

Отзыв официального оппонента Г.В. Нестеренко

на диссертацию **Никифоровой Зинаиды Степановны** «Типоморфизм россыпного золота как показатель генезиса россыпей и коренных источников (восток Сибирской платформы)», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – «геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»

Представленная к защите диссертационная работа Зинаиды Степановны Никифоровой содержит результаты исследований по выявлению генезиса россыпной золотоносности и питающих её коренных источников в платформенных областях с мощным чехлом терригенных отложений, в пределах которых традиционные методы поисков золоторудных месторождений малоэффективны. Делается это, главным образом, на примере востока Сибирской платформы. По ряду объективных причин многие вопросы проблемы оставались до последнего времени дискуссионными. Среди таких причин – длительная история континентального развития территории в мезозой-кайнозой, в ходе которой были уничтожены индикаторные минералы золоторудных источников; большая мощность чехла, перекрывающего складчатый фундамент с входящими в его состав потенциально перспективными рудно-магматическими сериями пород; преимущественно слабая концентрация самородного золота в перекрывающем осадочном комплексе и ряд других. В этой связи диссертационная работа З.С. Никифоровой представляется весьма **актуальной** – в ней изложены результаты успешного изучения типоморфных особенностей россыпного золота и обобщения имеющихся материалов по выявленным особенностям на востоке Сибирской платформы и на этой основе определен генезис широко проявленной россыпной золотоносности и выяснены наиболее вероятные типы источников, участвующих в образовании обширного россыпного ареала рассеяния самородного золота, а также в формировании отдельных россыпных проявлений. Сказанное свидетельствует о положительном решении диссертантом целого ряда вопросов, остающихся на протяжении ряда десятилетий дискуссионными. Полученные соискателем результаты и сделанные на их основе выводы позволили выработать ряд оценочных критериев условий формирования, развитых в пределах платформ россыпей и характера их связи с источниками питания, т.е. данные, непосредственно влияющие на перспективную оценку территорий и выбор рациональных методов геолого-поисковых работ. Их высокое **практическое значение**, исходя из сказанного, очевидно. Полученные результаты, изложенные в 15 рукописных отчетах и практических рекомендаций по некоторым из них, переданы в производственные геологические организации.

Достоверность полученных результатов и обоснованность сделанных выводов, которые были положены в основу защищаемых положений, определяются, прежде всего, представительностью коллекции самородного золота (>800 проб), собранной диссертантом в ходе выполнения научной тематики ИГАБМ СО РАН, хоздоговорных работ и проектов РФФИ в тридцатилетний период с 1980 по 2010 гг. Представительна она как по количеству объектов, так и по охвату геолого-структурных ситуаций востока Сибирской платформы. При этом обрабатывалась она с использованием современных прецизионных методов анализа: сканирующего электронного микроскопа, стереоскопического микроскопа, микроанализатора «JSA-50A», энергетического

спектрометра «OXFORD» INCA-sight, атомно-эмиссионной спектрометрии. Важно и то, что интерпретация полученных данных осуществлялась во-первых в купе с глубоким анализом геологической ситуации и истории развития конкретных территорий, а во-вторых, постоянно учитывая опыт предшественников, т.е. опираясь на всестороннюю проработку обширной информации, содержащейся в фондовых и опубликованных работах.

Новизна полученных результатов и выводов представляется вполне очевидной. Соискателем впервые проведено детальное изучение россыпного золота и обобщение вновь полученных и всех имеющихся данных по россыпной золотоносности весьма крупного и во многом сложного региона - востока Сибирской платформы; выделены, помимо аллювиальных, эоловые и псевдорудные морфогенетические типы золотин. Кроме того, выделены два минералого-геохимических типа самородного золота: I-ый - широко распространенный и пространственно приуроченный к выходам фундамента и II-ой - локально приуроченный к внутриконтинентальным палеорифтам; сделан важный вывод, также впервые, о формировании россыпных проявлений с I-ым типом россыпного золота за счет докембрийских относительно глубинных золоторудных источников, а II-го - мезозойских малоглубинных.

Очевиден весьма солидный **личный вклад соискателя** в проведенных научных исследованиях и полученных результатах, послуживших основой диссертации. Это, кроме всего прочего, подтверждается тем фактом, что в почти в трети публикаций в рейтинговых журналах она первый соавтор, а в более 10 % - единственный автор.

Диссертация З.С.Никифоровой состоит из введения, заключения и семи глав; её объём 349 страниц текста, содержащего 88 рисунков, 11 таблиц и список литературы из 311 наименований. Пять первых глав, занимающих примерно половину объёма диссертации, вероятно можно рассматривать как подготовительные, своего рода расширенное вступление. Каждая глава завершается краткими выводами. В главе 1 (стр. 15- 66) по фондовым и опубликованным работам приведена краткая история изучения золотоносности и типоморфных признаков россыпного золота каждого из трех обособляемых соискателем районов востока Сибирской платформы: Лено-Анабарское междуречье, Лено-Вилуйское междуречье и Средняя Лена (юго-восток Сибирской платформы). Глава 2 (стр. 67-89) включает обзор гипотез о происхождении тороидальной и шаровидной форм золота. В главе 3 (90-105) излагаются результаты экспериментальных исследований по преобразованию самородного золота эоловыми процессами и под влиянием литостатического давления в терригенных осадочных толщах – промежуточных коллекторах. Глава 4 (106-118) содержит характеристику типоморфных особенностей эолового и псевдорудного золота. В главе 5 (119-166) «Распространенность золота с признаками эоловой обработки и закономерности его распределения» охарактеризованы в названном ракурсе Восточно-Европейская платформа, территория Тувы и Монголии, в том числе и по результатам собственных исследований З.С.Никифоровой. Приведен краткий обзор встречаемости эолового золота и на других континентах. Обсуждается участие эолового золота в формировании россыпной золотоносности в платформенных областях. Непосредственно обоснованию защищаемых положений посвящены последние две главы: шестая и седьмая. В главе 6 (167-297), опираясь на результаты детального

изучения типоморфных признаков россыпного золота обосновывается выделение на востоке Сибирской платформы двух типов благородного металла, соответствующих основным этапам рудообразования – докембрийскому и мезозойскому. Проанализированы закономерности распределения этих типов россыпного золота по отношению к геологическим структурам. Рассмотрено влияние эоловых процессов на условия формирования золотоносных россыпей в эпохи четвертичного оледенения в пределах Яно-Вилуйского междуречья, а также роль мезозойской тектономагматической активизации в формировании золоторудной минерализации, послужившей первоисточниками россыпей золота II типа. Глава 7 (298-319) содержит результаты проведенной соискателем выработки критериев определения генетических типов россыпной золотоносности и источников её питания по морфологии россыпного золота, а также прогноза формационных типов и вероятного местоположения коренных источников, основываясь на выявленных в россыпном золоте индикаторных признаках.

Остановимся на содержании выдвинутых для защиты положений и их обоснованности.

Первое положение включает следующие три достаточно самостоятельных утверждения: - На формирование россыпной золотоносности востока Сибирской платформы, помимо гидродинамических, влияли эоловые процессы, проявленные в эпохи оледенения и послужившие причиной образования обширного ореола рассеяния золотин с признаками эоловой обработки. - На исследуемой территории выделяется 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». Обоснованность и достоверность их представляется не одинаковой. Наиболее обоснованными выглядят первое и третье утверждение. Первое естественно вытекает из факта широкого распространения эолового золота и золота с признаками эоловой обработки в пределах региона, тем более, что такое золото в некоторых пробах, по данным соискателя, даже преобладает. Убедительно аргументировано с использованием, наряду с собственными, обширных опубликованных материалов, третье утверждение о развитии эолового золота практически на всех платформенных областях мира. Сама схема распространения шаровидно-пустотелого и тороидального золота в различных регионах земного шара (рис. 4) представляет интерес для специалистов в этой области. *Замечание* вызывает второе утверждение. Вряд ли правомерно ставить в один ряд основных генетических типов золотоносных россыпей, развитых на востоке Сибирской платформы, аллювиальные косовые и эоловые. Что касается аллювиальных косовых россыпей, то их генезис определяется просто и надежно. Из приводимого же в диссертации описания эоловых россыпей (6.3.2. стр.225-238) их эоловый (не аллювиально-эоловый либо эолово-аллювиальный) генезис, как и параметры, остался не ясным.

Во **втором положении** отмечается, что повсеместное присутствие в аллювиальных отложениях рассматриваемого региона чешуйчатых золотин с признаками вдавливания минералов, т.е. псевдорудного золота с одной стороны и редкое – благородного металла рудного облика, с другой, доказывает формирование россыпной золотоносности, в основном, в результате переотложения золота из древних золотоносных отложений в

более молодые и, «лишь частично, при поступлении золотин рудного облика из коренных источников. Предложена модель формирования россыпной золотоносности». Положение на взгляд оппонента, вполне обосновано и достоверно. Оснований для такого заключения несколько. Псевдорудное золота впервые выделено при непосредственном участии диссертанта (Никифорова, Филлипов, 1990) в девонских терригенных толщах Тимана. Предложенный механизм его образования как результат литостатического давления вышележащих осадков, воспроизведен экспериментально и представляется вполне правдоподобным. Широкое распространение его на востоке Сибирской платформы установлено в ходе минералогического изучения собственной коллекции и, кроме того, отнесения к нему в ряде случаев рудного золота предшественников («белигесхайский» и «оленекский» типы золота Э.Д. Избекова, 1972 и Б.Р. Шпунта, 1974). Установлено также, что в регионе россыпное золото преимущественно представлено хорошо окатанными чешуйчатыми золоти́нами дальнего сноса с признаками вдавливания на их поверхности. Они характеризуются малыми размерами (0,1-0,25 мм), высокой пробностью, перекристаллизованной внутренней структурой. В качестве наглядного примера формирования россыпи за счет местного золоторудного источника, пространственно приуроченного к зоне разлома, продемонстрирована россыпь реч. Моркогор (восточный склон Анабарского щита). Здесь на всем протяжении реки (25 км) обнаружено (Никифорова и др, 2006) совершенно необработанное сравнительно крупное (1- 2 и >2 мм) рудное золото, что послужило одним из оснований к прогнозированию в долине золоторудного источника. Унаследованный путь развития россыпей от древних золотоносных коллекторов к молодым четвертичным при образовании некоторых аллювиальных долинных россыпей за счет близлежащих источников мезозойского возраста нашел отражения в созданной на примере Лено-Анабарского междуречья модели.

Формулировка **третьего защищаемого положения** достаточно полно раскрывает его суть: «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». Указанные два типа установлены на территории Лено-Анабарского и Лено-Виллюйского междуречий и бассейна средней Лены, т.е. практически во всей восточной части Сибирской платформы, установлены посредством обобщения результатов изучения типоморфных особенностей россыпного золота и анализа закономерностей его размещения. Выглядит естественным утверждение, что золото первого типа представлено чешуйчатыми и тонкопластинчатыми золоти́нами с пробностью 900-990 ‰, с очень малым набором элементов-примесей и полным отсутствием микровключений и иногда значимым (0,2-1,2 мас. %) содержанием Си, в отличие от которого золото второго типа толстопластинчатое и комковидное, иногда рудного облика, средней (800-900‰), низкой (700-800‰) и реже очень низкой (500-600‰)

пробности, с неизменной внутренней структурой (моно-, крупно-среднезернистой), с примесью Hg, Pb, As, Zn. Установление вышеприведенных закономерностей размещения выделенных типов золота относительно названных структур представляется вполне правомерным, поскольку базируется на проработке большого и разнородного фактического материала, в том числе заимствованного из фондовой и опубликованной литературы. В целом положение хорошо обосновано и достоверно.

Замечания и дискуссионные вопросы.

1. Вывод о большей зараженности элементами-примесями золота второго типа относительно первого выглядит правдоподобным и естественным. Однако возникают вопросы к приводимым в диссертации конкретным данным по их содержанию. Остается не ясной их представительность, воспроизводимость, а отсюда и достоверность. Это касается как таблиц (№№ 5, 7, 11), так и рисунков (50, 60, 74) диссертации. В частности в таблице 11 в графе «Пробность и элементы-примеси» - строке «II тип» дано: As- 0,1%; Pb- 0,005%; Sn- 0,02%; Sb-0,0008%; Fe – 0,1%. Что только такие и во всех пробах на всех участках? Мало вероятно (напоминает среднюю пробу по больнице). Не вносит ясность и таблица № 9 «Спектрографическое определение (г/т) микропримесей...», так как не дана привязка проб. Можно думать, что это в определенной степени связано с объективными известными диссертанту причинами, совершенно справедливо отмечающему (стр. 244): «В целом, изучение элементов-примесей в россыпном золоте требуют дальнейшего более детального исследования, поскольку элементы-примеси в россыпном золоте несут важнейшую информацию об эндогенном формационном типе коренного источника; это направление является основным при будущих исследованиях».

2. Несколько противоречивой выглядит интерпретация высокой пробности золота первого типа: результат гипергенного очищения от примесей, «самоочистки» в результате длительного высокого давления, или унаследованность от докембрийских золоторудных источников. В этой связи желательно объяснение нестыковки результатов определения содержания Cu в золоте первого типа по данным микросондирования (до 1,2 – 1,6 %) и атомно-эмиссионного спектрального (до 0,2%) анализов.

В четвертом положении предлагается, основываясь на выявленных типоморфных признаках россыпного золота, комплекс морфогенетических и минералого-геохимических критериев установления генезиса россыпной золотоносности и формационных типов коренных источников на востоке Сибирской платформы, использование которых может помочь в выборе методов поисков рудных и россыпных месторождений золота и повысит эффективность их прогноза. Положение обосновано с использованием обширного фактического материала. На основании проведенных совместно с В.Е. Филипповым достаточно представительных экспериментальных исследований установлено, что форма частиц самородного золота напрямую определяется способом её обработки в экзогенной зоне, т.е. отражает их генетическую сущность. В гидродинамической среде они приобретают уплощенную форму, а в золовых условиях стремятся приобрести шаровидную. В результате литостатического давления на поверхности частиц отпечатываются зерна вмещающих отложений и образуется псевдорудное золото. Приведены конкретные примеры оценочной способности морфогенетических критериев. В частности для аллювиально-золовых россыпей типичны пластинчатые золотины с

валиком по периферии; дефляционные эоловые россыпи обнаруживаются по ореолу распространения тороидальных и шаровидно-пустотелых форм; псевдорудное золото в современных аллювиальных россыпях – поисковый критерий золотоносных конгломератов. В целом многообещающим представляется и минералого-геохимический критерий, основой которого являются элементы-примеси и микровключения в россыпном золоте, их состав и содержание. Безусловный интерес представляет прогноз формационных типов золотого оруденения в пределах востока Сибирской платформы, основой которого послужили установленные диссертантом минералого-геохимические признаки россыпного золота.

Замечания и дискуссионные вопросы

1. Прогнозируемые формационные типы золоторудных месторождений должны рассматриваться, на взгляд оппонента, как вероятные, а точнее как обоснование для дальнейших специальных тематических и поисково-оценочных работ. Известно, например, что повышенное содержание Си в самородном золоте, причем имеющем высокую пробность, свойственно золото-медно-скарновым месторождениям, а не только золото-порфировой формации (стр 313). «Повышенные» содержания Fe в самородном золоте, составляющем менее 0,01мас.% вряд ли может указывать на принадлежность его к оруденению золото-железисто-кварцитовой формации(стр. 314). Не менее важно по-видимому – установление местоположения золоторудной минерализации, непосредственно питающей или подпитывающей золотоносную россыпь.

Оценивая диссертационную работу З.С. Никифоровой в целом, следует отметить, что в ней изложены результаты крупного исследования, целеустремленно проводимого на протяжении трех десятков лет. Отличительный положительный момент исследований – их комплексность. Наряду с обширными собственными данными по типоморфизму россыпного золота востока Сибирской платформы и ряду других регионов (Тиманский кряж, Монголия, Витватерсранд и др.), учтены подобные данные предшественников и, что особенно важно, практически вся информация, касающаяся характеристики геологической ситуации региона, которая содержится как в опубликованной литературе, так и в фондовых материалах. К сожалению, рукопись местами недостаточно хорошо откорректирована, что вызывает *критическое замечание*. Приведем несколько примеров: 1. (стр184-185) – «Золото II типа более крупное...и с широким диапазоном элементов-примесей»(рис.36)» -на рис. 36 этого нет; 2. (стр. 215) – на рис. 51 в условных обозн. Au I и Au II перепутаны; 3. (стр. 239-240) – в тексте (3-я строка снизу) псевдорудное золото имеет структуру рекристаллизации, а в табл. 7 (последняя графа) – «Перекристаллизация»? 4. (стр. 245-247) – в и. 8 не расшифрованы знаки «-», «сл», «+»; 5. (стр. 248-247) - в табл. 9 в примечании: два знака «<»- ниже нижнего предела обнаружения и «-» – не обнаружено – разве ни одно и то же? 6. (стр. 269) – на рис 65 неправильно расшифрованы условные знаки; 7. Рисунки №№ 68 и 73 (стр. 278 и 286) повторяют друг друга. Несмотря на сделанные замечания, в целом представленная диссертационная работа оставляет благоприятное впечатление. Она содержит 88 хорошо выполненных иллюстраций: оригинальных микрофотографий, различных диаграмм, геологических схем и др.

Защищаемые положения диссертации раскрывают сущность представленной работы, аргументированы и убедительны. Основные положения отражены в 135 научных публикациях, в том числе 32 статьях в рецензируемых журналах из обязательного перечня ВАК и докладывались на международных симпозиумах, всероссийских совещаниях и других заседаниях (более 25 докладов). Автореферат соответствует тексту диссертации. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения. Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. **Никифорова Зинаида Степановна** заслуживает присуждения ей ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Доктор геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник, лаборатория
геохимии благородных и редких элементов
ФГБУН Института геологии и минералогии
им. В.С. Соболева СО РАН.

630090, Новосибирск, пр. Коптюга, 3
тел. (383)-3333206
nesterenko@igmnsn.ru
4.12.2014 г.



Нестеренко Глеб Васильевич

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ЗАВ. КАНЦЕЛЯРИЕЙ
У.В. Гальцова
04.12.2014г.