способствовал их облагораживанию. При этом произошло уменьшение набора и содержания элементов-примесей, повышение пробности и образование в шаровидно-пустотелом золоте высокопробной оболочки до 1000‰.

Массивные эоловые золотины (пластинчатые, таблитчатые с валиком по периферии и комковидно-шаровидные) пробностью от 750 до 900‰ имеют массу от 0,5 до 50 мг, крупность от 0,25 до 0,5 мм и более, среднюю

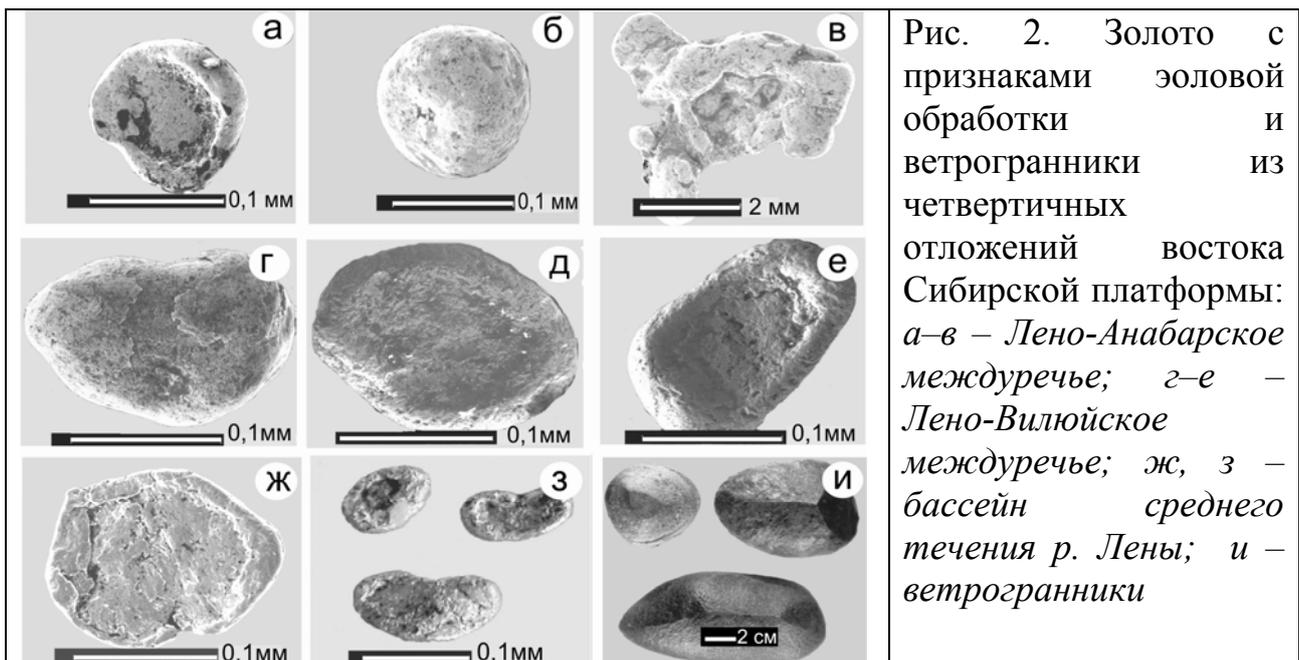


Рис. 2. Золото с признаками эоловой обработки и ветрогранники из четвертичных отложений востока Сибирской платформы: а–в – Лено-Анабарское междуречье; г–е – Лено-Виллюйское междуречье; ж, з – бассейн среднего течения р. Лены; и – ветрогранники

толщину 0,1–0,8 мм. Внутренняя структура золотин может быть моно-, крупно-, среднезернистой, иногда с тонкими высокопробными оболочками. В целом, рассматриваемые золотины химически менее измененные. Гранулометрический и химический состав массивного золота с признаками эолового преобразования в других регионах может быть различным, поскольку зависит от типа золоторудных источников. В данном случае приведены параметры золота на примере Лено-Виллюйского междуречья (истоки рек Намана и Кемпендяй).

Эоловое золото широко распространено на востоке Сибирской платформы и образует высокие концентрации в истоках рек Лено-Анабарского и Лено-Виллюйского междуречий, там, где размываются базальные эоловые горизонты кайнозойских отложений, сформированных в эпоху четвертичных оледенений (сартанское, каргинское и др.). Продуктивный пласт плащеобразно перекрывает дефляционную поверхность и осложнен веерами струй. Этот пласт имеет малую мощность не более 15 – 30 см, представлен галечно-гравийными отложениями с низким содержанием глинистой фракции, в которых присутствуют золотины и сопутствующие минералы с признаками эоловой обработки, а также ветрогранники (см. рис. 2, и). Места находок эолового золота хорошо коррелируются с фрагментарно развитыми поверхностями дефляционных палеопустынь, ореол которых может быть реконструирован по находкам ветрогранников (Колпаков, 1970). Выявлено, что золотины с признаками эоловой обработки (чешуйки с валиком по периферии) размером 0,1–0,25 мм имеют обширный ореол рассеяния (транзитное) по сравнению с эоловыми золотинами крупнее 0,25 мм (дефляционное), поскольку последние из-за массивности (аэрокрупности) не транспортируются на большие расстояния. Следовательно, обнаружить дефляционную россыпь золота возможно по ореолу распространения золотин тороидальной и шаровидно-пустотелой форм, которые могут служить поисковым морфогенетическим критерием эолового типа россыпей.

Анализ закономерности распределения золотин с признаками эоловой обработки по литературным данным и коллекциям, предоставленным московскими и сибирскими учеными, позволил установить, что тороидальные и шаровидно-пустотелые формы (эоловое золото) широко распространены на всех платформах Мира и встречаются в осадочных отложениях от протерозоя до кайнозоя (рис. 3, 4).

Золото подобной формы обнаружено на Сибирской, Восточно-Европейской, Северо-Американской, Южно-Американской, Африканской и Австралийской платформах (Никифорова и др., 2005). Обширный ореол рассеяния тороидального и шаровидно-пустотелого золота впервые был выявлен в разновозрастных отложениях Сибирской платформы (Тимофеев, 1965; Избеков, 1972; Шпунт, 1974), а позднее – Анисимовым и др., 1975; Миняйло, 1980; Александровым, Мендель, 1987; Гончаровым и др., 1987; Шаламовым, 1987.

Золотины с признаками эоловой обработки установлены в древних докембрийских метатерригенных породах Балтийского щита (Негруца, 1973),

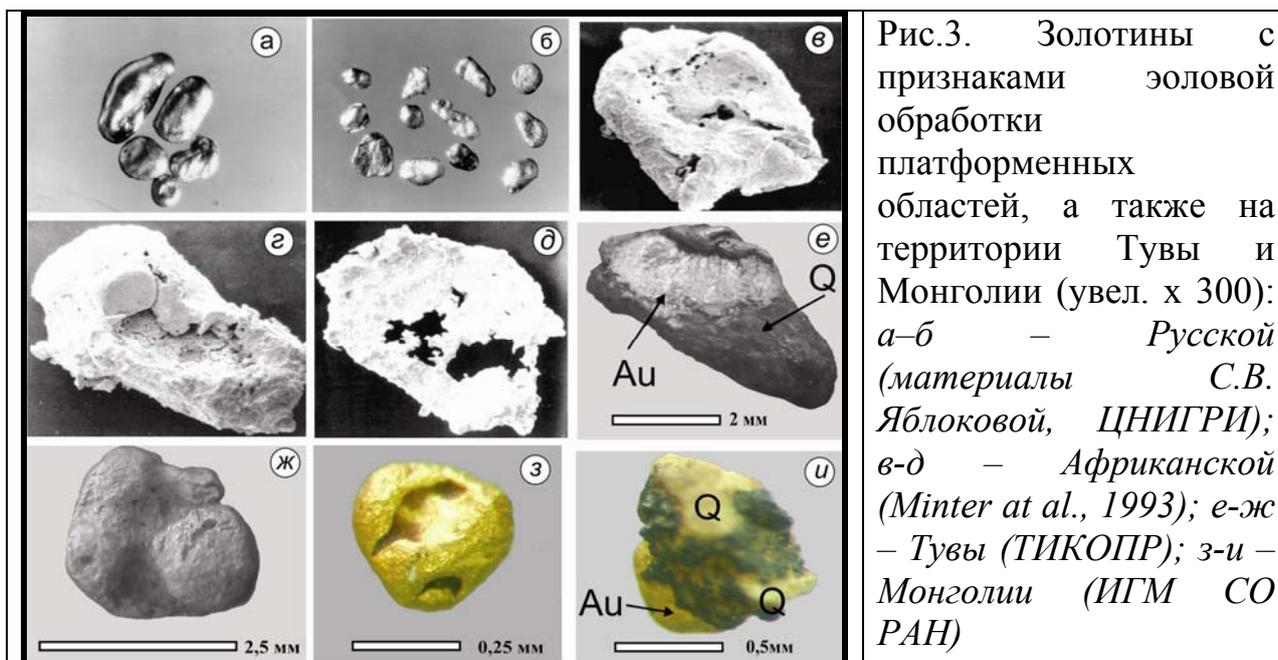


Рис.3. Золотины с признаками эоловой обработки платформенных областей, а также на территории Тувы и Монголии (увел. х 300): а-б – Русской (материалы С.В. Яблоковой, ЦНИГРИ); в-д – Африканской (Minter et al., 1993); е-ж – Тувы (ТИКОПР); з-и – Монголии (ИГМ СО РАН)

на Северном Урале (Рыжов и др., 1977), в металлоносных конгломератах девонского возраста Тиманского кряжа (Никифорова и др., 1991), а также во флювиогляциальных отложениях кайнозойского возраста Кольского п-ова (Сурков, 2000) и в центральной части России (Миняйло, 1980; Лукьяненко, Колпаков, 1995; Кальниченко и др., 1995; Наумов, Голдырев, 1998; Воскресенский, 2000). Подобные формы золотин также обнаружены в разновозрастных отложениях на территории Скандинавских стран, Франции, Чехословакии, о. Кипр (Klominsky et al., 1983; Tourtelot, 1969; Machairas, 1970; Vuorelainen, Tornroos, 1986). На Северо-Американской платформе шаровидно-пустотелые формы золота отмечаются в аллювиальных отложениях месторождений Альберта в Канаде, Абитиби – штаты Онтарио и Оригон и на Аляске – Колорадо, Клондайк и Ном (Богданович, 1919; Giusti, 1986; DiLabio et al., 1988). На юге Американской платформы золотины с признаками эоловой обработки установлены в россыпных месторождениях Боливии, Колумбии, Панамы, Эквадора, в юго-восточной части Африки – на территории Мозамбик, Зимбабве, Танзании (DiLabio et al., 1988; Сухорослов, Яблокова, 2000). На Африканской платформе эоловые золотины обнаружены в бассейне р. Баффинг (Республика Гвинея), на месторождениях Кангаба (Мали) (Fressinet et al., 1988) и Витватерсранд (Minter et al., 1993; Сафонов и др., 2000). На Австралийской платформе шаровидные пустотелые формы золота выявлены в аллювиальных отложениях (Dunn, 1929). Золото аналогичной формы встречается в аллювии р. Биару (Папуа Новая Гвинея) (Lowenstein, 1982), на месторождении Ийнань (Китай) (Zhaoxia Qiu, 1986). Эоловое золото обнаружено в россыпях Монголии (прииск Заамар) и Тувы (Танку-Тува).

Массивные золотины с признаками эоловой обработки установлены не так широко, поскольку эоловые признаки данного золота менее ярко

выражены, в отличие от морфологических особенностей тороидальных и шаровидно-пустотелых форм. В связи с этим оно обычно принималось за

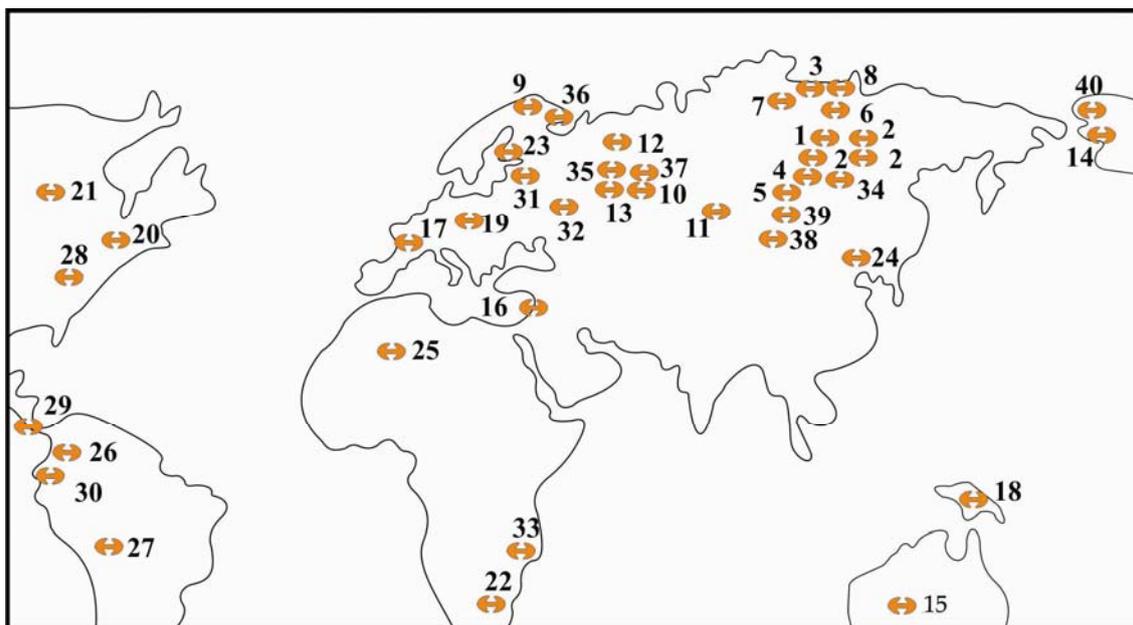


Рис. 4. Схема распространения шаровидно-пустотелого и тороидального золота в различных регионах земного шара по данным исследователей: 1 – В.И. Тимофеева, 1965; 2 – Э.Д. Избекова, 1972; 3 – Б.Р. Шпунта, 1974; 4– Н.И. Анисимова и др., 1975; 5 – А.П. Мордвина, 1972, А.П. Мордвина и др., 1969; 6 – И.В. Шаламова, 1987; 7 – И.М. Гончарова и др., 1987; 8 – А.Г. Александрова, В.А. Менделя, 1987; 9 – В.З.Негруца, 1973; 10 – Б.В. Рыжова и др., 1977; 11 – Л.А. Миняйло, 1980; 12 – А.А. Котова и др., 1987; 13 – В.А. Наумова, Голдырева, 1998; 14 – К.И. Богдановича, 1919; 15 – E.J. Dunn, 1929; 16 – N.A. Tourtelot, 1969; 17– G. Machairas, 1970; 18 – P.L. Lowenstein, 1982; 19 – Klominsky et al., 1983; 20 – R.N.W. Dilabio et al., 1988; 21 – L Giusti, 1986; 22 – T. Oberthur, R. Saager, 1986; W.E.L. Minter et al., 1993; 23 – Y. Vuorelainen, R. Tornroos, 1986; 24 – Zhaoxia Qiu, 1986; 25 – Ph. Freyssinet et al., 1988; 26–30 – Dilabio et al., 1988; 31 – Н.П. Лукьяненко, 1995; 32 – С.С. Кальниченко и др., 1995; 33 – В.Л. Сухорослова, С.В. Яблоковой, 2000; 34 – З.С. Никифоровой, А.А. Сурнина, 2001; 35 – З.С. Никифоровой и др., 1991; 36 – А.В. Суркова, 2000; 37 – К.И. Воскресенского, 2000; 38-40 – З.С. Никифоровой и др., 2005а,б, 2007

аллювиальное золото. Это золото выявлено в ряде объектов Анабарской антеклизы (Шпунт, 1970), Вилюйской синеклизы (Избеков, 1972), а также на Урале (Рыжов и др., 1977) и на территории Монголии и Тувы (Никифорова и др., 2005, 2007). Таким образом, золото с признаками эоловой обработки широко распространено на всех платформах Мира и смежных территориях в осадочных отложениях от протерозоя до кайнозоя (Никифорова и др., 2005) (см. рис. 4).

Масштабы влияния эоловых процессов на образование россыпей изучены слабо. В известных публикациях, посвященных классификации

россыпей (Билибин, 1938; Рожков, 1955, 1967; Шило, 1958, 1960, 1981; Трофимов, 1960, Воларович, 1961; Шанцер, 1965; Лапин, 1965; Веклич, 1969; Желнин, 1977 и др.), лишь немногие исследователи расценивают золотоносные эоловые россыпи как самостоятельный генетический тип. В существующих классификациях рассмотрен только гидродинамический фактор образования этих россыпей. Однако еще академик В.И. Вернадский (1955) описал эоловые россыпи золота, обнаруженные в Западной Австралии в Кульгарли и Кольгурла: «Самые богатые россыпи лежат на самой поверхности, а к низу россыпь обедняется золотом» (т. II с.161–162). В последние годы эоловые процессы как россыпеобразующий фактор были рассмотрены в ряде публикаций (Котов и др., 1987; Бредихин и др., 1991; Колпаков, 1991; Патык-Кара, 1991, 1995; и др.). Академик Н.А. Шило (2000) считал, что разработка проблемы образования эоловых россыпей золота заслуживает особого внимания, которая могла служить основой для совершенствования поисково-разведочных работ на обнаружение эоловых россыпей золота и методов их изучения.

Для образования эоловых золотоносных россыпей наиболее благоприятен аридный климат. Анализ литературных данных показал, что и в эпоху оледенения эоловые процессы также играли важную роль в осадконакоплении, что отразилось в формировании ландшафта (Кухаренко, 1961; Бабаев и др., 1968; Колпаков, 1970; Rewe, Journaux, 1983 и др.) и, несомненно, на характере россыпеобразования. Эоловые формы рельефа (котловины, желоба выдувания и др.) обнаружены нами на современном ландшафте востока Сибирской (Лено-Анабарское и Лено-Вилуйское междуречья) и Восточно-Европейской (Кольский п-ов) платформ, в центральной части России (Смоленская, Горьковская, Воронежская, Кировская области и др.), а также на территории Монголии и Тувы (Никифорова, 2003; Никифорова и др., 2005, 2007). Выявлено, что в слагающих эти формы рельефа осадках отмечается наличие эоловых золотин и минералов с признаками эоловой обработки, а также ветрогранники. Эоловые процессы влияли на образование россыпей не только в четвертичное время, но и в древние эпохи развития Земли. Об этом свидетельствуют выявленные признаки эоловой деятельности (присутствие эоловых золотин и ветрогранников, маломощный продуктивный горизонт и др.) в девонских россыпях Тиманского кряжа (Никифорова и др., 1991) и на месторождении Витватерсранд (Minter et al., 1993; Филиппов, 1997; Сафонов и др., 2000).

На основании обнаружения золотин с признаками эоловой обработки установлено, что эоловые россыпи золота могут возникать как за счет непосредственного разрушения коренного источника, так и за счет ранее образованных пролювиальных, аллювиальных и прибрежно-морских россыпей. В связи с чем на востоке Сибирской платформы и на других изученных территориях (Восточно-Европейская платформа, Монголия, Тува и др.) выделяются эоловые россыпи (автохтонные и аллохтонные) и россыпи

гетерогенного происхождения (эолово-пролювиальные, эолово-аллювиальные и т.д.).

Автохтонные эоловые россыпи выявлены на востоке Сибирской платформы в отложениях истоков рек Намана и Кемпендяй. Эти россыпи характеризуются специфическим строением продуктивного горизонта, который плащеобразно перекрывает дефляционную поверхность, осложнен веерами струй, имеет малую мощность (10–30см) и представлен галечно-гравийным материалом с низким содержанием глинистой фракции, присутствием в нем ветрогранников и золотин, составляющих более 80% минералов (циркон, ильменит и др.) с признаками эоловой обработки. Формирование автохтонных эоловых россыпей с присутствием эоловых золотин более 90% также возможно в Монголии (Ульзайт-Тээли) и на территории Тувы в бассейне рек Бай-Сют, Амыл, Систиг-Хем, Нарын и др.

Примером автохтонной эоловой россыпи, вероятно, является месторождение Кангаба (Южно-Африканская платформа), описанное ранее как месторождение хемогенного происхождения (Fressinet et al., 1988). Его геологическое строение, а именно, железистая кираса, плащеобразно перекрывающая латериты, специфический маломощный продуктивный горизонт, осложненный веерами струй, содержащий тороидальное и шаровидно-пустотелое золото, позволяют предположить, что данное месторождение образовано при дефляции кор выветривания и характерно для эоловых дефляционных россыпей (Никифорова, 1999).

Аллохтонные эоловые россыпи обнаружены нами на Лено-Вилуйском междуречье востока Сибирской платформы. Они отличаются высокой дифференциацией эолового золота (тороидальной и чешуйчатой формы с тонким валиком по периферии), галечно-гравийного материала по размеру, шлиховых минералов по плотности и располагаются, как правило, в котловинах и желобах выдувания. Формирование таких россыпей возможно также в котловинах и желобах выдувания в пределах Кызылской и особенно Тоджинской впадин северо-восточной части Тувы и на территории Монголии.

Аллохтонные дюнные россыпи золота наблюдаются на всей территории востока Сибирской платформы и на морском побережье (Аляска, мыс Ном) и не представляют промышленного интереса. К **гетерогенным эоловым россыпям** можно отнести пролювиально-эоловые россыпи Монголии и золотоносные россыпи озера Баян-Нур (Тува).

Положение 2. Присутствие в аллювиальных отложениях востока Сибирской платформы чешуйчатых золотин с признаками вдавливания минералов, псевдорудного золота, а иногда и рудного облика доказывает формирование россыпной золотоносности, в основном, при переотложении золота из древних золотоносных отложений в более молодые и, лишь частично, при поступлении золотин рудного облика из коренных источников. Предложена модель формирования россыпной золотоносности.

На востоке Сибирской платформы во всех аллювиальных косовых россыпях установлено, что россыпное золото представлено хорошо окатанными золотиными дальнего сноса преимущественно чешуйчатыми и пластинчатыми формами с признаками вдавливания на поверхности минералов вмещающих отложений. Они имеют размер 0,1–0,25 мм, высокую пробность и характеризуются практическим отсутствием элементов-примесей, а также перекристаллизованной внутренней структурой и мощными высокопробными оболочками.

Кроме этого, нами обнаружено на локальных участках слабообработанное золото ближнего сноса в современных аллювиальных отложениях – на северо-востоке Сибирской платформы в бассейнах рек Эекит, Эбелях (Моргогор), среднего течения р. Анабар, а также на юго-востоке в бассейне средней Лены в устье рек Бол. Патом, Каменка и рек Токко и Торго (Никифорова и др., 2011, 2013). Впервые золото рудного облика «анабарский» тип выявлен Б.Р. Шпунтом (1974).

Более того, на Лено-Виллюйском и Анабаро-Оленекском междуречьях Э.Д. Избековым (1972) и Б.Р. Шпунтом (1974) были выделены «белигесхайский» и «оленекский» типы золота (срастание золота с кварцем, ильменитом и другими минералами). Они определили его как рудное золото, что позволило им предположить о наложенной рудной минерализации на золотоносные коллекторы пермского и юрского возраста. При анализе типоморфных особенностей золота этих типов и на основе экспериментальных и минералогических исследований нами доказано, что это золото псевдорудного облика (Никифорова, Филиппов, 1990). Оно преобразовано в древних золотоносных конгломератах под воздействием литостатического давления вышележащих толщ. При этом произошло «вдавливание» минералов в золотины и образование их псевдосрастаний с кварцем, ильменитом, цирконом и другими минералами вмещающих отложений.

К псевдорудному золоту относятся агрегаты золота с кварцем и другими минералами, а также золотины с грубоямчатой поверхностью с отпечатками вдавливания минералов вмещающих отложений, следами шрамов, царапин и зеркалами скольжения на поверхности, иногда с рваными краями и со сквозными отверстиями. Это золото мелкое и представлено фракцией 0,1–0,25 мм, высокой пробностью с глубоко измененными внутренними структурами.

Псевдорудное золото, наряду с золотиными эоловой формы, впервые обнаружено нами в девонских конгломератах Тиманского кряжа (Никифорова и др., 1991). Предшествующими исследователями присутствие «рудного» золота объяснялось наложенной золоторудной минерализацией на сформированную древнюю россыпь (Цаплин, 1984; Котов и др., 1987; Овсянников и др., 1987). Нами выявлено, что золотины «рудного» облика характеризуются грубоямчатым, бугорчатым и мелкоячеистым рельефом, выступы имеют округлые очертания, а на краях некоторых «рудных» золотин обнаружены реликты валиков и пленочно-волокнуистая поверхность,

приобретенных в эоловых условиях. Иногда в «рудном» золоте наблюдается захват окатанных минералов и псевдосрастания золотинок с кварцем, ильмерутилом, гранатом и др. Отпечатки вдавленных минералов характеризуются округлой формой и отсутствием граней роста. Выявленные признаки в золоте свидетельствуют о его экзогенной природе.

Установлено, что золото псевдорудного облика и золотины, на поверхности которых отмечаются отпечатки вдавливания минералов вмещающих толщ, широко распространены в аллювиальных отложениях четвертичного возраста во всех водотоках востока Сибирской платформы (рис. 5). Подобное золото встречается на Лено-Виллюйском междуречье в бассейнах рек Виллюй и средней Лены, в местах размыва укугутской свиты юрского возраста, а также на Анабаро-Оленекском междуречье бассейнов рек Анабар, Экит и др., дренирующих золотоносные конгломераты различного возраста.

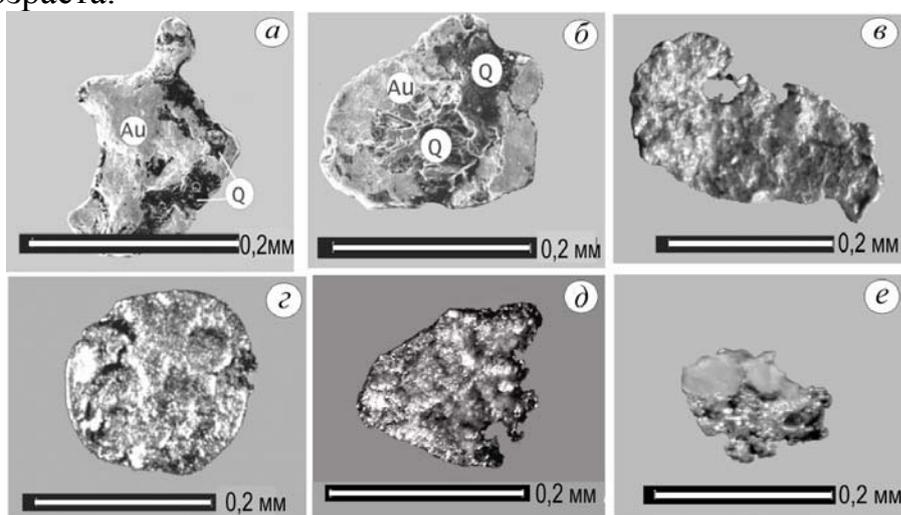


Рис. 5. Псевдорудное золото из разновозрастных отложений востока Сибирской платформы: а, б – псевдосрастания золота (Au) с кварцем (Q), Лено-Анабарское междуречье; в, г – чешуйчатые золотины с отпечатками вдавливания на поверхности минералов вмещающих отложений бассейна средней Лены; д, е – чешуйки с рваными краями и вдавленным кварцем на поверхности, Лено-Виллюйское междуречье

На основании выявления Б.Р. Шпунтом (1974) «рудного» золота называемого «оленекский тип» в пермских конгломератах Оленекского поднятия в бассейне р. Сололи в конце 80-х годов ЦПСЭ «Якутскгеология» проводились поисковые работы на обнаружение коренных источников золота. Однако нами установлено, что на данном объекте нет признаков наложенной минерализации. Рекомендации о нецелесообразности проведения поисков рудных источников как в бассейне р. Сололи, так и в девонских конгломератах Ичет-Ю Тиманского кряжа были даны ПГО «Якутскгеология», ПГО «Полярноуралгеология», Ухтинской экспедиции. Таким образом, обнаружение псевдорудного золота свидетельствует лишь о поступлении золота из промежуточных коллекторов, а не из коренных

источников, что служит морфогенетическим критерием определения источника питания золотоносной россыпи.

На востоке Сибирской платформы эталоном россыпной золотоносности, сформированной за счет докембрийских коренных источников и, частично, мезозойских является территория **Оленекского поднятия** (бассейн р. Экит) (рис. 6). Здесь нами установлено, что золото из

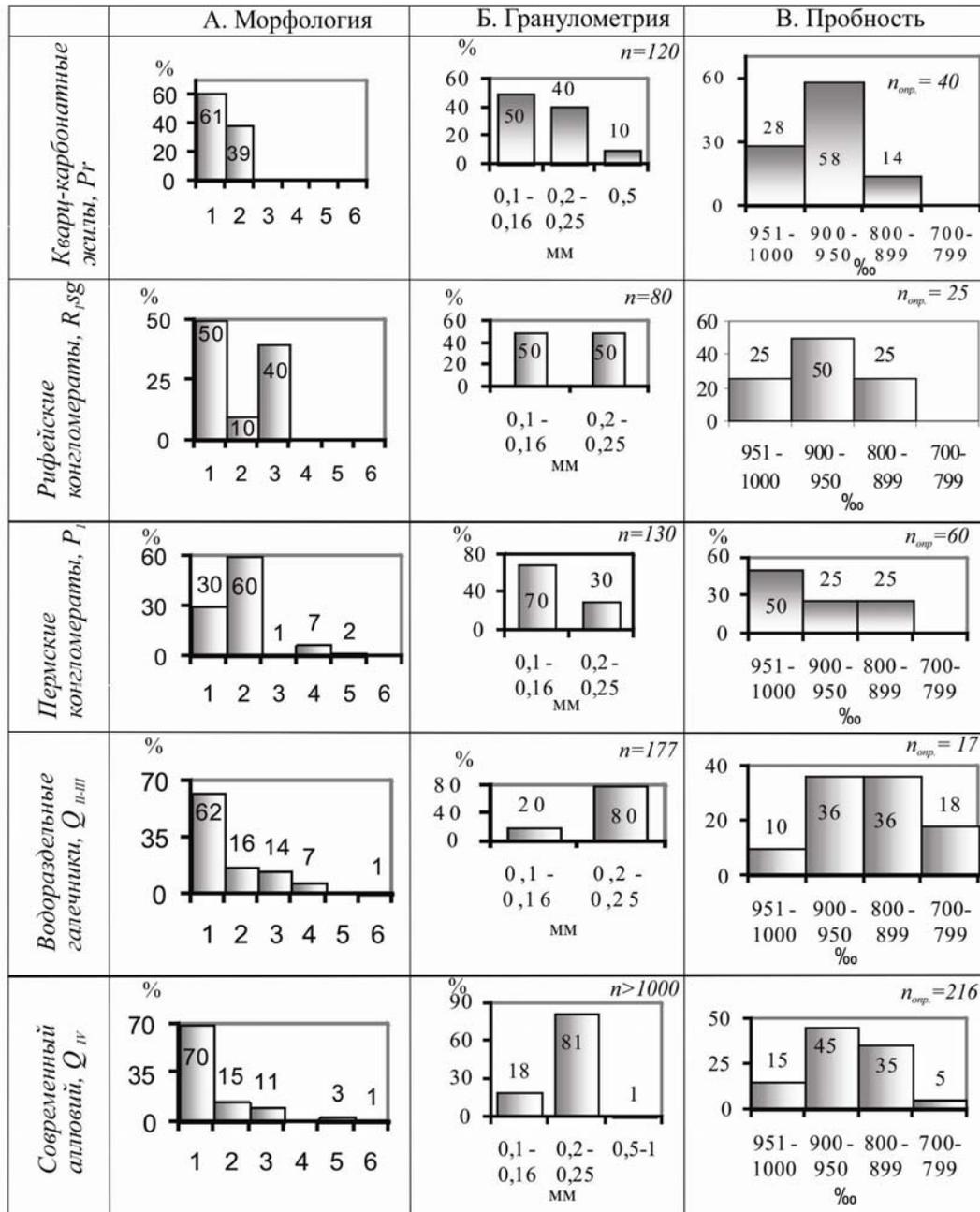


Рис. 6. Типоморфные особенности россыпного золота из разновозрастных отложений бассейна р. Экит

раннепротерозойских кварц-карбонатных жил и кварцевых конгломератов раннерифейского и раннепермского возраста, и, частично, из современных аллювиальных россыпей (20% золота) имеет схожие типоморфные признаки. Это дает основание утверждать о неоднократном переотложении россыпного

золота из древних уровней в более молодые. Золото характеризуется в основном фракцией 0,1–0,16 мм, чешуйчатой и пластинчатой формами с признаками вдавливания минералов на поверхности и комковидными золотинами псевдорудного облика, высокой пробностью 900–1000‰, отсутствием элементов-примесей и глубоко преобразованной внутренней структурой. Выявленные особенности в золоте свидетельствуют о том, что золотоносность конгломератов сыгынахтахской свиты рифейского и пурской свиты пермского возраста сформировалась за счет поступления золота из раннепротерозойских коренных источников, сложенных кварцевыми и кварц-карбонатными жилами. Это предположение подтверждается не только обнаружением в разновозрастных отложениях россыпного золота с аналогичными признаками, но и историей геологического развития данной территории. По данным Б.И. Прокопчука и др. (1973), пермские конгломераты образовались в результате переотложения древних отложений, о чем свидетельствует сходный состав обломочного материала рифейских и пермских конгломератов. Конгломераты представлены унаследованными обломками местных докембрийских метаморфизованных пород, кварцитами, кварцито-песчаниками и т.д. Однако типоморфные признаки россыпного золота современных аллювиальных россыпей бассейна р. Эекит существенно отличаются от признаков золота из разновозрастных золотоносных коллекторов. В четвертичных отложениях, наряду с переотложенным золотом, преобладает (до 80%) относительно крупное золото фракции 0,2–0,25 мм и более. Только в этих отложениях обнаружено низкопробное золото (от 5 до 18‰) и отмечаются золотины проволоковидной формы (см. рис. 6).

В целом, более крупное золото из отложений кайнозойского возраста по совокупности типоморфных признаков (форма, размер, пробность, элементы-примеси и внутренняя структура) резко отличается от золота древних отложений. В связи с чем доказывается, что современная россыпь сформировалась при поступлении золота из близлежащих коренных источников более молодого возраста.

На основании полученных результатов установлено, что образование обширной знаковой россыпной золотоносности на Лено-Вилуйском междуречье и в бассейне средней Лены также происходило за счет многократного переотложения золота из древних уровней в более молодые и лишь локально за счет близлежащих коренных источников мезозойского возраста. Переотложенное золото из докембрийских источников представлено чешуйчатыми формами, размером 0,1–0,25 мм, высокой пробностью, с признаками вдавливания минералов на поверхности, свидетельствующими о поступлении золота из промежуточных коллекторов различного возраста.

Обнаружено, что в аллювиальных отложениях Лено-Вилуйского междуречья и бассейна средней Лены (истоки рек Намана, Кемпендяй, Чебыда, устье рек Бол. Патом, Каменка, реки Токко, Торго и др.) наряду с золотом дальнего сноса присутствует до 50% и более золото рудного облика

ближнего сноса. Это золото крупное $>0,25 - 2$ мм, низкой и средней пробыности (600–800‰), с широким набором элементов-примесей, неизменным внутренним строением (моно-, крупнозернистое, неясно-зональное строение и др.). Наличие в водотоках золота рудного облика позволяет предположить его поступление из близлежащего источника.

Примером формирования россыпи за счет близлежащего коренного источника, пространственно приуроченного к зоне разлома, служит россыпь в реч. Моргогор, правого притока р. Эбелях (рис. 7). Исследуемая

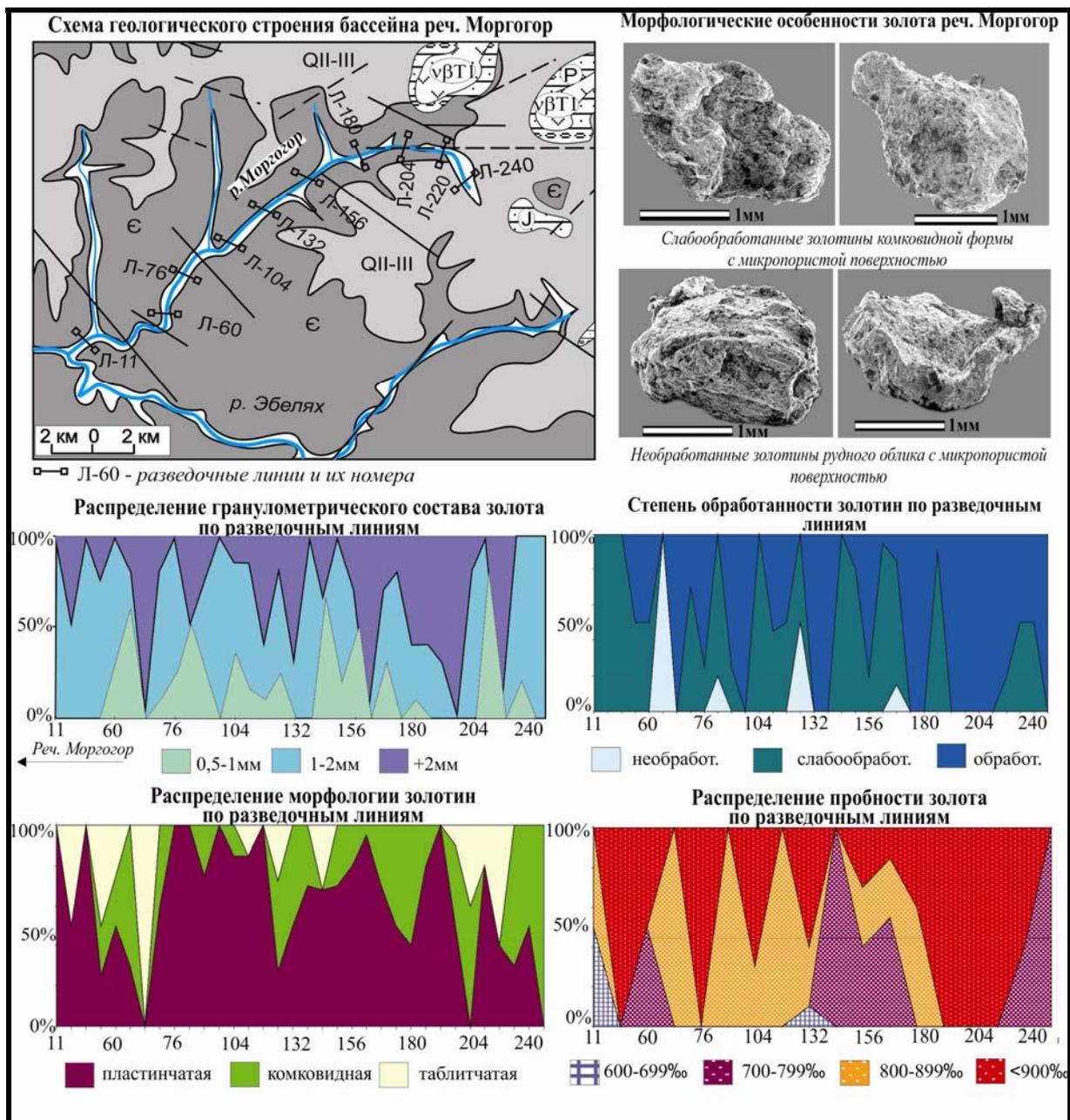


Рис. 7. Россыпь р. Эбелях (реч. Моргогор), северо-восток Сибирской платформы

территория находится в зоне сочленения северо-восточного склона Анабарского щита, западного окончания Лено-Попигайского вала и северо-западной части Суханского прогиба. Заложение рек в данном районе

происходило в мезозойское время по тектоническим нарушениям (Молодо-Полигайская система разломов) (Рубенчик и др., 1980). Последующая активизация тектонических движений повлекла перестройку гидросети. Разрывные нарушения фиксируются в долине реч. Моргогор по зонам брекчирования, ожелезнения и окварцевания, ширина которых составляет от 3 до 50 м.

В результате изучения типоморфных признаков россыпного золота в реч. Моргогор впервые обнаружено слабообработанное рудное золото (Никифорова и др., 2006). Судя по особенностям распределения слабообработанного золота рудного облика в россыпи, присутствие его как в истоке, так и в устье, поступление металла происходило на всем протяжении (25 км) реч. Моргогор. Обнаружение совершенно необработанного рудного золота размером 1–2 и >2 мм свидетельствует, что оно не переносилось на большие расстояния, а рудные источники золота находятся в самом русле речки. Следовательно, выявление слабообработанного золота рудного облика в долине реч. Моргогор позволяет предполагать о близости коренного источника, а не золотоносных промежуточных коллекторов. В связи с этим в долине реч. Моргогор впервые прогнозируется наличие золоторудного источника пока неясного происхождения. Возможно, рудные источники золота связаны с разрывными нарушениями мезозойского возраста, фиксирующимися зонами брекчирования, ожелезнения и окварцевания.

Таким образом, впервые на востоке Сибирской платформы доказан унаследованный путь (рис. 8) развития россыпей от древних

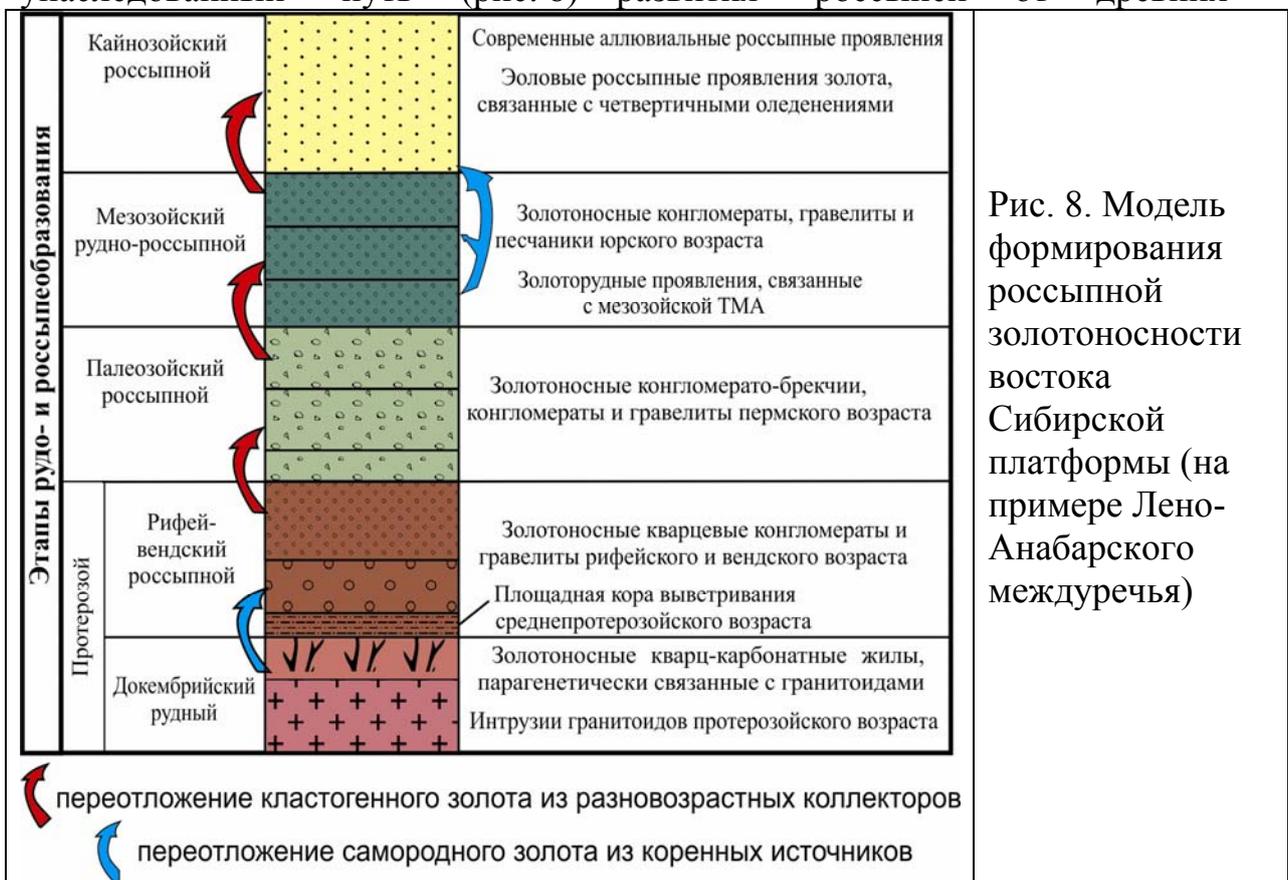


Рис. 8. Модель формирования россыпной золотоносности востока Сибирской платформы (на примере Лено-Анабарского междуречья)

золотоносных коллекторов к молодым четвертичным образованиям. Установлено, что некоторые аллювиальные россыпи сформированы при непосредственном поступлении рудного золота из близлежащих коренных источников мезозойского возраста.

Положение 3. На востоке Сибирской платформы по совокупности минералого-геохимических особенностей выделяются два типа россыпного золота, характерные для платформенных областей и обладающие определенными индикаторными признаками. Золото I типа – мелкое (0,1–0,25 мм), высокопробное, с глубоко преобразованной внутренней структурой, свойственное золоту промежуточных коллекторов, свидетельствующих о его поступлении из докембрийских золотоносных толщ. Золото II типа в основном массивное, более крупное (1–2 мм), со средней и низкой пробностью, с широким набором элементов-примесей и неизменной внутренней структурой, соответствующее золоту мезозойских коренных источников. Золото I типа пространственно приурочено к выходам фундамента и поднятий, а золото II типа – внутриконтинентальным палеорифтам.

Обобщение результатов изучения типоморфных особенностей россыпного золота и анализ закономерностей его размещения в восточной части Сибирской платформы на территории Лено-Анабарского, Лено-Вилуйского междуречий и бассейна средней Лены позволило впервые выделить два типа золота с определенными индикаторными признаками (табл. 2) (Никифорова и др., 2010, 2013).

Первый тип золота представлен хорошо окатанными чешуйчатыми и пластинчатыми формами, размером 0,1–0,25 мм, их поверхность грубошагреневая, грубоямчатая с отпечатками вдавливания минералов вмещающих отложений. Иногда встречаются псевдосростки золота с окатанными кварцем, ильменитом, цирконом и другими минералами, что свидетельствует о его поступлении из древних промежуточных золотоносных коллекторов. Золотины характеризуются высокой пробностью (900–990‰) с удивительно малым набором элементов-примесей и практически полным отсутствием микровключений. Микрондовым анализом в них установлено низкое содержание Ag – 0,19%, Cu – 0,2% и Hg – 0,2% и обнаружены лишь единичные микровключения пирита и арсенопирита. Внутренняя структура данного типа золотин существенно преобразована, в которой установлены перекристаллизации, рекристаллизации, линии деформаций и мощные высокопробные оболочки (10–30 мкм), свидетельствующие о их длительном пребывании в экзогенных условиях. Действительно, по данным А.В. Копелиовича (1965), при глубинном эпигенезе – длительном воздействии постоянного давления осуществляется своеобразное «перекачивание» элементов-примесей из внутренних частей минералов к периферии, в связи с этим происходит «самоочистка» минералов от содержащихся в них примесей.

Таблица 2

Типоморфные признаки двух типов золота (восток Сибирской платформы)

Типы золота	Гранулометрия	Морфология	Окатанность	Поверхность	Пробность	Элементы-примеси	Сростки	Включения	Внутреннее строение
I тип	0,1-0,25 мм - 100%	Чешуйчатые, тонкопластинчатые	Хорошая	Тонкошагреневая, нередко с отпечатками вдавливания минералов	900-999‰ - 100%	Микрозондовый анализ: Cu - 0,2 - 1,2 %, Hg - 0,2 %	Псевдосростки с окатанными минералами (ильменит, циркон, кварц)	Очень редко сульфиды	Полная рекристаллизация, линии пластических деформаций, высокопробная оболочка (20-30 мкм)
II тип	0,25-0,5 мм 0,5 - 1 мм > 1 мм	Комковидные, толстопластинчатые, таблитчатые	Слабая	Грубошагреневая, грубоямчатая	800 - 899 ‰ - 50 - 70 %, 700 - 799‰ - 30 - 40 %, 600 - 699 ‰ - 10 - 20 %	Микрозондовый анализ: Cu < 0,2%, Hg 0,2-6,2% Спектральный анализ: As-0,1%, Fe-0,1%, Pb-0,005%, Sn- 0,02%, Sb - 0,0008%	Сростки с халцедоно-видным кварцем	Сульфиды, теллуриды, кварц, барит, кальцит, КПШ, рутил, селениды, силикаты и карбонаты с редкоземельными элементами и др.	Неизменное моно- и крупнозернистое, тончайшая (первые мкм) высокопробная оболочка, неясная зональность, грануляции и дезинтеграции
									<p>*полированные шлифы, протравленные р-ром Cr₂O₃</p>

Второй тип золота характеризуется в основном более крупным размером ($>0,25 - 2$ мм), пластинчатыми и комковидными формами, иногда рудного облика, и имеет среднюю 800–900‰ и низкую 700–800‰, реже 500–600‰ пробность. В золоте установлен широкий набор элементов-примесей: Ag от 12 до 40%, Hg до 6,2%, Pb–0,005%; As–0,1%; Sb–0,0008%; Zn–0,005%, Cu–0,2–1,2% и др., свидетельствующих о его малоглубинном происхождении. Внутреннее строение золота практически не изменено, для него характерны монозерна и крупно-среднезернистые структуры, иногда отмечаются фрагменты очень тонких высокопробных оболочек (см. табл. 2). Кроме этого, в нем обнаружены неясно-зональные и межблоковые структуры, а также пористость, свойственные золоту малоглубинных месторождений (Савва и др., 2004; Николаева, Яблокова, 2007).

Анализ закономерности распределения золота двух типов позволил установить, что I тип золота образует широкий ореол рассеяния в обрамлении выходов фундамента и поднятий, и, видимо, связан с докембрийским этапом рудообразования (см. рис. 1). На северо-востоке Сибирской платформы в бассейнах рек Анабар, Оленек, Эбелях и др., дренирующих древние отложения, преобладает золото I типа, образующего высокие концентрации от 500 мг/м^3 до $1,5 \text{ г/м}^3$ и приуроченного к выходам фундамента и поднятий – Анабарский щит, р. Анабар (Бол. и Мал. Куонамка, Кычкин, Арбангда и др.); Оленекское поднятие, р. Эекит (Буор-Эекит, Тас-Эекит, Сололи и др.); Билиро-Уджинское поднятие (р. Уджа с ее притоками). В центральной части востока Сибирской платформы (Вилюйская синеклиза) золото I типа с высокими содержаниями до 2 г/м^3 наблюдается в правобережных притоках р. Вилюй (Чебыда, Тонгуо, Кемпендяй и др.) вблизи Сунтарского свода, Верхнесинского и Баппагайского выступов и левобережных притоках р. Лена (Кенкеме, Синяя) Чакыйского и Якутского выступов. На юго-востоке Сибирской платформы золото I типа образует высокие концентрации 2 г/м^3 и более в зоне сочленения с Байкало-Патомским складчатым надвиговым поясом в правобережных притоках р. Лена (устье р. Витим), Чара, Токко и др. Содержание золота в аллювиальных отложениях востока Сибирской платформы приведено по данным Ю.Н. Трушкова и др. (1975) и Б.Р. Шпунта (1976).

Приуроченность широкого ореола рассеяния золота I типа к выходам Анабарского и Алданского щитов, а также Оленекского, Билиро-Уджинского поднятий, Сунтарского, Якутского сводов и других платформенных поднятий свидетельствует о его поступлении из древних докембрийских золотоносных источников. Доказательством этого служат также геолого-структурные предпосылки, выявленные предшествующими исследователями. Так, В.И. Тимофеевым (1965) была определена роль горстовых поднятий в образовании россыпной золотоносности района. Материалы колонкового бурения Сунтарского поднятия показали присутствие докембрийских кристаллических пород на глубине 368 м и наличие коры выветривания. Это позволило ему предположить, что образование современных россыпей происходило за счет размыва докембрийских золотоносных источников.

Позднее И.С. Рожков, Г.В. Писемский (1967), В.Л. Масайтис и др. (1970г.), Ю.Н. Трушков и др. (1975) связали формирование золоторудных источников восточной части Сибирской платформы с раннепротерозойско-архейской эпохой. К тому же В.А. Михайловым, Н.Н. Гаврильевым (1976), В.А. Михайловым и др. (1980) установлено, что позднепалеозойские и мезозойские золотоносные коллекторы Виллюйской синеклизы содержат метаморфический комплекс минералов, аналогичный комплексам минеральных парагенезисов субганского позднего архея и удоканского раннего протерозоя.

Золото II типа обнаружено локально в русловых отложениях бассейнов рек Лено-Анабарского (Эекит, Анабар, Эбелях), Лено-Виллюйского междуречий (в истоках рек Кемпендяй, Намана, Тонгуо, Чебыда, Кенкеме и др.) и средней Лены (реки Бол. Патом, Торго и Токко). Нами установлена пространственная приуроченность золота II типа внутриконтинентальным палеорифтам: Уджинскому – на северо-востоке, Виллюйскому – на юго-востоке и в ее центральной части. По данным Е.Е. Милановского (1983), древние рифтовые зоны востока Сибирской платформы неоднократно регенерированы в мезокайнозойское время. К рифтовой зоне он относит Уджинский авлакоген, развивавшийся с рифея до мезозоя включительно. В.И. Тимофеев (1965) и В.А. Михайлов (1990) приводят аргументированные доказательства о проявлении мезокайнозойской тектономагматической активизации в этом палеорифте. Действительно, в зоне Кемпендяйской дислокации (Виллюйский палеорифт) мезозойская тектономагматическая деятельность привела к формированию складчатых структур (Табасындская антиклиналь и 12 мелких складок), а также к проявлению вулканической деятельности кислого состава (Кирина, 1966г.; Киселев, 1970г.).

Золоторудные источники, сформированные в результате вулканической деятельности. Максимальные концентрации золота II типа пространственно совпадают с полями развития вулканических образований андезит-дацитового состава, залегающих на нижнемеловых отложениях, впервые выявленных в зоне Кемпендяйской дислокации Виллюйского палеорифта (рис. 9) (Nikiforova et al., 2007, Никифорова и др., 2013). В результате спектрального анализа вулкаников обнаружено, что как в вулканиках, так и в низкосреднепробном золоте отчетливо прослеживается устойчивая Ag-Pb-Zn-Cu геохимическая ассоциация. Это позволило впервые предположить парагенетическую связь эпитермального золотосеребряного оруденения с вулканизмом (Никифорова, Ивенсен, 2008; Никифорова, Каженкина, 2012).

Свидетельством проявления мезозойской тектоно-магматической активизации служат также данные предшественников. В.И. Тимофеевым (1965) на основании анализа геологической истории развития Виллюйской синеклизы и центральной части Алданского щита впервые обоснована синхронность тектонического режима и магматизма в мезозойское время. В связи с этим он высказал предположение, что формирование рудной золотоносности в активизированных зонах Виллюйской синеклизы

(Кемпендйская дислокация) пространственно связано с верхнеюрским-нижнемеловым магматизмом. Позднее В.А. Михайлов (1990, 2000), Н.Н. Гаврильев и др. (1985), анализируя минеральные ассоциации шлихового

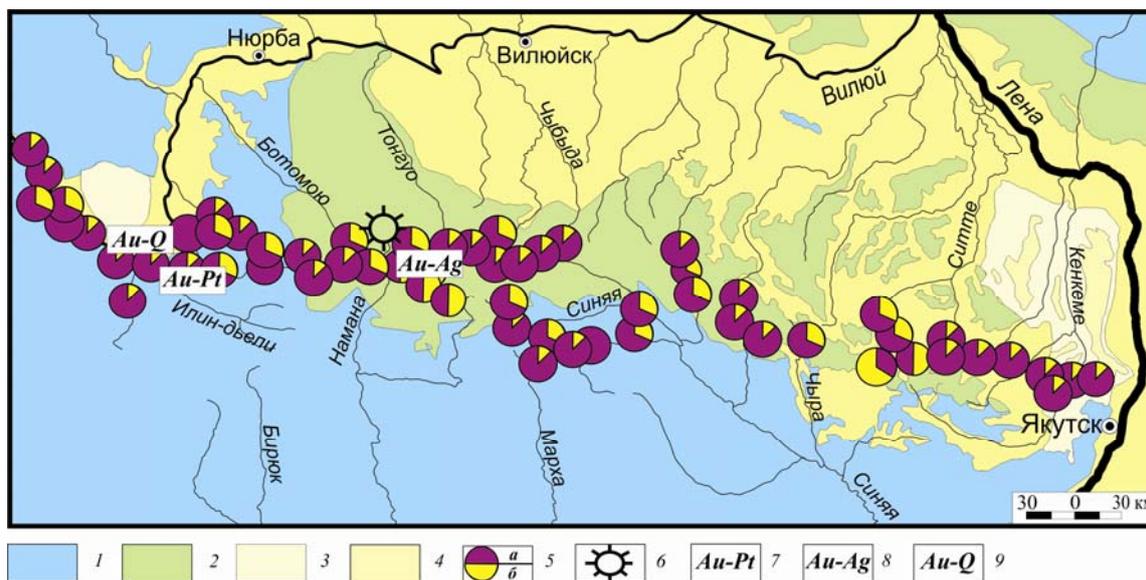


Рис. 9. Схема распространения двух типов россыпного золота и прогнозируемые золоторудные формации коренных источников на Вилюйской синеклизе: 1–4 – отложения: 1 – юрские, 2 – меловые, 3 – неогеновые, 4 – четвертичные; 5 – типы золота и их соотношение (%): а – I тип, б – II тип; 6 – ФЭС(?); 7–9 – рудные формации: 7 – золото-платиноидная, 8 – золото-серебряная, 9 – малосульфидная золото-кварцевая

ореола рассеяния и петрографический состав галечно-гравийного материала Лено-Вилюйского междуречья, пришли к выводу, что образование мезозойского золоторудного оруденения связано с магматизмом кислого состава. Потенциальным источником рудоносных гидротерм, по их мнению, являлись флюидно-эксплозивные структуры (ФЭС) в виде трубчатых тел, а также минерализованные зоны разрывных нарушений, гидротермальные аргиллизиты и тела дайкового типа. По мнению В.А. Михайлова, Ю.Х. Протопопова (1994), такие рудопроявления формировались в обрамлении блоковых выступов фундамента (Сунтарский и др.) и в зоне Кемпендйской дислокации.

Золоторудные источники, пространственно приуроченные к глубинным разломам. Золото II типа рудного облика обнаружено на северо-востоке Сибирской платформы (рис. 10) в бассейнах р. Эбелях в русле реч. Моргогор, а также в руч. Каменистый, в среднем течении р. Анабар (прав. притоки – р. Уджа, р. Маят, руч. Курурунг-Юрях) (Никифорова и др., 2013). Золото характеризуется широким диапазоном вариации пробности от 600 до 900‰, содержание Ag составляет от 10 до 50%, а Hg – до 3,6%, выявлены устойчивые содержания Fe, а в единичных пробах примеси Sb и As. В золоте обнаружены микровключения кварца, пирита и арсенопирита (Герасимов, Никифорова, 2009, 2012). Происхождение золота II типа

вероятно связано с золотоносными гидротермами, которые мигрировали по зонам разломов (Молодо-Попигайская зона разломов). Данное предположение хорошо согласуется с тем, что все водотоки в исследуемом районе заложены по тектоническим нарушениям, неоднократно подновленным в мезозойское время (Милашев, 1979). Выявленные минералого-геохимические особенности изученного золота соответствуют близповерхностным золоторудным источникам, позволяющие предположить, что коренными источниками золота служат эпитермальные рудопроявления

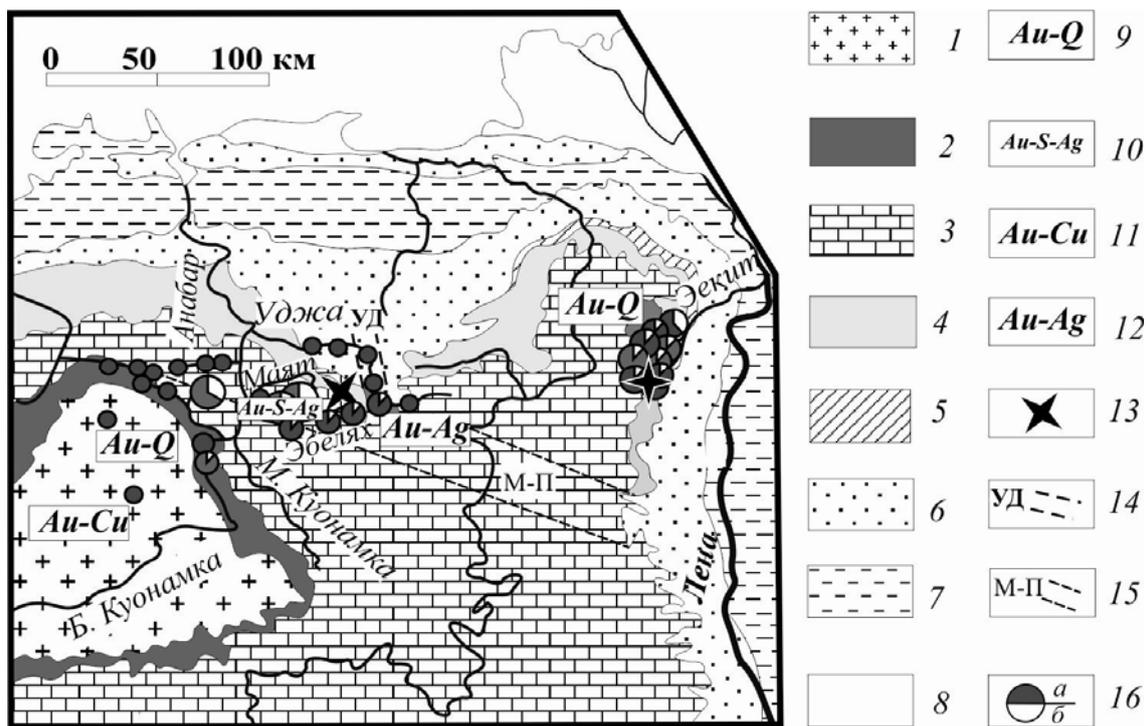


Рис. 10. Схема распространения двух типов россыпного золота и прогнозируемых золоторудных формаций коренных источников на северо-востоке Сибирской платформы: 1–8 – породы различного возраста: 1 – архейские, 2 – рифейские, 3 – кембрийские, 4 – пермские, 5 – триасовые, 6 – юрские, 7 – меловые, 8 – четвертичные; 9–12 – рудные формации: 9 – малосульфидная золото-кварцевая, 10 – золото-сульфидно-кварцевая, 11 – золото-медно-порфировая, 12 – золото-серебряная; 13 – рудный источник пока неясного происхождения; 14 – Молодо-Попигайская зона разломов; 15 – границы Удэжинского палеорифта; 16 – типы золота и их соотношение (%): а – I тип: размер 0,1–0,25 мм, пробность >900‰, б – II тип: размер > 0,25 мм, пробность 600–800‰

мезозойского возраста, пространственно приуроченные к глубинным разломам, выраженные брекчированием, ожелезнением и окварцеванием (Никифорова и др., 2006).

На юго-востоке Сибирской платформы в бассейне средней Лены в устьях рек Бол. Патом и Каменка (Уринский антиклинорий) выявлено золото II типа, представленное как пластинчатыми и комковидными формами, так и губчатыми хрупкими агрегатами до 40%, состоящими из сростков мелких

частиц золота (до 0,01 мм) с гидроксидами железа (рис.11) (Глушкова, Никифорова, 2013). Размер золотинок II типа от пылевидного до >0,25 мм, пробыность 600–900‰, содержание Hg от 0,12 до 6,2‰.

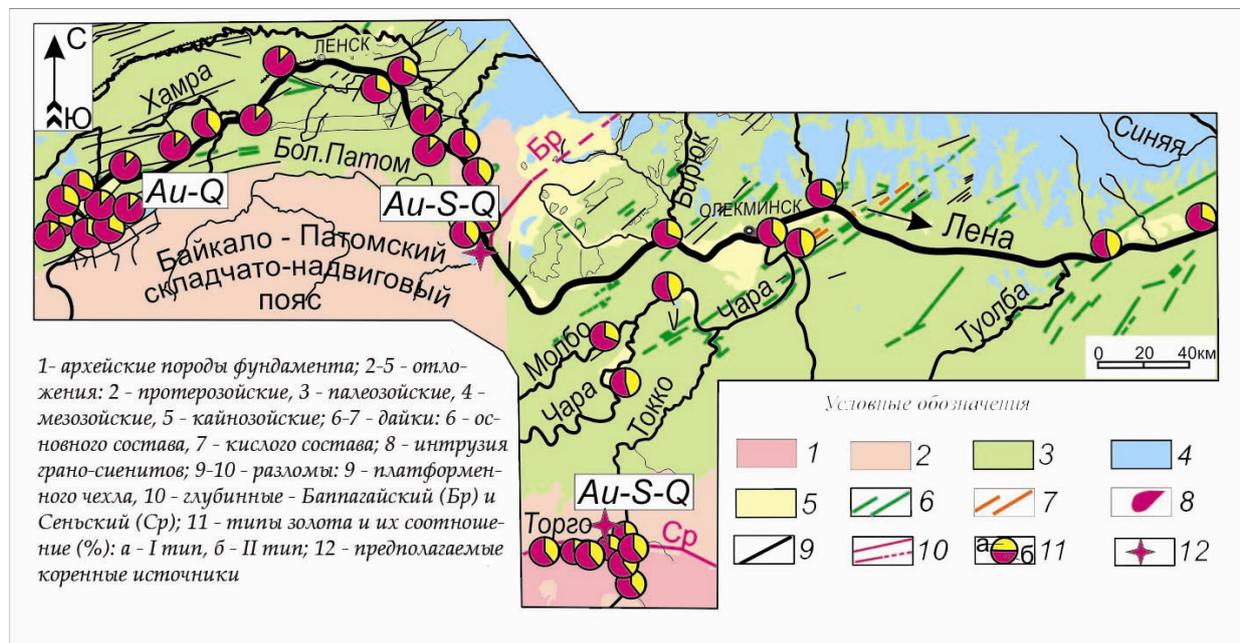


Рис. 11. Схема распространения двух типов россыпного золота и прогнозируемых золоторудных формаций коренных источников на юго-востоке Сибирской платформы

Губчатые разновидности имеют пробыность 664–727‰, содержание Hg–2,34%. Золото характеризуется крупно-среднезернистыми, неяснозональными и межблоковыми структурами, монозернами и пористым строением. В нем установлены микровключения кварца, кальцита, пирита, арсенопирита, теллуридов, селенидов и редкоземельных фосфатов, аналогичных комплексу минералов Куранахского месторождения. Устье р. Бол. Патом и напротив устье р. Каменка заложены по зоне Баптагайского разлома, неоднократно подновляемого в мезозойское время. Присутствие в аллювии до 40% хрупкого губчатого золота свидетельствует о наличии близлежащего коренного источника, пространственно приуроченного к глубинному Баптагайскому разлому (Глушкова, Никифорова, 2010).

В бассейне р. Торго (северо-запад Алданского щита), расположенном в зоне глубинного Сеньского разлома субширотного простираения, на основании обнаружения до 50 % золота II типа рудного облика нами прогнозируются близповерхностные коренные источники мезозойского возраста. Ранее здесь были установлены мезозойские золотоносные проявления с содержанием Au до 1г/т (Петров, 1978).

Пространственную связь золотого оруденения с глубинными разломами подтверждают также данные предшественников (см. табл. 1, строка 5). На юго-востоке Сибирской платформы в бассейне средней Лены (реки Пеледуй, Нюя, Намана, Джерба, Куболах, Чара и др.) к разрывным нарушениям, неоднократно подновленным в мезозойское время, приурочены

многочисленные золотоносные образования. К ним относятся мелкие магнетитовые рудопроявления и сульфидизированные мелкозернистые долериты, а также кварцевые жилы с содержанием Au от 0,1 до 1,5–2,0 г/т, проявленные в брекчированных и лимонитизированных кварцево-кремнистых породах. По данным М.В. Михайлова, В.Ф. Филатова (1966г.), Б.В. Огиенко и др., (1969), А.Ф. Петрова (1978), коренными источниками данного золота являлись рудопроявления, пространственно связанные с глубинными разломами (Кемпендяйский, Баппагайский, Сеньский), неоднократно подновляемыми в мезозойское время (см. табл. 1, строка 5).

Таким образом, установлено, что коренные источники золота I типа приурочены к выходам фундамента – Анабарскому, Алданскому щитам и поднятиям – Билиро-Уджинскому, Сунтарскому и Якутскому сводам и др. Коренные источники золота II типа расположены в зонах внутриконтинентальных палеорифтов, в бассейнах рек Эекит, Анабар, в истоках рек Кемпендяйской дислокации, а также Бол. Патом, Каменка и Торго.

Положение 4. На основании выявленных типоморфных признаков россыпного золота предлагается комплекс морфогенетических и минералого-геохимических критериев для выявления генезиса россыпной золотоносности и формационных типов коренных источников на востоке Сибирской платформы, позволяющих более корректно подобрать методы поисков и повысить эффективность прогноза рудных и россыпных месторождений золота.

Морфология россыпного золота служит эффективным критерием определения генетического типа россыпей (аллювиальные, эоловые) и выявления за счет каких источников они образовались (промежуточные золотоносные коллекторы или коренные). Установлено, что самородное золото при преобразовании в гидродинамической среде в аллювиальных, прибрежно-пляжевых и других россыпях, независимо от первоначальных форм золота (дендритовидное, комковидное, изометричное и др.), приобретает уплощенную форму (Филиппов, 1999). В эоловых условиях россыпное золото различной формы (чешуйчатое, дендритовидное, комковидное и др.) в результате механического преобразования стремится приобрести шаровидную форму (Филиппов, Никифорова, 1998). В древних погребенных россыпях (золотоносные конгломераты) россыпное золото приобретает псевдорудный облик (Никифорова, Филиппов, 1990).

Обнаружение в четвертичных отложениях золота с признаками эоловой обработки свидетельствует о формировании эоловых россыпей. По морфологии *эолового золота* можно установить за счет каких источников образована эоловая россыпь. Наличие массивного золота с признаками эоловой обработки (комковидное с округлыми выступами с пленочно-волокнуистой поверхностью и др.) свидетельствует о формировании автохтонных россыпей непосредственно за счет дефляции коренного

источника. Для россыпей гетерогенного происхождения, образованных за счет дефляции пролювиальных, аллювиальных россыпей, характерны дисковидные и пластинчатые золотины с валиком по периферии. Присутствие в четвертичных отложениях тороидального, шаровидно-пустотелого и чешуйчатого золота с валиком по периферии указывает на наличие эоловых аллювиальных россыпей. Золотины с признаками эоловой обработки (чешуйки с валиком по периферии, тороидальные и шаровидно-пустотелые) размером 0,1–0,25 мм, образующие обширный ореол рассеяния, выделены по аэрокрупности как *транзитное* золото. Золотины крупнее 0,25 мм с признаками эоловой обработки относятся по аэрокрупности к *дефляционному* металлу и встречаются реже, поскольку они не переносятся на большие расстояния. Следовательно, дефляционные россыпи золота можно обнаружить по ореолу распространения тороидальных и шаровидно-пустотелых форм, являющихся поисковым морфогенетическим критерием эоловых россыпей.

Наличие *псевдорудного золота* в аллювиальных отложениях указывает, что данная россыпь образована за счет поступления золота из промежуточных коллекторов различного возраста. Подобные формы золотинок встречаются на Лено-Анабарском и Лено-Вилуйском междуречьях востока Сибирской платформы в местах размыва золотоносных разновозрастных коллекторов (конгломератов). Обнаружение псевдорудного золота в аллювиальных россыпях свидетельствует лишь о поступлении золота из промежуточных коллекторов, а не из коренных источников, что является морфогенетическим критерием определения источника питания россыпи. Кроме этого выявление в современных россыпях золота псевдорудного облика может служить поисковым критерием для обнаружения золотоносных конгломератов с высоким содержанием золота, которые являются древними погребенными россыпями различного возраста, к примеру, россыпь девонского возраста Ичет-Ю (Тиманский кряж) и пермская россыпь Сололи (Оленекское поднятие).

Предварительные результаты исследования минералого-геохимических особенностей двух типов россыпного золота на востоке Сибирской платформы позволяют впервые прогнозировать различные формационные типы коренных источников, соответствующие двум основным этапам рудообразования – докембрийскому и мезозойскому (Никифорова и др., 2013).

Докембрийский этап рудообразования. Коренные источники *малосульфидной золотокварцевой формации* прогнозируются на северной окраине Байкало-Патомского надвигового пояса, в обрамлении Анабарского и Алданского щитов, а также вблизи поднятий – Оленекского, Сололийского, Билиро-Уджинского, Якутского, Сунтарского сводов и других, где широко развит ореол рассеяния золота I типа. В данном золоте установлены единичные микровключения пирита, арсенопирита, глаукодота и карбонатов, характерных для оруденения малосульфидной золоторудной формации больших глубин (рис. 12).

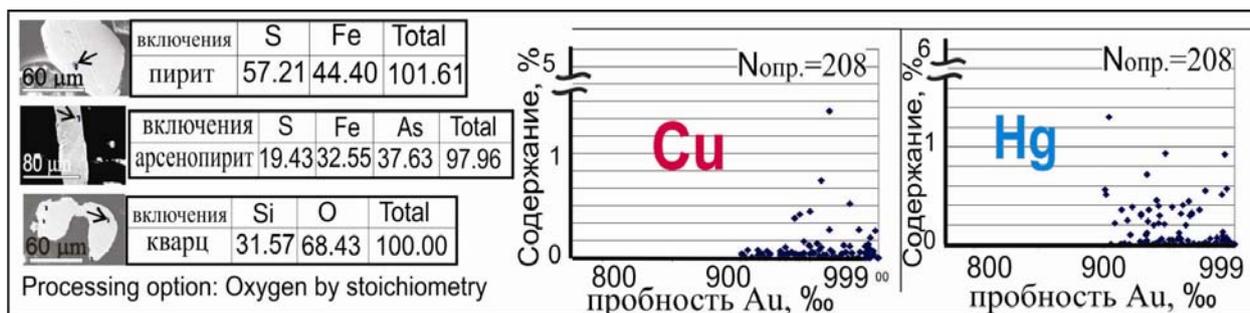


Рис.12. Содержание элементов-примесей и микровключений в россыпном золоте

Золотомедно-порфировая формация. Оруденения больших глубин данной формации предполагаются на северо-востоке Сибирской платформы (Анабарский щит и его обрамление) на основании обнаружения в высокопробном россыпном золоте устойчивого содержания Cu от 0,3–0,5 %, а в единичных случаях от 1 до 4 % (рис. 13). А.В. Толстовым (2002) в россыпном золоте данной территории установлены такие же повышенные содержания меди. А.П. Смеловым и др. (2004) на основании выявления повышенного содержания Cu в золоте магматических пород диорит-

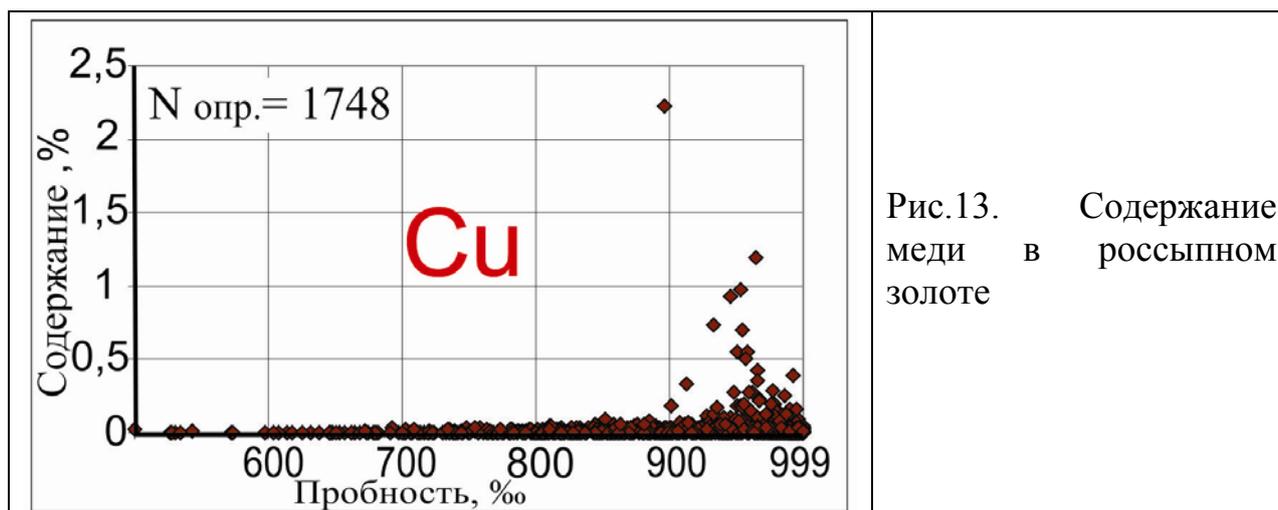


Рис.13. Содержание меди в россыпном золоте

гранодиорит-монцитовой и диорит-гранодиорит-гранитной формаций Анабарского щита также прогнозируются месторождения золотомедно-порфирового типа.

Золотоплатиноидная формация. По результатам спектрального количественного анализа в россыпном золоте Лено-Вилуйского междуречья (более 100 объектов) установлены примеси Pt 39–94 г/т (иногда >1130 г/т), Pd до 570 г/т (в единичном случае >1015 г/т) и Ni до 6 г/т (рис. 14).

Это позволяет впервые прогнозировать на данной территории формирование оруденения золотоплатиноидной формации, вероятно, связанного с базитами раннепротерозойского возраста. И.Н. Истомина и В.М. Мишин (2003) металлоносность докембрийского возраста связали с базитовым магматизмом.

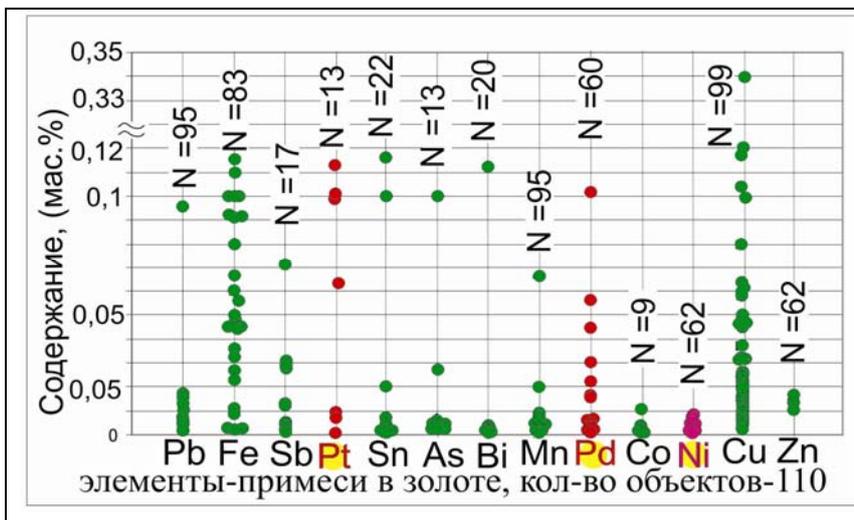


Рис.14. Содержание элементов-примесей в россыпном золоте Лено-Виллюйского междуречья. Атомно-эмиссионный спектральный количественный анализ, спектрограф ДСФ-8. Аналитики: Коркина С.Ю., Нарышкина Е.Л.

Золотожелезисто-кварцитовая формация. На юго-востоке Сибирской платформы возможно формирование метаморфогенных месторождений данной формации, известных в северо-западной краевой части Алданского щита. На это указывают наши данные, согласно которым, в россыпном золоте I типа бассейнов рек Торго, Чара и др. установлены повышенные содержания Fe до 68 г/т (400 г/т – реки Чара, Быйыттаах) и выявлены микровключения ряда минералов (гематита, ильменита и корунда), характерных для месторождений золотожелезисто-кварцитовой формации (рис. 15). Н.Т. Родионовым, Д.В. Блажкуном (1965г.) в архейских железистых

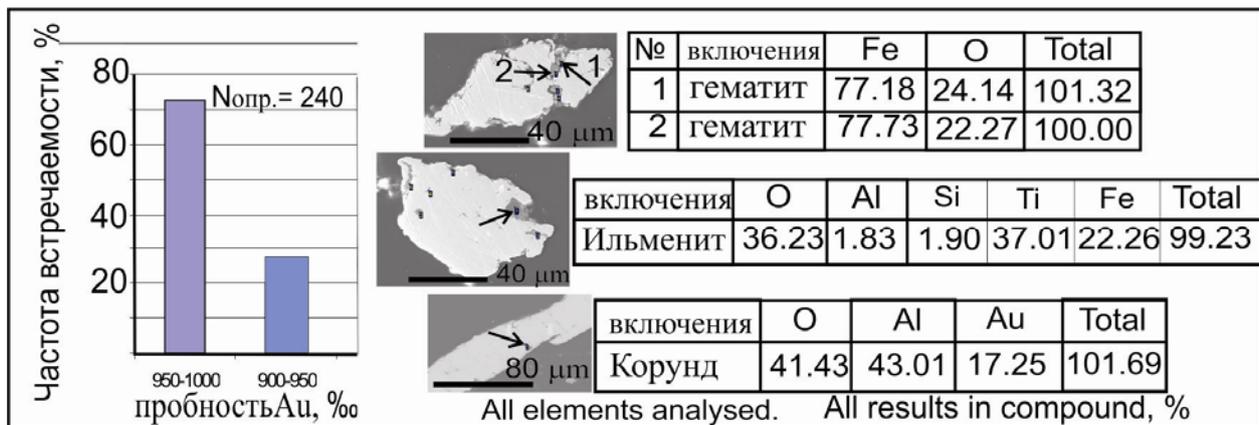


Рис.15. Пробность и микровключения россыпного золота

кварцитах Алданского щита установлено содержание Au до 0,6 г/т. По данным Э.Г. Кассандрова и В.А. Маринича (1979), в железистых кварцитах выявлены золотины чешуйчатой формы, размером 0,04–0,25 мм, пробностью 950‰, аналогичные золоту I типа.

Мезозойский этап рудообразования. Коренные источники **золотосеребряной формации** впервые прогнозируются лишь в центральной части Сибирской платформы в зоне Кемпендяйской дислокации (Виллюйский рифт) на основании обнаружения в россыпном золоте повышенного содержания Ag от 12 до 40%, Hg до 2,4 % и устойчивых содержаний

примесей Pb, Zn, Cu и др. (рис. 16). Кроме элементов-примесей в россыпном золоте выявлены микровключения минералов, характерных для оруденения золотосеребряной формации – барит, кальцит и адуляр(?). Формирование коренных источников данной формации возможно в истоках рек Лено-Вилуйского междуречья – Кемпендяй, Намана, Тонгуо, Чебыда,

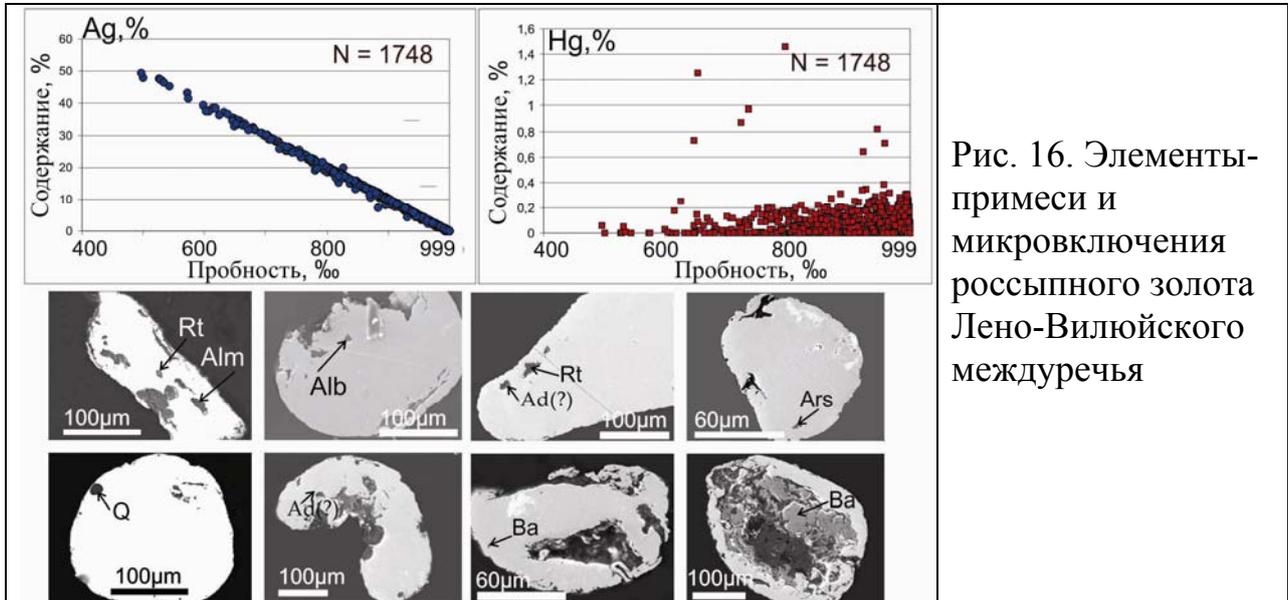


Рис. 16. Элементы-примеси и микровключения россыпного золота Лено-Вилуйского междуречья

Кенкеме и др. (Кемпендяйские дислокации). Следует обратить внимание, что в русловом аллювии этих рек наряду с аномально высокими содержаниями золота ($1,5 \text{ г/м}^3$) наблюдается широкое распространение неокатанных зерен барита, гематита, а также халцедоновидного кварца. Доказательством формирования оруденения золотосеребряной формации также служат данные предшественников (см. табл. 1, строка 6), которыми в отложениях ранней юры и мела обнаружены кварц-кальцит-баритовые жилы, содержащие рудные минералы – пирит, магнетит, галенит, сфалерит, халькопирит, иногда в них отмечают монацит и киноварь. Содержание золота в этих жилах до $1,4 \text{ г/т}$. Следует подчеркнуть, что происхождение данных рудопроявлений исследователи (Кирина, 1966; Киселев, 1970) связали с кислым вулканизмом раннеюрского и мелового возраста. Таким образом, в зоне Кемпендяйской дислокации впервые прогнозируются коренные источники золотосеребряной формации, парагенетически связанные с вулканической деятельностью андезит-дацитового состава.

Рудопроявления **золотосульфидно-кварцевой формации** впервые прогнозируются на юго-востоке Сибирской платформы в бассейне средней Лены на участках, пространственно приуроченных к Баппагайскому и Сеньскому глубинным разломам – русла рек Бол. Патом, Каменка (Уринский антиклинорий) и др. В россыпном золоте этих водотоков, кроме повышенного содержания Hg до 5%, выявлены микровключения пирита, арсенопирита, кальцита, теллурида, а также минералы с редкоземельными элементами (рис.17).

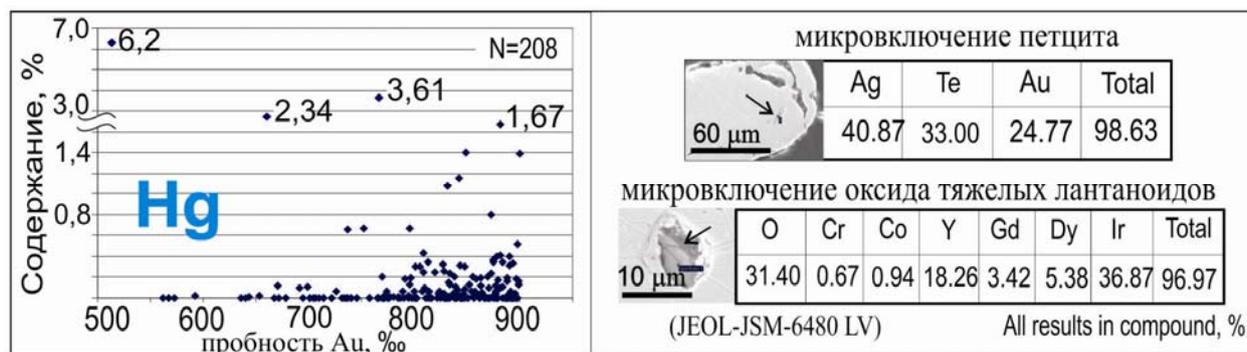


Рис.17. Элементы-примеси и микровключения россыпного золота

Коренные источники золотосульфидной кварцевой формации предполагаются также на северо-востоке Сибирской платформы в бассейнах рек Лено-Анабарского междуречья (Эекит, Анабар, Эбелях), пространственно связанных с Молодо-Попигайской системой разломов.

Полученные данные по типоморфизму россыпного золота позволили разработать **комплекс морфогенетических и минералого-геохимических критериев** для прогнозирования и поиска рудных и россыпных месторождений золота:

1. Форма золотин позволяет установить их морфогенетическую принадлежность (аллювиальное, эоловое, псевдорудное и рудное), тем самым определить генетический тип россыпей, реконструировать геолого-геоморфологическую обстановку россыпеобразования (гидродинамические, эоловые) и выявить источники питания (промежуточные коллектора или коренные), что дает возможность более корректно подобрать методику поиска россыпных и рудных месторождений золота.

2. Совокупность выделенных типоморфных критериев (форма, размер, внутренняя структура) для двух типов россыпного золота, свидетельствует о проявлении двух этапов рудообразования (докембрийский, мезозойский) и наличии докембрийских коренных источников (золото I типа), пространственно приуроченных к выходам фундамента и поднятий, а на локальных объектах – мезозойских (золото II типа), проявленных в зонах внутриконтинентальных палеорифтов.

3. Выявление индикаторных признаков россыпного золота по комплексу его минералого-геохимических особенностей позволяет разработать критерии прогнозирования формационных типов коренных источников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые проведено обобщение результатов изучения типоморфизма россыпного золота и закономерностей его распределения на востоке Сибирской платформы. На основании выявленных характерных морфологических признаков россыпного золота установлены три типа – аллювиальное, эоловое и псевдорудное. В связи с этим на исследуемой

территории выделяются следующие генетические типы россыпей – аллювиальные современные и древние (золотоносные коллекторы), эоловые (нетрадиционный тип).

Анализ типоморфных признаков россыпного золота и закономерностей его распределения, а также сопоставление полученных данных с историей геологического развития региона позволили впервые выделить два типа золота, соответствующих двум этапам рудообразования – докембрийскому и мезозойскому. На представительном фактическом материале обосновано, что формирование россыпной золотоносности востока Сибирской платформы происходило в основном за счет докембрийских коренных источников, а на локальных участках – мезозойских. На исследуемой территории не исключается возможность формирования россыпных проявлений за счет палеозойских золоторудных источников, но для доказательства этого положения пока недостаточно достоверных данных.

По индикаторным признакам россыпного золота, как показателей рудогенеза, впервые на востоке Сибирской платформы прогнозируются докембрийские золоторудные месторождения, пространственно приуроченные к выходам фундамента и поднятиям – золотокварц-малосульфидной, золотожелезисто-кварцитовой, золотомедно-порфировой и золотоплатиноидной формаций. Предполагаемые мезозойские близповерхностные месторождения золотосеребряной и золотосульфидно-кварцевой вкрапленного типа распространены локально в зонах внутриконтинентальных палеорифтов (рис. 18).

В целом индикаторные типоморфные признаки золота, выявленные на востоке Сибирской платформы, позволяют установить генезис обширной знаковой россыпной золотоносности, определить местоположение и, в первом приближении, формационные типы коренных источников. На основе минералогического картирования закономерностей распределения золота впервые оконтурены участки, перспективные на обнаружение мезозойских золоторудных источников – руч. Моргогор (р. Эбелях), истоки рек Кемпендяйской дислокации, устья рек Бол. Патом, Каменка и Торго.

Обзор литературы по золоторудным месторождениям Мира свидетельствует, что крупные месторождения докембрийского возраста – Колар (Индия), Калгурли (Австралия), Поркьюпайн и Керкленд-Лейк (Канада), Морроу Велью (Бразилия) и т.д., приуроченные к древним платформам, не образуют крупных современных россыпей, а формируют лишь рассеянный ореол мелкого и тонкого золота вблизи выходов фундамента. Аналогичная закономерность распределения россыпного золота установлена и на востоке Сибирской платформы. Для многих из упомянутых месторождений, как и для востока Сибирской платформы, характерно мелкое, в основном чешуйчатое золото пробностью свыше 900‰ (Dunn, 1929; Giusti, 1986; Oberthur, Saagger, 1986; DiLabio et al., 1988; Freyssinet et al., 1988; Minter et al., 1993, Knight et al., 1999). Кроме этого, на указанных платформах и их обрамлениях, в частности на Северо-Американской,

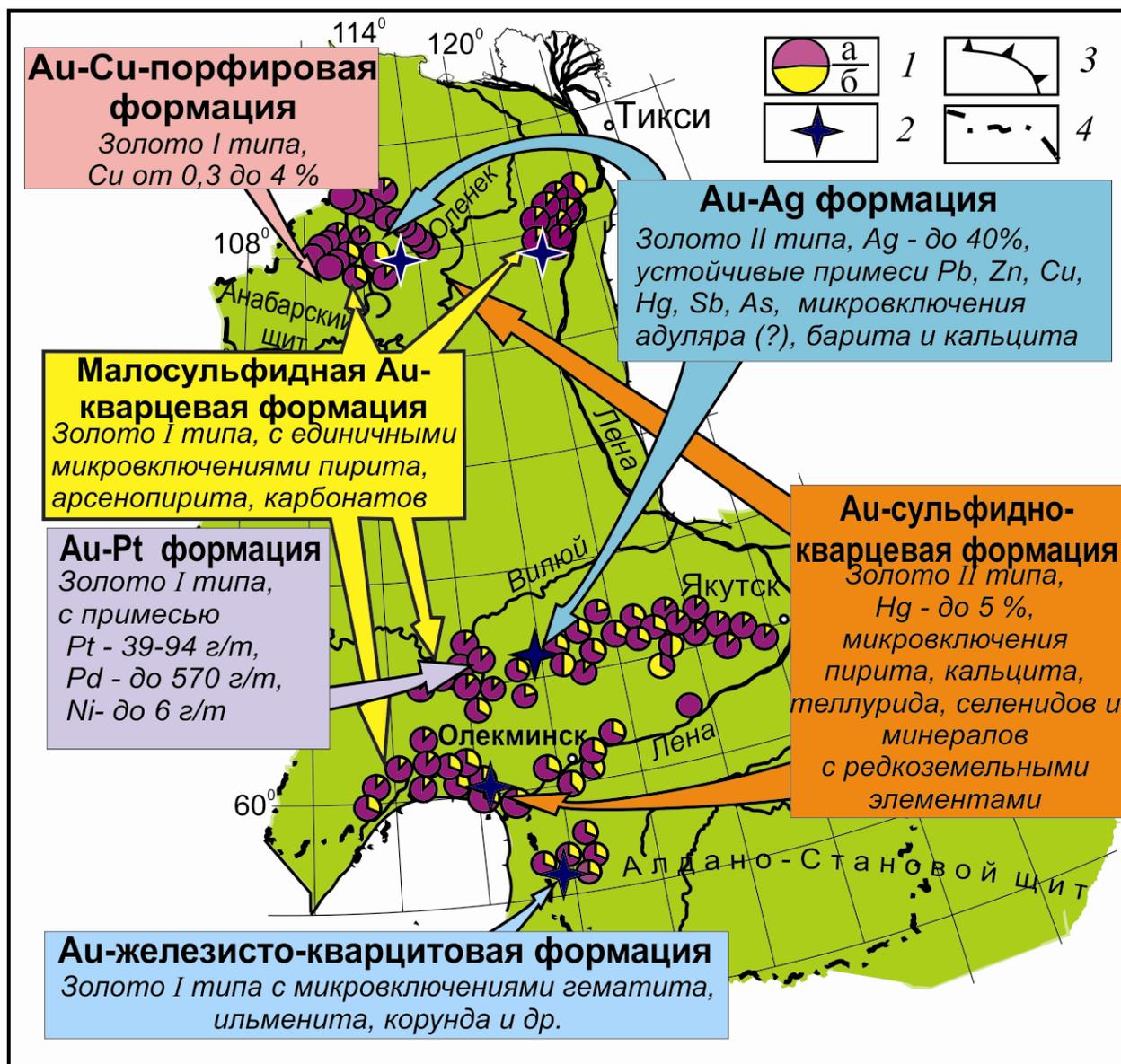


Рис. 18. Расположение предполагаемых формационных типов коренных источников на основе индикаторных признаков россыпного золота – показателя рудогенеза (восток Сибирской платформы): 1 – типы золота и их соотношения (%): а – I тип: размер 0,1–0,25 мм, пробыность >900 ‰, б – II тип: размер > 0,25 мм, пробыность 600–800 ‰; 2 – места обнаружения рудного золота; 3 – фронт фанерозойских орогенных поясов; 4 – граница Республики Саха (Якутия)

широко известны золоторудные месторождения, сформированные при влиянии мезокайнозойской тектономагматической активизации (Шер, 1972; Константинов, 2006; Knight et al., 1999; Chapman et al., 2000; Chapman, Mortensen, 2006). Сопоставление типоморфных признаков россыпного золота и закономерности его распределения с золотом Северо-Американской платформы позволили впервые предполагать наличие на востоке Сибирской платформы коренных источников докембрийского возраста, приуроченных к выступам фундамента, вероятно, являющихся аналогами крупных

месторождений типа Поркьюпайн и Керкленд-Лейк. Формирование месторождений мезокайнозойского возраста типа Крипл-Крик (Скальный палеорифт) возможно в пределах Кемпендяйской дислокации (Виллойский палерифт), а типа Куранах – в зоне сочленения Уринского антиклинория с северо-восточной частью Байкало-Патомского надвигового пояса.

Итак, на данном этапе работ на востоке Сибирской платформы предприняты первые попытки прогнозирования крупных докембрийских и мезокайнозойских золоторудных месторождений на основе минералогического метода. Разработанные методы и подходы изучения типоморфизма россыпного золота могут найти успешное применение и на Восточно-Европейской платформе для выявления генезиса россыпей, прогнозирования и поиска золоторудных месторождений. Безусловно, прогнозирование коренных источников в платформенных областях на основе изучения типоморфизма россыпного золота требует дальнейших, более детальных исследований с привлечением комплекса геолого-структурных, геофизических и других методов.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Филиппов В.Е., Никифорова З.С. Формирование россыпей золота под воздействием эоловых процессов. Новосибирск: Наука, 1998. 160 с.

2. Филиппов В.Е., Никифорова З.С. Преобразование частиц самородного золота в процессе эолового воздействия // ДАН СССР. 1988. Т. 299, № 5. С. 1229–1232.

3. Никифорова З.С., Филиппов В.Е. Золото псевдорудного облика в древних конгломератах // ДАН СССР. 1990. Т. 311, № 2. С. 455–457.

4. Никифорова З.С., Филиппов В.Е., Цаплин А.Е. Эоловое золото одного из россыпных месторождений Тиманского кряжа // Геология рудных месторождений. 1991. Т. 33, № 2. С. 112–116.

5. Никифорова З.С. Генезис месторождения Кангаба (Мали, Западная Африка) с точки зрения эолового россыпеобразования // Отечеств. геология. 1998. № 6. С. 70–73.

6. Никифорова З.С. Закономерности размещения эолового золота // Отечеств. геология. 1999. № 4. С. 24 – 26.

7. Никифорова З.С. Типоморфные особенности эолового золота // ЗВМО. 1999. № 5. С. 79–83.

8. Никифорова З.С. Критерии определения генезиса россыпей по типоморфным признакам золота. // Обогащение руд. Технологическая минералогия. СПб., 2001. С. 34–38.

9. Никифорова З.С., Сурнин А.А. К проблеме россыпной золотоносности средней Лены // Отечеств. геология. 2001. № 5. С. 70–72.

10. Избеков Э.Д., Никифорова З.С., Оксман В.С. Относительно «Атласа самородного золота» (рецензия на работу «Атлас самородного золота» А.В. Сурков, 2000) // ЗВМО. 2001. № 4. С. 137–138.

11. Герасимов Б. Б., Филиппов В.Е., Никифорова З.С., Сыромятникова А.С. О новой разновидности золота эолового типа // ЗВМО. 2002. № 6. С. 55–56.
12. Никифорова З.С. К проблеме формирования эоловых россыпей золота на Восточно-Европейской платформе // Литология и полезные ископаемые. 2003. № 6. С. 641–646.
13. Никифорова З.С. Химический состав и микротвердость эолового золота // Обогащение руд. Технологическая минералогия. СПб., 2003. № 2. С. 24–27.
14. Герасимов Б.Б., Никифорова З.С. Эпохи формирования россыпной золотоносности бассейна р. Эекит (юго-восток Оленекского поднятия) // Отечеств. геология. 2004. № 5. С. 3–6.
15. Тулаева Е.Г., Никифорова З.С., Сурнин А.А., Иванов П.О. Формирование россыпных проявлений золота юго-востока Березовской впадины Предпатомского прогиба Сибирской платформы // Отечеств. геология. 2004. № 5. С. 7–11.
16. Герасимов Б.Б., Никифорова З.С. Типоморфные особенности золота из разновозрастных отложений юго-восточной части Оленекского поднятия // ЗРМО. 2005. № 5. С. 69–73.
17. Герасимов Б.Б., Никифорова З.С. Россыпная золотоносность р. Маят (бассейн р. Анабар) // Отечеств. геология. 2005. № 5. С. 38–42.
18. Никифорова З.С., Филиппов В.Е., Герасимов Б.Б. Влияние эоловых процессов на образование золотоносных россыпей в различные эпохи развития Земли // Геология и геофизика. 2005. № 5. С. 517–528.
19. Тулаева Е.Г., Никифорова З.С. Россыпная золотоносность Витимо-Пилкинского водораздела (средняя Лена) // Отечеств. геология. 2005. № 5. С. 29–34.
20. Никифорова З.С., Базилевская Р.В., Герасимов Б.Б. О находках рудного золота в бассейне р. Эбелях северо-востока Сибирской платформы // Отечеств. геология. 2006. № 5. С. 48–52.
21. Тулаева Е.Г., Никифорова З.С. О двух минералогических типах россыпного золота бассейна р. Чара // ЗРМО. 2006. № 5. С. 60–64.
22. Никифорова З.С., Прудников С.Г., Лебедев В.И., Ойдуп Ч.К., Тулаева Е. Г. О возможности выявления эоловых россыпей золота на территории Тувы // Литология и полезные ископаемые. 2007. № 1. С. 25–32.
23. Nikiforova Z.S., Gerasimov V.V., Tulaeva E.G. Genesis of gold-bearing placers in the Eastern Siberian platform // Fluvial palaeo-systems: evolution and mineral deposits. Project IGCP-514. Moscow, 2008. P. 73–83.
24. Герасимов Б.Б., Никифорова З.С. Крупное ртутьсодержащее россыпное золото бассейна среднего течения р. Анабар // Отечеств. геология. 2009. № 5. С. 11–17.
25. Глушкова Е.Г., Никифорова З.С. Прогнозирование предполагаемых коренных источников по минералогическим особенностям россыпного золота бассейна средней Лены // Наука и образование. 2009. № 4. С. 35–39.
26. Глушкова Е.Г., Никифорова З.С. Сравнительная характеристика типоморфных особенностей самородного золота бассейна средней Лены

(юго-восток Сибирской платформы) // Тихоокеанская геология. 2010. Т. 29, № 3. С. 34–44.

27. Никифорова З.С., Герасимов Б.Б., Тулаева Е.Г. Генезис золотоносных россыпей и их возможные источники (восток Сибирской платформы) // Литология и полезные ископаемые. 2011. № 1. С. 21–35.

28. Герасимов Б.Б., Никифорова З.С. Типоморфные признаки россыпного золота бассейна среднего течения р. Анабар (северо-восток Сибирской платформы) // ЗРМО. 2011. № 5. С. 54–63.

29. Глушкова Е.Г., Никифорова З.С. Внутреннее строение россыпного золота бассейна средней Лены (юго-восток Сибирской платформы) // ЗРМО. 2011. № 1 (140). С. 76–83.

30. Герасимов Б.Б., Никифорова З.С. Особенности россыпного золота бассейна р. Уджа (Билиро-Уджинское поднятие) // Отечеств. геология. 2012. №5. С. 27–31.

31. Никифорова З.С., Каженкина А.Г. Минералого-геохимические особенности россыпного золота юго-западной части Вилюйской синеклизы (Кемпендяйские дислокации) и их возможная связь с источниками золотосеребряной формации // Отечеств. геология. 2012. № 5. С. 32–36.

32. Глушкова Е.Г., Никифорова З.С. Коренные источники россыпной золотоносности верховьев р. Усу (юго-западная часть Угуйского грабена) // Отечеств. геология. 2013. №5. С.28–32.

33. Глушкова Е.Г., Никифорова З.С. О коренных источниках россыпного золота Уринского антиклинория (юго-восток Сибирской платформы) // Тихоокеанская геология. 2013. Т.32, №3. С. 118–123.

34. Никифорова З.С., Герасимов Б.Б., Глушкова Е.Г., Каженкина А.Г. Золотоносность востока Сибирской платформы (россыпи – коренные источники) // Геология рудных месторождений. 2013. Т. 55, № 4. С.305–319.