

## ОТЗЫВ

официального оппонента

о диссертации **Фоминых Павла Андреевича «ТИПОХИМИЗМ И КОРЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА РОССЫПЕЙ ЕГОРЬЕВСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО РАЙОНА (СЗ САЛАИРСКИЙ КРЯЖ)»**, представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

На рецензию представлена диссертация Павла Андреевича Фоминых на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук и автореферат. Диссертация состоит из Введения, 5 глав, Заключения, Списка литературы (117 наименований), 2 таблиц, 38 иллюстраций, общим объемом 187 страниц, в том числе табличного Приложения объемом 83 страницы. Автореферат представлен на 22 страницах, включает 8 рисунков и список основных публикаций автора из 11 наименований.

**Актуальность темы.** Салаирский кряж и особенно его северная часть характеризуется площадной россыпной золотоносностью. На данный момент, здесь известно несколько проявлений коренного золота, которые по имеющимся ресурсам не соответствуют масштабам россыпной золотоносности региона. Сложность локализации коренных источников на Салаире обусловлена еще и широким распространением линейных, карстовых и площадных кор выветривания различного состава, которые часто служили промежуточными коллекторами для формирования четвертичных россыпей. При таком сложном геологическом строении и многоэтапности формирования россыпей, изучение типохимизма и морфологии золота из россыпей и выявление их коренных источников является сложной, но не вызывающей сомнений в актуальности, задачей.

Во **Введении (стр. 4-11)** изложен неотъемлемый для представления в диссертации круг вопросов: раскрыта постановка проблемы и актуальность исследования; определены объекты исследования; сформулирована цель исследования – выявить типохимические характеристики россыпного золота Егорьевского рудно-россыпного района и обосновать его коренные источники; показаны конкретные задачи; приведено авторское видение новизны и практической значимости диссертации. Приведены сведения о использованном фактическом материале, комплексе примененных «...инструментальных методов и подходы к анализу вещества», сформулированы защищаемые положения и представлен уровень апробации результатов авторских исследований (11 публикаций, в том числе 4 статьи в журналах из списка ВАК и Web of Science).

**Глава 1. Изученность района исследований и состояние проблемы (стр. 12-19)** содержит сведения об истории добычи и освоения золота Салаирского кряжа и о наиболее значимых, с точки зрения автора, работах по изучению геологии и полезных ископаемых. В тексте приводятся исторические данные, преимущественно о рудных полезных ископаемых Салаира.

*Собственно, о россыпной золотодобыче написано не так много. Хотелось бы отметить, что официальной датой (согласно документам Кемеровского государственного архива) начала россыпной золотодобычи на Салаире является 1830 год, по отдельным литературным данным 1831 год, когда на реке Фомиха в Егорьевском районе была открыта и начала отрабатываться богатая россыпь золота.*

*Утверждение автора (стр. 4), «Хотя россыпная золотоносность на данной территории установлена и активно эксплуатируется уже четверть тысячелетия» требует уточнения и ссылок на документы.*

*Недостатком сведений, приводимых в данной главе, является отсутствие выводов автора о результатах ранее выполненных геологоразведочных работ, на которые он ссылается в тексте. В очень общем виде приводятся данные о том, что, кто и когда **делал**. Однако, в этом разделе хотелось бы узнать, что, кто и когда **сделал**, какие результаты получил, какова значимость этих результатов для решаемых в диссертации задач.*

*В подразделе 1.2 «Состояние проблемы и золотоносность района исследования» на 2 страницах дана информация, главным образом, о предполагаемых рудно-формационных типах коренного золотого оруденения.*

*Данный подраздел отличается неоправданной краткостью и, вероятно в этой связи, характеризуется неточностями и путаницей при изложении. При определении формационной принадлежности тех или иных проявлений золота, в рамках используемой автором формационной систематики, много противоречий и неточностей. Например, на стр. 18 пишется, что выделяются «...образования золото-кварцевого, золото-сульфидно-кварцевого, золото-сульфидного, золото-сурьмяного и **золоторудного** типа». Что в контексте перечисления формаций значит золоторудного типа? Как пишет сам автор (стр. 17) «Таким образом, акцент данной диссертационной работы поставлен на выявление коренных источников самородного золота, послуживших субстратом для формирования россыпей района». Исходя из этого, в работе не хватает более полной характеристики прогнозируемых рудных формаций и примеров эталонных месторождений.*

*Далее по тексту на стр. 21 появляется золото-ртутная формация, ранее при характеристике коренной золотоносности данная формация не выделялась. На стр. 76 появляется золото-сурьмяная формация. Некоторые объекты, вероятно одного рудно-формационного типа, называются по-разному, в одних случаях «золотосодержащая полиметаллическая формация» (стр. 10), в других «колчеданно-барит-полиметаллическая» (стр. 19).*

*Некоторые утверждения и оценки автора в отношении коренной золотоносности требуют более точного изложения. Например, «В целом Еловское рудное поле может рассматриваться как **масштабный** объект...». Не понятно, что значит «масштабный объект»? Ранее проведенными работами выявлено проявления Еловское (Лобанов, 1962) и Еловское 1 (Нечаев, 1982). В 2000-х гг. работами ООО «Русдрагмет» выявлено проявление Поперечное (Еловское 2) на продолжении по простиранию колчеданно-полиметаллической рудной зоны Еловского проявления. Оценки прогнозных ресурсов свидетельствуют о возможном выявлении здесь мелкого месторождения цветных металлов с золотом и серебром, аналогичного другим золотосодержащим колчеданно-полиметаллическим месторождениям Салаирского рудного узла, локализованным в вулканогенно-осадочных породах печеркинской свиты.*

*По тексту Новолушиниковское проявление называется месторождением, проявлением, а на стр. 18 «...промышленное коренное проявление самородного золота, именуемое как Новолушиниковское месторождение». Согласно Государственного баланса, сведений ФГБУ «Росгеолфонд» (паспорта ГКМ) Новолушиниковское месторождение или проявление не учитывается. Согласно Протоколу апробации*

прогнозных ресурсов №9 от 26.06.2019 по Егорьевскому узлу числятся ресурсы золота категории P<sub>3</sub> в количестве 13,87 т. Кроме того, по Новолушиниковскому участку (в т.ч. «Жила 13») на площади 1,9 кв. км апробированы ресурсы категории P<sub>2</sub> 7428 кг при среднем содержании 2,25 г/т, т.е. этот объект относится к категории проявлений промышленная значимость которого, на данный момент, не определена.

При оценке перспектив на золото, автор пишет: **«Наиболее перспективное золотое оруденение представлено Новолушиниковским месторождением, Лутанским, Колокольцевским, Проявлением № 20, Лапинским и Гусельнятским проявлениями северо-западного Салаира. Все они относятся к золото-сульфидно-кварцевой рудной формации, наложенной на прожилково-вкрапленную золотосульфидную».** Во-первых, если наиболее перспективное Новолушиниковское проявление характеризуется прогнозными ресурсами P<sub>2</sub> всего 7,428 т, то можно предположить, что ресурсы остальных проявлений еще меньше. Во-вторых, Лутанский, Лапинский, Гусельнятский участки самым автором **рассматриваются как коры выветривания** на стр. 51 и 52.

При характеристике колчеданно-(барит)-полиметаллической рудной формации автор в качестве примера приводит Еловское и Которовское проявления. В отличие от Еловского, проявление Которовское характеризуется повышенной золотоносностью, с содержанием золота от 0,5 до 5 г/т, а в отдельных случаях до 105 г/т и широким распространением золотоносных кварцитов. Последние данные по поисковым работам по Которовскому проявлению и значительной части территории, рассматриваемой в диссертации, содержатся в фондовом отчете О.В. Мурзина (2017), которого нет в списке литературы.

В этом и других разделах диссертации встречаются понятия «Егорьевский рудный район» и «Егорьевский рудный узел». Из контекста не понятно разные это металлогенические таксоны или нет. Далее по тексту (стр. 22): «Суенгинское россыпное поле расположено в пределах Егорьевского рудно-россыпного района; Иковское и Тайлинское в западной части Полднево-Тайлинско-Иковского района. Бердское россыпное поле граничит с Егорьевским районом на западе и с Полднево-Тайлинско-Иковским районом на севере». Т.е. кроме Егорьевского рудно-россыпного района на территории исследований расположен еще и Полднево-Тайлинско-Иковский район. Рассматриваемые в диссертации Еловское и Которовское проявления по имеющимся металлогеническим построениям (Госгеолкарта-200/2; Госгеолкарта-1000/3; Мурзин, 2017 и др.) относятся к Еловско-Которовскому рудному узлу, выделенному в пределах поля развития пород преимущественно печеркинской свиты. Автору необходимо было привести схему металлогенического районирования, с отображением границ рудно-россыпных районов, узлов и полей, тем более что территория исследований, определенная в названии диссертации – Егорьевский рудно-россыпной район, не показана ни на одном из рисунков.

**Глава 2. Геологическая характеристика северо-западной части Салаирского кряжа (стр.20-29)** согласно Оглавлению состоит из двух подразделов. В первом из них «2.1 Региональное тектоническое положение» предпринята попытка на основе данных, представленных в монографии «Минерагения..., 2001», а также в работах Нечаев и др., 1996 и Неволько и др., 2019, показать структурно-тектоническое строения северо-западного Салаира и выделить этапы его геологической эволюции.

Раздел представляет собой компиляцию из разнородных источников. Приведенная

схема (рис. 1) не отражает региональное тектоническое положение района работ, а рисунок называется «Локализация Салаирского кряжа» б) Обзорная схема тектонического районирования области сочленения Колывань-Томской складчатой зоны и Салаира (Минерагения..., 2001)». Однако в монографии, на которую дается ссылка, эта схема (рис. 1 стр. 6) называется «Обзорная схема области сочленения Колывань-Томской складчатой зоны и Салаира» без упоминания какой-либо тектоники и структур. Если автор захотел за основу при изложении регионального тектонического строения очень хорошую монографию «Минерагения..., 2001», то больше подошел бы рисунок 4 (стр. 40-42), который называется «Главные геологические комплексы и тектонические структуры области сочленения Салаира и Колывань-Томской складчатой зоны». Кроме того, хотелось бы обратить внимание автора на то, что «Салаир» понятие географическое, а «Колывань-Томская складчатая зона» геолого-структурное.

Второй подраздел называется «2.2. Геологическое строение Егорьевского рудно-россыпного района», однако он отсутствует в Оглавлении.

Отдельные фрагменты текста этого раздела сложно понять. Например, «Оруденение в том числе и россыпи, обладающие различной продуктивностью, в подавляющем большинстве локализуется в нижнекембрийских терригенно-вулканогенно-карбонатных отложениях кинтерепских (Є<sub>1кп</sub>) и суенгинских (Є<sub>1сн</sub>) свит, а также в расланцованных вулканогенно-осадочных породах печеркинской свиты (Є<sub>1рс</sub>) (Рис.3)». На сколько мне известно, палеороссыпей, да еще и раннекембрийского возраста, на Салаире не известно. Возможно речь идет о породах плотика, но об этом приходится только догадываться. Еще один пример: «Тип-II представлен линейными штокверками развивающимися по зонам трещиноватости (зоны дробления, брекчирования, расланцевания). Как правило, это те же линейные кварцево-жильные штокверки, расположенные в ореоле рудоносных метасоматитов, среди которых выделяются кварцевые штокверки, секущие оба типа метасоматитов и вмещающие породы, они рассматриваются как Тип-II».

Не понятны принципы выделения рудно-россыпных полей. Автор пишет: «На текущий момент по приуроченности к рудоносным площадям выделяются (Геологическое строение..., 1998; Объяснительная записка..., 2001) Суенгинское, Иковское, Тайлинское и Бердское (прогнозируемое) россыпные поля (Рис.2).» со ссылками на ранее опубликованные данные. Не понятно кто выделил эти поля и как они связаны с коренным оруденением. В Объяснительной записке к ГК-200/2, на которую ссылается автор, таких россыпных полей нет, но выделяются Тайлинский, Кинтерепский, Суенгинский и Бердский речные россыпные бассейны. Необходимо более четко обосновать границы и изложить принципы выделения россыпных полей. Непонятно чем обусловлена прямолинейная форма границ между Тайлинским и Суенгинским полями, почему в россыпные поля не включены верховья рек Таловка, Аштак и др., где показаны проявления коренного золота и др. (рис. 2).

Автор утверждает, что «В ряду работ и монографий (Нестеренко и др., 1983, 1991, 2003, 2007; Золотоносность..., 1995; Геологическое строение..., 1998; Минерагения..., 2001; Калинин и др., 2006; и др.) приводились разрозненные данные о продуктивности россыпей северо-востока Салаира, которые были обобщены на Рис.2». Данный рисунок по своему содержанию и оформлению никак не может претендовать на обобщенное представление материалов работ, на которые ссылается автор. По

сути на Рис 2 приводится схематизированное отображение геологических данных ГК-200/2, при этом рисовка геологических границ загрублена, выполнена угловатыми линиями.

Несмотря на название подраздела геологическом строении Егорьевского района изложено крайне схематично.

Третий по тексту диссертации подраздел под номером 2.2. «2.2. Геологическое строение проявлений эндогенного оруденения» (стр. 25-29) содержит в себе сведения только об одном Новолушиниковском проявлении, другие проявления не охарактеризованы. Здесь продолжается путаница в определении формационной принадлежности коренного оруденения. Нет точного определения формационной принадлежности проявления Егорьевского, Лапинского, Гусельнятского, Лутанского и др. Например, Егорьевское проявление отнесено к золото-сульфидно-кварцевому стр 19, 25, к корам выветривания стр. 24, 76 на рис. 2, к «...метасоматитам и развитым по ним корам выветривания» стр 49. Нигде нет характеристики геологического строения Егорьевского проявления.

**ГЛАВА 3. Особенности проявления самородного золота, его типоморфизм и химический состав (30-63)**, представляет собой раздел, наиболее насыщенный фактическими данными и является основой всей диссертации. В этой главе содержатся данные о размере, морфологии, типохимизме и минеральных микровключениях золота, выделяемых автором Иковском, Тайлинском, Бердском и Суенгинским россыпных полях.

К сожалению, сведения об особенностях размера и морфологии россыпного золота (подраздел 3.1) приведены очень кратко, схематично. Например, по Тайлинскому россыпному полю все материалы уложились в 5 строк. Эти данные, наряду с некоторыми другими параметрами, крайне важны для локализации коренных источников. Как пишет сам автор: «Выявленные гранулометрические и морфологические особенности самородного золота с различных участков россыпей (от истока до устья реки) позволяют более корректно обосновать протяженность сноса аккумулируемого вещества, что в свою очередь повышает достоверность прогноза и локализации эродированных источников самородного золота. К сожалению, ни по одной из россыпей эти сведения не приведены не только «от истока до устья», но хотя бы по каким-то участкам россыпей. При этом по имеющимся описаниям размера и морфологии золота наблюдаются противоречия. Например (стр. 31), «Среди самородного золота Еловского участка **преобладают золотины среднего размера (2 – 1 мм и 1 – 0,5 мм) с хорошо окатанными формами вплоть до пластинчатого золота.** Самородное золото Крохалевского участка характеризуется значительно меньшим размером (0,5 – 0,25 мм и менее) и более широкой вариацией морфологических разностей. Для **обоих участков мелкое (<0,25 мм) угловатое и угловато-окатанное самородное золото выявлено как наиболее проявленное**». Вероятно, в связи со слабой проработкой этого подраздела, в дальнейшем при изложении материала данные о размере и морфологии золота используются редко.

Некоторые утверждения автора слабо обоснованы. Например (стр.38), «Тайлинское россыпное поле расположено на северо-востоке исследуемого участка и занимает второе место после Суенгинского россыпного поля по золотоносной перспективности (Рис. 2)». Что за места и какая золотоносность, как оценивались перспективы?

*В основе авторской классификации сквозных групп аллювиального золота россыпей Егорьевского рудно-россыпного района лежат два основных критерия: закономерности химического состава и минеральные ассоциации микровключений. Полагаю, что для типизации, кроме данных критериев необходимо в более полной мере учитывать другие параметры – минеральные ассоциации золота в россыпи, морфологию, структурные неоднородности и др., особенно в связи с выводами автора о принадлежности выделяемых типов россыпного золота к разным типам коренных источников. Необходимо более четко обосновать смысл выделения умеренно-серебристого, серебристого и высоко-серебристого типов золота, т.к. содержание золота меняется постепенно, набор микровключений подобный, а другие критерии не используются.*

**ГЛАВА 4. Микропримесный состав самородного золота аллювиальных россыпей и коренных источников (стр. 64-75)** содержит сведения о возможностях использования метода ЛА-ИСП-МА для изучения золота, разделению типов золота по микропримесным компонентам и их индикаторной роли для решения генетических задач. Этот раздел, с моей точки зрения, является важной частью диссертации, содержит в себе новые данные и позволяет автору обосновано сделать ряд выводов о происхождении золота.

*Из текста не понятно с какой золоторудной формацией, из выделяемых автором, связано формирование золотого оруденения с золотом I типа (медистое золото с примесью Pd), если оно связано «...интрузивными телами основного состава; габбро, диориты и метадиориты Тайлинского комплекса, где самородное золото связывают с первичной сульфидной минерализацией в данных телах...» (стр.74). К какой формации оно может относиться и какие месторождения эталоны такого типа существуют.*

**ГЛАВА 5. Коренные источники самородного золота россыпей Егорьевского рудно-россыпного района (стр. 76-86)** содержит краткую характеристику золотоносности Еловского и Которовского участков и обоснование потенциальных коренных источников россыпного самородного золота, в соответствии с выделенными автором I, II, III, IV и V типами.

*Описание проявления Еловка-1 не соответствует данным приведенным в отчетных материалах (Нечаев, 1982). Оно расположено не восточнее, а северо-западнее золотосодержащего колчеданно-полиметаллического проявления Еловского. Проявление Еловское-1 представляет собой несколько золото-сульфидно-кварцевых жил среди сульфидизированных вулканогенно-осадочных пород, вскрытых в нескольких близко расположенных скважинах и не может характеризоваться, как утверждает автор диссертации, «...идентичным строением и аналогичным составом руд» проявлению Еловскому.*

**Заключение (стр. 87-88)** содержит основные выводы автора, резюмирующие его построения в предыдущих главах. Здесь, в сжатом виде, показываются главные результаты авторской работы по изучению химизма и микровключений золота изученного при подготовке диссертации региона.

Салаирский кряж, особенно Егорьевский золоторудно-россыпной район, характеризуется широким развитием кор выветривания и часто именно они служат промежуточным коллектором золота в цепочке коренной источник – россыпь. К сожалению, в диссертации не рассмотрена роль кор выветривания, степень

преобразования золота, изменения химического состава и микроструктурных изменений золота. Тем более что сам автор это понимает – «Долговременное пребывание самородного золота в условиях россыпи или же в проявлениях, относимых к формации кор выветривания, «стирает» первичные характеристики золота (стр. 57)». Кроме прекрасно представленных автором материалов по типохимизму золота, для решения задач определения типов и мест положения коренных источников, необходимо учитывать ассоциацию золота в россыпи и в коренных источниках с другими минералами. *Полагаю, что учет данных по корам выветривания и минеральным ассоциациям, вместе с типохимизмом, морфологией, размером и микровключениям минералов позволил бы подойти к решению вопроса о связи россыпного золота с коренными источниками более полно.*

*В целом, по тексту диссертации часто встречаются опечатки и небрежности в оформлении – неправильно указаны индексы в составе геологических комплексов (стр. 21), названия магматических комплексов пишутся со строчной буквы, вероятно, перепутана нумерация подразделов в Главе 2 и т.д.*

**Автореферат** соответствует содержанию диссертации.

Переходя к общим положениям отзыва, отмечу, что высказанные в соответствующих разделах отзыва замечания носят частично дискуссионный и редакционный характер. Большинство замечаний относятся к вопросам, связанным с коренной, а не россыпной золотоносностью, характеристика которой и является наиболее сильной частью диссертации.

П.А. Фоминых удалось систематизировать огромный фактический материал и представить авторское видение связи россыпной и коренной золотоносности в северо-западной части Салаирского кряжа. Авторский взгляд основан преимущественно на данных по химизму золота из россыпей, кор выветривания и коренных проявлений. Важной и новой частью диссертации стало определение микропримесей в составе самородного золота россыпей Егорьевского рудно-россыпного узла методом ЛА-ИСП-МС, это представляет большой научный интерес. Полученные данные несут прямую генетическую информацию о происхождении россыпного золота, а информация о наличии и уровнях содержания в составе золота примесей Pd и Sb расширила систематические знания о составе золота.

Полученные автором данные вносят существенный вклад в наши представления о типохимизме золота этого региона. Важным аспектом диссертационной работы П.А. Фоминых является статистическая обработка большого массива данных по единой методике. Все это характеризует его диссертацию как завершённую работу, которая позволила существенно продвинуться в понимании связи россыпной и коренной золотоносности северо-западной части Салаира. Все изложенное позволяет говорить, что П.А. Фоминых, достоин искомой ученой степени.

**Степень обоснованности и достоверности** каждого защищаемого положения, выводов и заключений соискателя определяется большим массивом аналитических данных, использованием комплекса высокоточных аналитических методов и разными методиками обработки данных. Нескромно смущает предположительный характер изложения самим автором второго защищаемого положения и использование слов «предполагать» и «могло быть» (стр. 10). Вероятно, это связано с тем что сомнения являются двигателем в процессе научного познания, а приведенные автором фактические данные, с моей точки зрения, обосновывают защищаемое положение в

полной мере. Материалы исследований опубликованы в 4 статьях из списка ВАК и в одном из ведущих зарубежных изданий, а также в 7 тезисах докладов. Защищаемые положения работы П.А. Фоминых нашли отражение в его публикациях.

Таким образом, представленная на отзыв диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук своим содержанием обосновывает защищаемые положения и отвечает всем квалификационным требованиям искомой специальности. В соответствии с требованиями раздела II «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 25.01.2024), она является серьезным научно-квалификационным исследованием, внесшим существенный вклад в изучение золотоносности северо-западной части Салаира. Ее автор – Фоминых Павел Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.10 - геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых; минерагения.

Советник управляющего директора  
УК «Полюс», канд. геол.-мин. наук



Черных Александр Иванович

**Сведения об официальном оппоненте:**

Черных Александр Иванович,  
кандидат геолого-минералогических наук  
советник управляющего директора ООО «УК Полюс»,  
123056 Москва, ул. Красина, 3, стр. 1, ООО «УК Полюс»  
chernykhai@polyus.com  
Тел. +7 968 879-22-74

Я, Черных Александр Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку  
11.03.2024

Подпись А.И. Черных удостоверяю

Управляющий директор  
Черных Артём Александрович

11.03.2024

