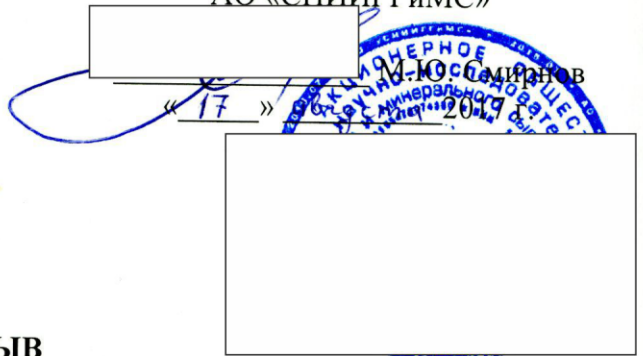


АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
« С И Б И Р С К И Й  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГЕОЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ  
И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ»  
(АО «СНИИГГиМС»)  
630091, Новосибирск, Красный пр., 67  
Тел./факс (383) 221-49-47  
e-mail: geology@sniigqims.ru  
ИНН 5406587935 КПП 540601001  
р/сч. 40702810400010000922  
в НФ Банка ПАО «ФК Открытие» г. Новосибирска  
БИК 045004839 Кор.счет 30101810550040000839  
ОКПО 01423607 ОКВЭД 73.10

14.08.2017 № 01-06/1903

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Исполнительный директор  
АО «СНИИГГиМС»



### ОТЗЫВ

#### ведущей организации

на диссертационную работу Окулова Алексея Вячеславовича на тему «Позиция, геологическое строение и минералого-геохимическая характеристика золоторудных объектов Топольнинского рудного поля (Алтайский край)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

В представленной работе изложены результаты геологических исследований автора, выполненных в период с 2014 по 2016 гг. во время полевых и камеральных исследований в Топольнинском рудном поле Ануйского золоторудно-россыпного района на территории Алтайского края. Работа основана на материале, полученном автором в ходе полевых и камеральных исследований 2014-2016 гг. в рамках Государственного контракта №АП-01-34/71 «Методическое обеспечение и сопровождение геологоразведочных работ...(2012-2014 гг.)».

**Актуальность исследований** состоит, во-первых, в важности установления критериев и признаков, позволяющих объяснить закономерности образования объектов различной перспективности при условии их локализации в близких геологических обстановках. Во-вторых, важным является изучение пространственно-временных соотношений собственно золото-скарновой и золото-сульфидно-кварцевой минерализации, развитой в Топольнинском рудном поле, так как на некоторых объектах золото-скарновой субформации совмещение разностадийной золоторудной минерализации приводит к формированию промышленно значимой минерализации.

**Научная новизна работы** заключается в том, что автору впервые для Топольнинского рудного поля на основе детального анализа геолого-структурных элементов удалось обосновать выделение двух типов объектов, отличающихся элементами геологического строения, минералого-геохимическими характеристиками и степенью перспективности. Было установлено, что объекты первого типа представлены золотоносными скарнами; их позиция контролируется зонами «дуговых» и линейных разрывов в экзоконтактных зонах интрузий гранитоидов. Объекты второго типа представлены золотоносными скарнами и скарноидами в сочетании с золото-сульфидно-кварцевыми жильно-прожилковыми зонами в березитизированных породах; их позиция контролируется фрагментами зон долгоживущих разломов с комплексом разновозрастных даек «пестрого» состава в экзоконтактных зонах интрузий гранитоидов. Определены геохимические характеристики объектов этих типов. Кроме того, автором впервые получены данные по типоморфизму золота из скарнов, скарноидов, кварцевых жил, окварцованных и березитизированных пород.



**Практическая значимость работы.** Для объектов двух выделенных автором типов были разработаны геолого-поисковые модели, представлена подробная характеристика их элементов-признаков. Согласно разработанным моделям, на объектах второго типа формирование промышленно-значимых золоторудных тел связано с совмещением золото-скарновой и золото-сульфидно-кварцевой минерализации.

Диссертационная работа объемом текста 187 стр., включая 43 рисунка и 7 таблиц, состоит из 5 глав, введения, заключения. В ней сформулированы и защищаются следующие четыре основных положения.

1. Золоторудные объекты локализованы в экзоконтакте массивов гранитоидов в двух геологических обстановках: в области крутопадающего контакта массива с терригенно-карбонатной толщей, осложненной «дугowymi» и отдельными линейными разрывными нарушениями различной ориентировки, контролирующими положение апофиз массива и отдельных даек; и в области крутопадающего контакта массива с терригенно-карбонатной толщей, осложненной региональными линейными разрывами северо-западной ориентировки, контролирующими размещение многочисленных разновозрастных даек «пестрого» состава.

2. Золоторудные объекты Топольнинского рудного поля относятся к двум типам, отличающимся как по вещественному составу руд, так и по степени их золотоносности. К первому типу отнесены объекты, представленные золотоносными скарнами, локализованными в терригенно-карбонатных образованиях. Ко второму типу относятся объекты, представленные золотоносными скарнами, скарноидами и более поздними золото-сульфидно-кварцевыми минерализованными зонами, наложенными на золотоносные скарны, гранитоиды массива, дайки и терригенно-карбонатные образования. Второй тип наиболее перспективен.

3. Золоторудные объекты первого типа в геохимических полях фиксируются ореолами Au, Cu, Ag и Bi, интенсивность которых определяется масштабами проявления и составом основной продуктивной золото-борнит-халькопиритовой с висмутином и теллуридами Bi, Ag, Pb минерализации. Золоторудные объекты второго типа в геохимических полях фиксируются ореолами Au, Cu, Ag, Bi, Zn, As, W, Pb и др., отражающими не только состав рудных скарнов, но и набор рудных минералов, установленный в жильно-прожилковых зонах золото-сульфидно-кварцевого состава (галенит, арсенопирит, минералы группы блеклых руд).

4. Разработаны геолого-поисковые модели для объектов первого и второго типа, включающие элементы геологической обстановки их нахождения, вещественный состав, геохимическую характеристику руд, гидротермально измененных пород и самородного золота, а так же данные о позиции перспективных участков в геофизических полях. К главным критериям, определяющими локализацию объектов наиболее перспективного типа отнесены: геолого-структурная позиция, магматические образования, рудоконтролирующие нарушения. Подготовленные модели могут быть использованы при выборе перспективных площадей, а так же ранжировании перспективных участков по последовательности проведения ГРР.

Обоснование сформулированных защищаемых положений изложено в пяти главах диссертационной работы.

**Во Введении** обоснована актуальность, цели, задачи, научная новизна и защищаемые положения и практическая значимость диссертационной работы, охарактеризован фактический материал, структура и объем работы.

**В первой главе** «Геологическое строение Топольнинского рудного поля» изложена история геологического изучения, характеристика стратифицированных отложений, магматических образований, описано тектоническое строение рудного поля и его позиция в региональных тектонических структурах. Как отмечает автор, рудное поле имеет блоковое строение, при этом блоки сложены терригенно-карбонатными отложениями



раннего силура и раннего девона, вытянуты в северо-западном направлении, подчеркивая простирающие региональные разрывные нарушения.

Массивы гранитоидов, к области экзоконтакта которых приурочены золоторудные проявления, локализованы в области контакта терригенно-карбонатных толщ раннего силура и раннего девона. Глава проиллюстрирована геологическими картами, планами и разрезами рудного поля. Автор отмечает, что в экзоконтактах гранитоидных массивов терригенно-карбонатные породы подвержены ороговикованию, мраморизации и скарнированию.

**Вторая глава** называется «Геолого-структурная позиция золоторудных объектов». В этой главе рассматриваются как общие закономерности локализации месторождений и проявлений Топольнинского рудного поля, так и геологическое строение всех известных в рудном поле золоторудных объектов на основе личных наблюдений автора с использованием результатов ранее выполненных работ. Изложенный в главе материал служит обоснованием для первых двух защищаемых отложений.

На основе общего анализа геологического строения золоторудных объектов автор обосновывает выделение в пределах рудного поля двух различных геолого-структурных обстановок локализации золоторудных проявлений.

Общей чертой всех золоторудных проявлений и месторождений рудного поля является их локализация в зоне экзоконтакта как Топольнинского так и Кармаминского массивов гранитоидов.

В первом случае, характерном для наименее перспективных объектов, зона экзоконтакта осложнена отдельными тектоническими нарушениями, имеющими различную ориентировку. Контакты массивов в таких обстановках имеют линейную или дугообразную форму при конформном или секущем взаимоотношении с простирающим пород вмещающей толщи. Для массивов характерно наличие апофиз, которые могут иметь как конформные или почти конформные, так и секущие контакты с простирающим терригенно-карбонатных вмещающих отложений. В такой обстановке дайковый комплекс проявлен незначительно.

Во втором случае, характерном для наиболее перспективных объектов, зона экзоконтакта нарушена линейными разрывами, которые имеют северо-западную ориентировку и принадлежат системе региональных разрывов. Важным элементом этой обстановки является наличие комплекса многочисленных даек «пестрого» состава, контролируемых разрывами северо-западной ориентировки. В такой обстановке контакты массивов конформны или почти конформны простирающему терригенно-карбонатной толщ. Характерно, что для последней характерно частое чередование терригенных и карбонатных пород, что не отмечается в первом случае. Неоднократная активизация разрывных нарушений подтверждается наличием разновозрастных даек. Эти же разрывные нарушения контролируют размещение тел скарнов, скарноидов и золото-сульфидно-кварцевых минерализованных зон.

Автором на основе анализа и сопоставления геологического строения всех известных в рудном поле проявлений и месторождений выполнена типизация объектов. По результатам этих исследований впервые для рудного поля было обосновано выделение двух типов золоторудных объектов, достаточно подробно рассмотрены черты их сходства и отличия. Принципиальным отличием объектов выделенных типов является то, что в одном случае рудные тела представлены золотоносными скарнами, а во втором случае – золотоносными скарнами и скарноидами, на которые наложены жильно-прожилковые зоны золото-сульфидно-кварцевого состава. Это продемонстрировано на разрезе через месторождение Лог-26, где за счет наложения на золотоносные скарноиды, а так же риолиты и диоритовые порфириды золото-сульфидно-кварцевой минерализации мощность одного из рудных тел увеличивается до 22 м. Отмечается, что совмещение золото-скарновой и золото-сульфидно-кварцевой минерализации реализовано на объектах второго типа, что обусловлено неоднократной активизацией разрывных нарушений



северо-западной ориентировки, принадлежащих системе региональных разрывов, что выражено в наличии комплекса разновозрастных даек «пестрого» состава. Представленными материалами достаточно обоснован вывод автора о том, что в Топольнинском рудном поле золоторудные объекты второго типа наиболее перспективны по степени золотоносности. Глава и защищаемые положения весьма наглядно проиллюстрирована рисунками – планами и разрезами проявлений и месторождений рудного поля.

**В третьей главе** «Минералого-геохимическая характеристика золото-скарнового и золото-сульфидно-кварцевого оруденения» рассматривается вещественный состав руд и околорудно измененных пород на примере наиболее значимых золоторудных объектов рудного поля, относящихся к двум выделенным типам. Отдельный раздел этой главы посвящен типоморфизму самородного золота. Изложенный в главе материал служит обоснованием для третьего защищаемого отложения.

В работе показано, что формирование тел золотоносных скарнов и скарноидов на объектах первого и второго типов связано с минеральными ассоциациями двух стадий. Основной объем скарновых тел формируется в собственно скарновую стадию, нерудные минералы которой представлены гранатом, клинопироксеном, везувианом, волластонитом и роговой обманкой. Автором показано и наглядно продемонстрировано, что золотоносность скарнов и скарноидов объектов первого и второго типов связана с проявлением минеральных образований постскарновой пропилитоподобной стадии. Нерудные минералы этой стадии представлены актинолитом, эпидотом и хлоритом, при этом кварц и карбонат проявлены ограниченно. Рудные минералы этой стадии представлены ранним молибденитом и сульфидами меди – халькопиритом, борнитом, халькозином, которые характерны для многих месторождений золото-скарновой субформации. Кроме этого в скарноидах также зафиксированы пирротин, пирит, галенит, сфалерит и шеелит, в виде единичных мелких зерен встречены теллуриды – тетрадимит, цумоит, гессит, алтаит и др. Для золоторудных скарнов и скарноидов характерны первичные и вторичные ореолы золота, серебра, висмута, меди, олова, реже цинка, сурьмы и мышьяка. Автор обращает внимание, что на Синюхинском золото-скарновом месторождении, которое по мнению многих исследователей считается эталоном месторождений золото-скарновой субформации золотоносность скарнов также связана с постскарновыми пропилитоподобными (хлорит-актинолит-эпидот-карбонатными) метасоматитами.

Автор показывает, что на объектах второго типа проявлена наиболее поздняя группа гидротермально-метасоматических пород, представленная золотоносными серицит-(пирит)-карбонат-кварцевыми образованиями. Зоны березитизации и окварцевания накладываются на гранитоиды массива, дайки различных комплексов, терригенно-карбонатные образования и золотоносные скарны. В этих гидротермально-метасоматических породах присутствует пирит, арсенопирит, молибденит, тетраэдрит, реже встречается халькопирит, галенит, сфалерит. Как отмечает автор, для этих гидротермально-метасоматических пород не характерны теллуриды, борнит и халькозин, установленные в более ранней золото-скарновой ассоциации. Помимо набора рудных минералов, зоны золото-сульфидно-кварцевого состава отличаются от золотоносных скарнов геохимическими характеристиками – им свойственны первичные и вторичные ореолы золота, мышьяка, вольфрама, редко сурьмы свинца и цинка. Отмечено, что свойственные золотоносным скарнам и скарноидам ореолы висмута и меди над минерализованными зонами золото-сульфидно-кварцевого состава практически не проявлены. Кроме того, автор отмечает что в целом эти зоны в первичных и вторичных ореолах выражены менее отчетливо, чем золотоносные скарны и скарноиды.

Несомненно интересным представляется раздел, посвященный типоморфизму золота. Изучение типоморфизма золота Топольнинского рудного поля является несомненной заслугой автора, и было выполнено впервые. Автором проведено изучение морфологии,



сопутствующих минеральных ассоциаций, состава и внутреннего строения самородного золота из золотоносных скарнов, скарноидов, кварцевых жил и березитизированных вмещающих пород. Состав самородного золота и сопутствующих минералов определялся с помощью электронно-зондового микроанализатора.

Было установлено, что в разнотипных породах золото морфологически сходно, при этом преобладает золото неправильных форм, что указывает на ограниченность условий свободного роста. Внутреннее строение золота из различных пород преимущественно монокристаллическое и зернистое при наличии простых или полисинтетических двойников роста. Было установлено три типа самородного золота, два из которых пробностью 774-900‰ (золото-I и золото-II) установлены в золотоносных скарнах и скарноидах в связи с формированием постскарновой кварц-карбонат-хлорит-актинолит-эпидотового минеральной ассоциации, а еще один тип пробностью 935-947‰ (золото-III) – характерен для золото-сульфидно-кварцевых минерализованных зон в связи с формированием пирит-серицит-карбонат-кварцевого минеральной ассоциации. В скарнах и скарноидах установлены сростания золота с минералами собственно скарновой стадии и постскарновых пропилютоподобных метасоматитов, а так же сростания с блеклой рудой, борнитом и халькозином, минералами висмута и теллура что характерно для других золото-скарновых месторождений. В золоте зафиксированы примеси висмута, теллура, ртути, характерные для самородного золота скарновых месторождений. В зонах золото-сульфидно-кварцевого состава золото образует сростания с кварцем и арсенопиритом. В золоте зафиксирована примесь меди, а так же менее значительные примеси висмута. Полученные данные могут быть использованы при прогнозировании золоторудных объектов с различными типами минерализации в сходных геологических условиях.

Выводы, сделанные в третьей главе, обоснованы большим фактическим материалом, наблюдения подробно проиллюстрированы и сопровождаются фотографиями, гистограммами, графиками и таблицами. Черты сходства и различия минералого-геохимических характеристик золото-скарнового и золото-сульфидно-кварцевого оруденения, установленные на основе выполненных автором исследований с учетом данных предшественников, показаны в сравнительной таблице. Полученные автором данные о минералого-геохимических характеристиках золотого оруденения являются важным элементом геолого-поисковых моделей оруденения рудного поля.

**Четвертая глава** «Геолого-поисковые модели золоторудных проявлений Топольнинского рудного поля» является наиболее важной в диссертационной работе, так как автору удалось выделить критерии, которые определяют закономерности локализации наиболее значимых золоторудных объектов второго типа.

Геолого-структурная позиция золоторудных проявлений двух типов определяется их локализацией в области крутопадающего контакта массивов гранитоидов. На объектах первого типа область контакта осложнена апофизами и отдельными дайками «пестрого» состава. Для объектов второго типа характерно наличие многочисленных разновозрастных даек «пестрого» состава, принадлежащих топольнинской ассоциации, и куюганскому комплексу).

Рудовмещающие образования на объектах первого типа представлены слабо дислоцированными ороговикованными песчаниками, алевролитами, мраморизованными и скарнированными известняками, реже известковистыми алевролитами. В отличие от проявлений первой группы, на объектах второй группы эти отложения более интенсивно дислоцированы и характеризуются частым чередованием.

Магматические образования, с которыми связано золотое оруденение на объектах первого и второго типов, представлены гранитоидами габбро-гранодиорит-гранитной формации, формирующими Топольнинский и Караминский массивы. В состав этой формации так же входят дайки «пестрого» состава, которые наиболее широко представлены в области локализации проявлений второго типа.



Рудоконтролирующие нарушения на объектах первого типа представлены различно ориентированными разрывами, преимущественно конформными контакту массива гранитоидов и его апофизам. При этом тектоническая нарушенность в целом низкая. На объектах второго типа рудоконтролирующие нарушения представлены фрагментами региональных разрывов, доминирующих в Ануйском тектоническом блоке, как правило, согласными по отношению к породам рудовмещающей толщи. Неоднократной активизацией нарушений этой группы обусловлено наличие многочисленных разновозрастных даек «пестрого» состава, а так же совмещение в единых рудных телах золото-скарновой и золото-сульфидно-кварцевой минерализации.

Морфология рудных тел. На проявлениях первого типа преобладают крутопадающие плито- и линзообразные тела скарнов, реже тела сложной формы, локализованные в области экзоконтакта массива, его апофиз и сателлитов. На объектах второго типа в соответствие с доминирующим типом рудоконтролирующих разрывов характерны сложно построенные жильно-прожилковые зоны, формирующиеся вдоль контактов золотоносных скарновых тел или даек. Реже маломощные и жильно-прожилковые зоны развиваются в березитизированных породах различного состава.

Вещественный состав. Золотоносность скарнов и скарноидов на объектах первой и второй групп определяется постскарновой пропилютоподобной ассоциацией, нерудные минералы которой представлены актинолитом, эпидотом, хлоритом, ограниченно проявленными кварцем и карбонатом. Рудные минералы этой ассоциации (1-5%), представлены пиритом, халькопиритом, борнитом, халькозином и ковеллином. В крайне ограниченном количестве присутствуют висмутин, тетрадимит, теллуриды свинца, серебра, с которыми ассоциирует золото. Пробность золота 775-900%. Более поздние жильно-прожилковые минерализованные зоны, сопровождающиеся березитизацией, проявленные на объектах второго типа, сформированы серицитом, карбонатом и кварцем. Наряду с пылевидным золотом, пиритом, арсенопиритом, галенитом, сфалеритом, вольфрамитом и минералами группы блеклых руд в зонах березитизации и окварцевания присутствуют более крупные выделения золота, являющиеся основным источником формирования мелких россыпей. Пробность золота 935-945%.

Геохимическая характеристика руд. В соответствии с вещественным составом проявления первой группы в геохимических полях выражены ореолами золота, меди, висмута, реже олова, цинка, вольфрама и мышьяка, характерными для золотоносных скарнов. Геохимическая характеристика проявлений второй группы определяется сочетанием ореолов золота, меди, висмута, олова, цинка, свойственных золотоносным скарнам и скарноидам, и ореолов мышьяка, вольфрама, реже свинца и сурьмы, характерных для золото-сульфидно-кварцевых минерализованных зон.

К наиболее важным критериям разработанных моделей отнесена геолого-структурная позиция золоторудных проявлений, магматические образования и рудоконтролирующие нарушения. Согласно разработанным моделям, объекты наиболее промышленно значимого второго типа, в отличие от первого, локализованы в интенсивно тектонизированных областях экзоконтакта массивов гранитоидов, где отчетливо проявлены региональные разрывные нарушения северо-западного простирания, неоднократная активизация которых сопровождалась образованием комплекса многочисленных даек «пестрого» состава. Кроме того, для второго типа объектов характерно частое чередование терригенных и карбонатах пород, благодаря чему рудовмещающие толщи были более проницаемы.

Использование разработанных моделей или их отдельных элементов будет способствовать более обоснованному выбору перспективных золотоносных площадей и распознаванию объектов каждого из названных типов на ранних стадиях планирования ГРП. В частности на площадях с развитием золото-скарновой минерализации.

**В пятой главе** автор рассматривает характеристики известных золото-скарновых месторождений. Автор обращает внимание, что исследования последних лет,



проведенные на многих известных золото-скарновых месторождениях установили их сложное, многостадийное формирование, как и в Топольнинском рудном поле.

**К работе имеются следующие замечания.**

В представленной работе недостаточно чётко сформулировано понятие «тип золоторудного объекта»; из текста не совсем ясно, имеется ли в виду рудноформационный, геолого-промышленный или минералого-геохимический тип.

Из представленных материалов не совсем ясно, могло ли быть связано золотое оруденение золото-сульфидно-кварцевого типа с дайками куюганского комплекса.

Из текста диссертационной работы не совсем ясно, во-первых, в чем состоит принципиальное отличие скарнов от скарноидов, и во-вторых – почему в сходных геологических обстановках в одних случаях образуются скарны, а в других случаях скарноиды.

Сделанные замечания не влияют на общую оценку работы. Диссертация Окулова Алексея Вячеславовича «Позиция, геологическое строение и минералого-геохимическая характеристика золоторудных объектов Топольнинского рудного поля (Алтайский край)» является научно-квалификационной работой, которая выполнена автором самостоятельно.

Научные разработки автора докладывались на научно-практических конференциях в 2015-2017 гг. Основные результаты диссертации опубликованы в 8 научных статьях, включая 2 научные публикации в рецензируемом научном издании. Материалы, которые были использованы автором в диссертационной работе, оформлены соответствующим образом проставленными ссылками, которые раскрыты в списке литературы. Использованные Окуловым А. В. в диссертации результаты научных работ, выполненные им лично и (или) в соавторстве, имеют соответствующие отметки. Автору удалось достигнуть намеченные цели и решить поставленные задачи, а так же обосновать сделанные в работе выводы и вполне убедительно аргументировать защищаемые положения. Работа отличается научной новизной, поставленные цели и задачи определяют очевидную практическую ценность диссертации.

Представленная работа соответствует требованиям ВАК, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – Геология, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, минерагения. Содержание автореферата полностью отвечает содержанию работы и соответствует требованиям ВАК.

Директор Департамента твердых полезных ископаемых АО «СНИИГГиМС»

О.В. Мурзин

Начальник отдела геологии ТПИ  
АО «СНИИГГиМС»

А.Ю. Ширококов

Отзыв рассмотрен и утвержден на Ученом Совете АО «СНИИГГиМС» (Протокол № 5 от 17 августа 2017 г.).

Ученый секретарь  
АО «СНИИГГиМС»

С.П. Зайцев

ПОДПИСЬ *О.В. Мурзина*  
ЗАВЕРЯЮ *А.Ю. Ширококова*  
ЗАВ КАНЦЕЛЯРИЕЙ  
ГАНИНА Т.А.  
ДАТА *17.08.2017*