

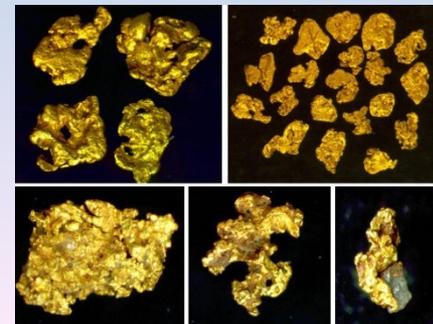
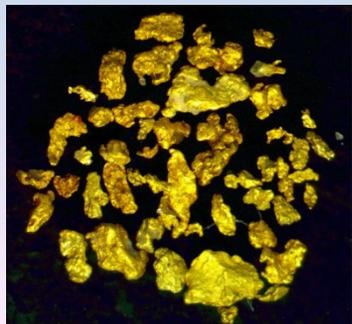
Типоморфные признаки россыпного золота и потенциальные коренные источники Сололийского поднятия Оленекского свода

Герасимов Б.Б., Журавлев А.И.

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН

Грант РФФИ № 22-27-20033

«Минералого-геохимические особенности россыпного золота и потенциальных коренных золоторудных источников Сололийского поднятия Оленекского свода»



Якутск-2022

Актуальность исследований

Проблема выявления рудных месторождений золота на территории северо-восточной части Сибирской платформы в целом, и Оленекского свода в частности, представляется весьма значимым в связи с исчерпанием фонда перспективных поисковых участков, выделенных по результатам более ранних работ. Несмотря на то, что на древних выступях фундамента Земного шара известны уникальные и крупные месторождения рудных полезных ископаемых, для Оленекского свода до настоящего времени практически отсутствуют достоверные данные о коренной золотоносности.

Не определенными остаются и научно обоснованные вещественные критерии прогнозирования золоторудных месторождений. В то же время на исследуемой территории известны многочисленные россыпные проявления золота с неустановленными коренными источниками.

Между тем, минералогический метод, включающий в себя изучение типоморфных признаков россыпного золота в качестве носителей важнейшей генетической информации, а также минеральных парагенезисов рудных проявлений – потенциальных коренных источников золота, является весьма перспективным способом прогнозирования золотого оруденения на платформенных областях и получения новых знаний для восстановления истории формирования россыпей и рудных проявлений.

Методика исследований

Детальное изучение морфологии, микрорельефа поверхности, внутреннего строения золота, фотографирование, а также аналитические исследования аншлифов произведены на сканирующем (растровом) микроскопе JSM – 6480 LV фирмы JEOL с аналитическими приставками OxfordInstruments (волновой и энергодисперсионный спектрометры). Пробность золота определена на рентгеновском микроанализаторе Camebax-micro фирмы Сатеса. Содержание золота установлено атомно-абсорбционным методом при помощи спектрометра ICE 3500. Градация по размерам выделений и пробности золота приведена по классификации Н.В. Петровской (1973). Внутреннее строение самородного золота изучалась путем травления золота в монтированных шлифах по отработанной методике (Петровская и др., 1980), с использованием реактива: $\text{HCl} + \text{HNO}_3 + \text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O} + \text{CrO}_3 + \text{тиомочевина} + \text{вода}$.



Сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6480LV с энергодисперсионным и волновым спектрометрами –микронзондовый аналитический комплекс

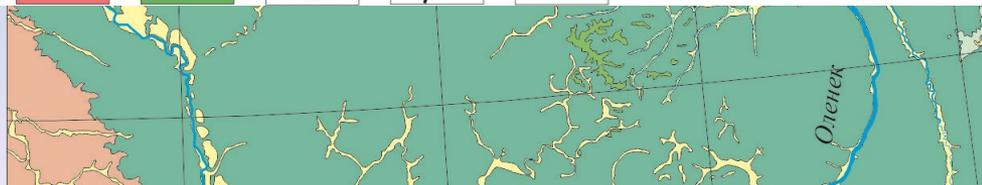
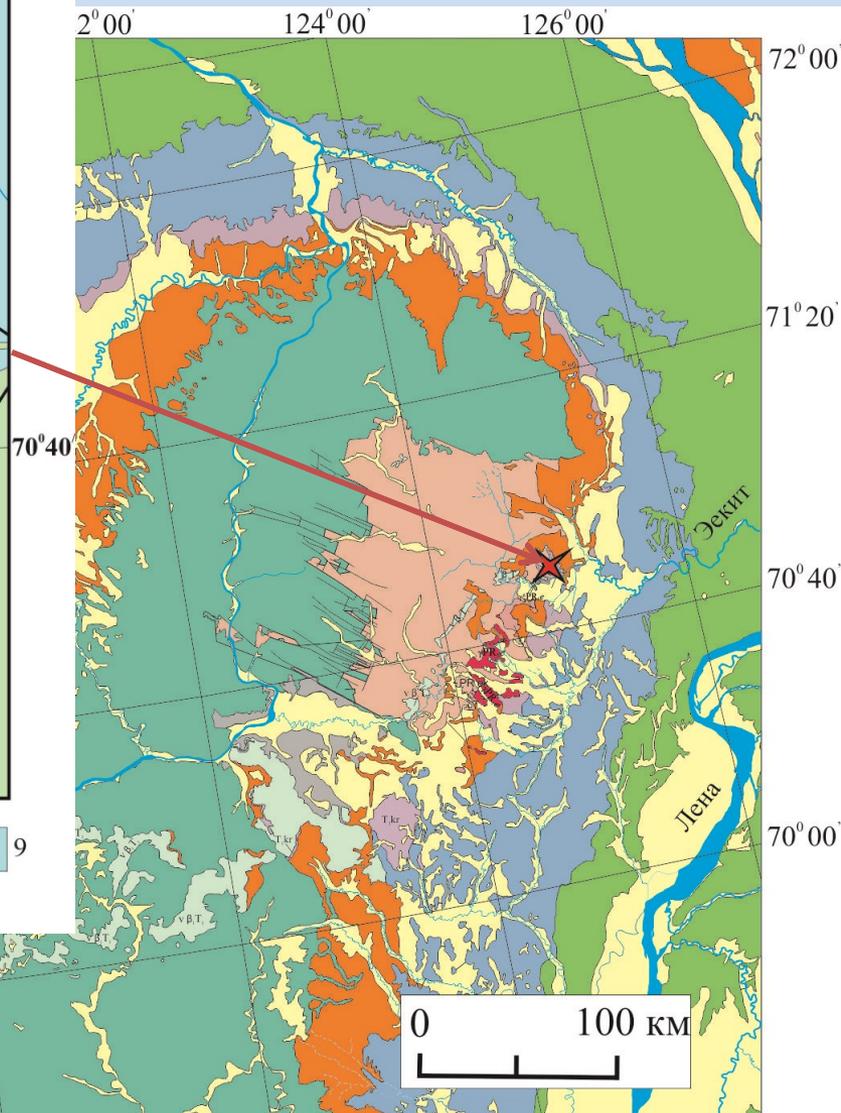
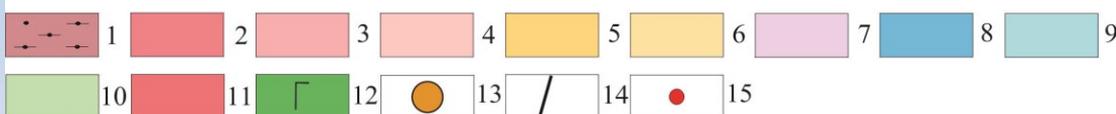
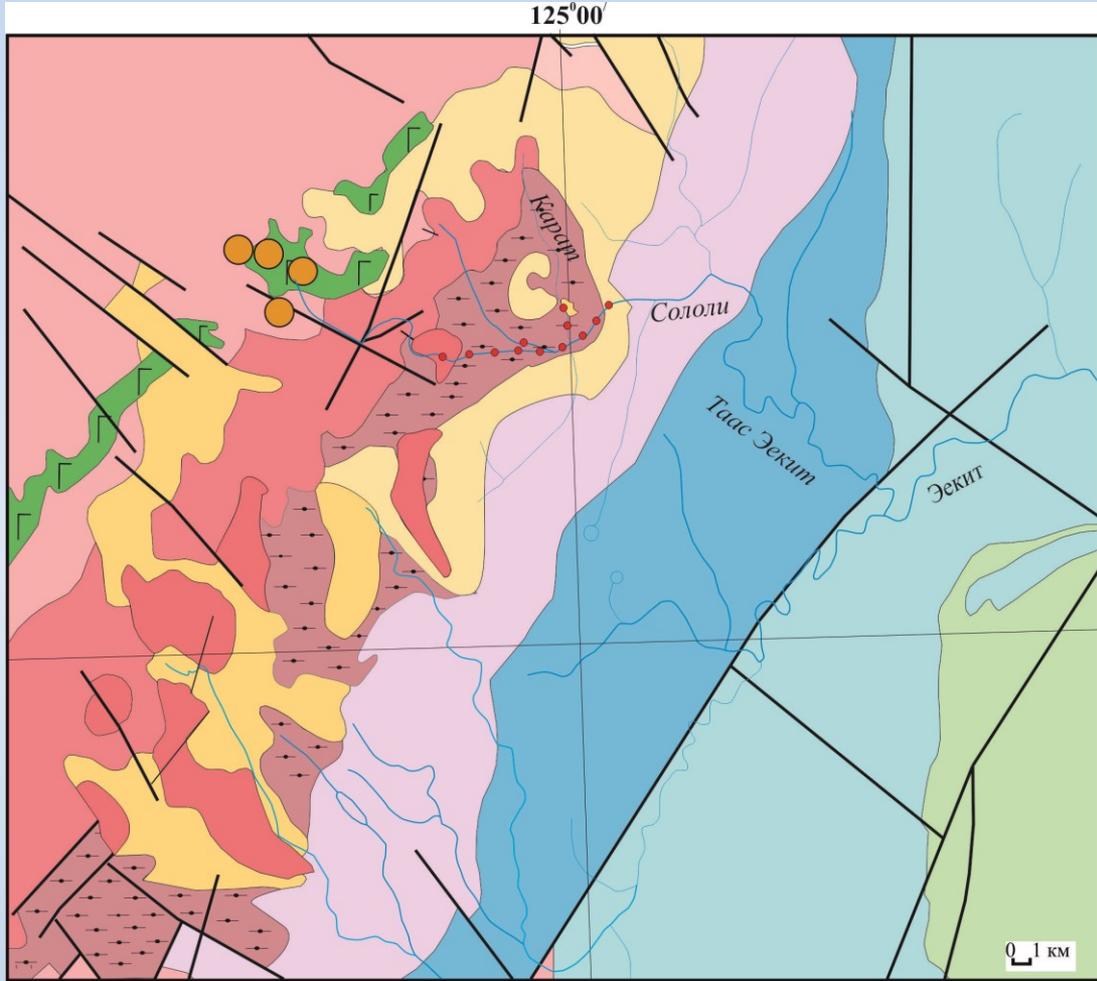


Электроннозондовый микроанализатор Camebax-micro



Атомно-абсорбционный спектрометр ICE 3500

Схема геологического строения Сололийского поднятия

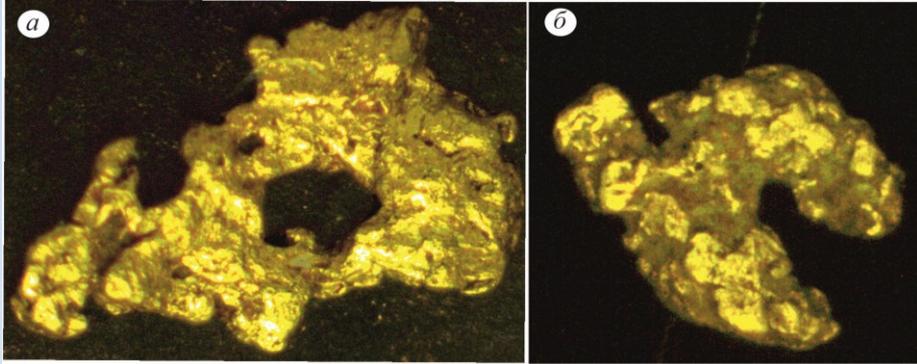


Типоморфные признаки россыпного золота конгломератов пермского возраста

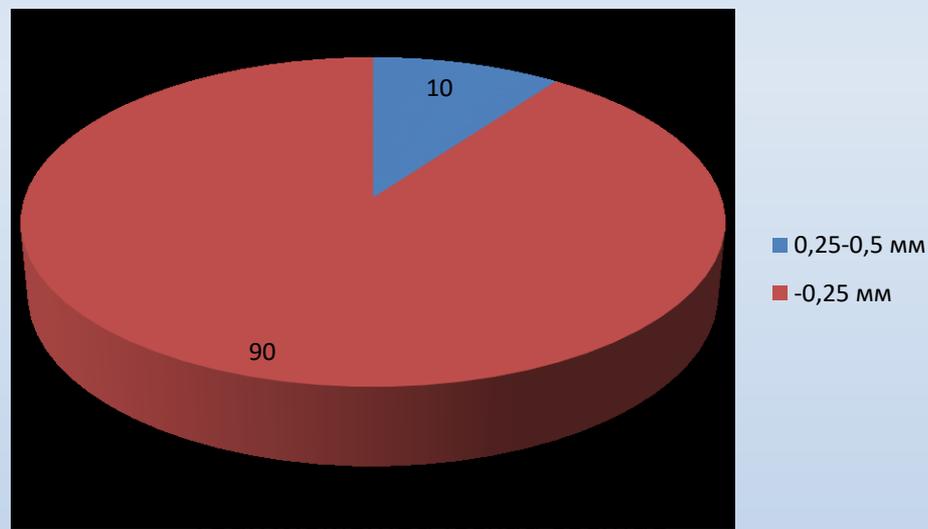
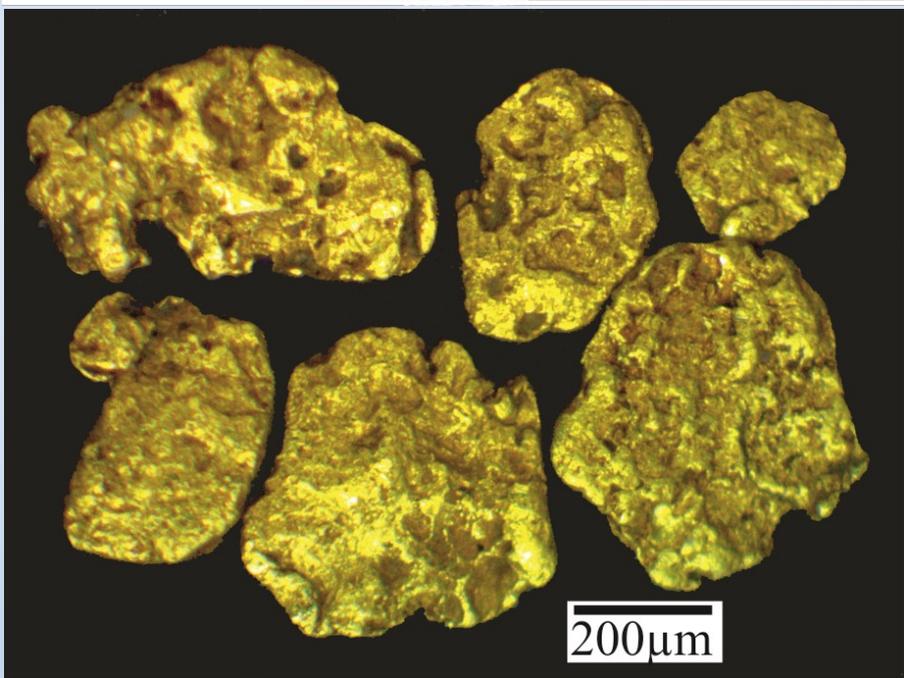


Выходы пород ортокинской свиты пермского возраста по левому борту реч. Карат (бассейн р. Сололи): а – общий вид; б – выработка, пройденная по мелкогалечным конгломератам.



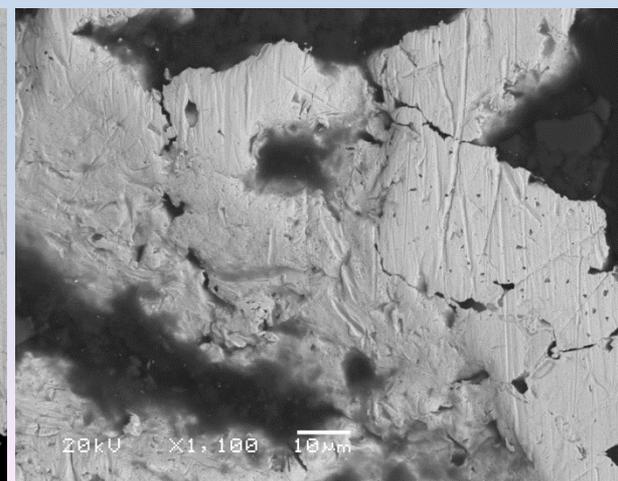
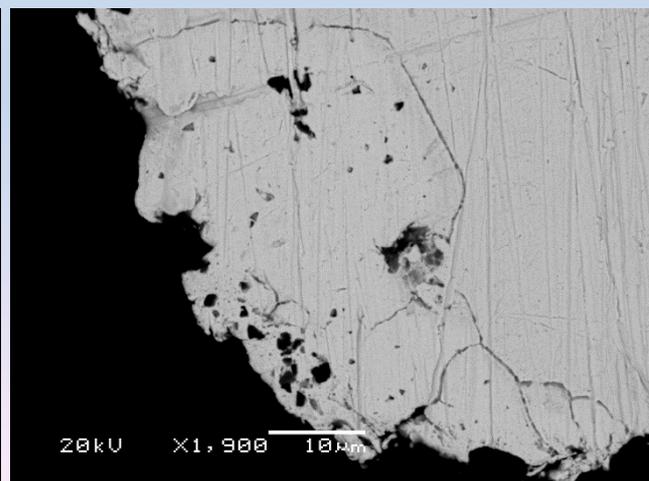
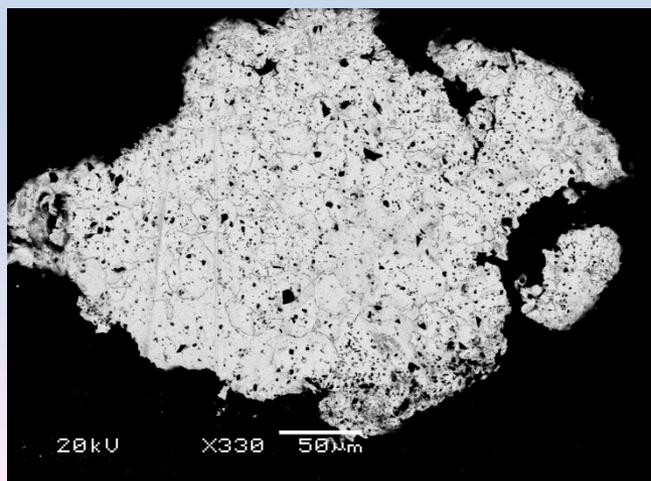
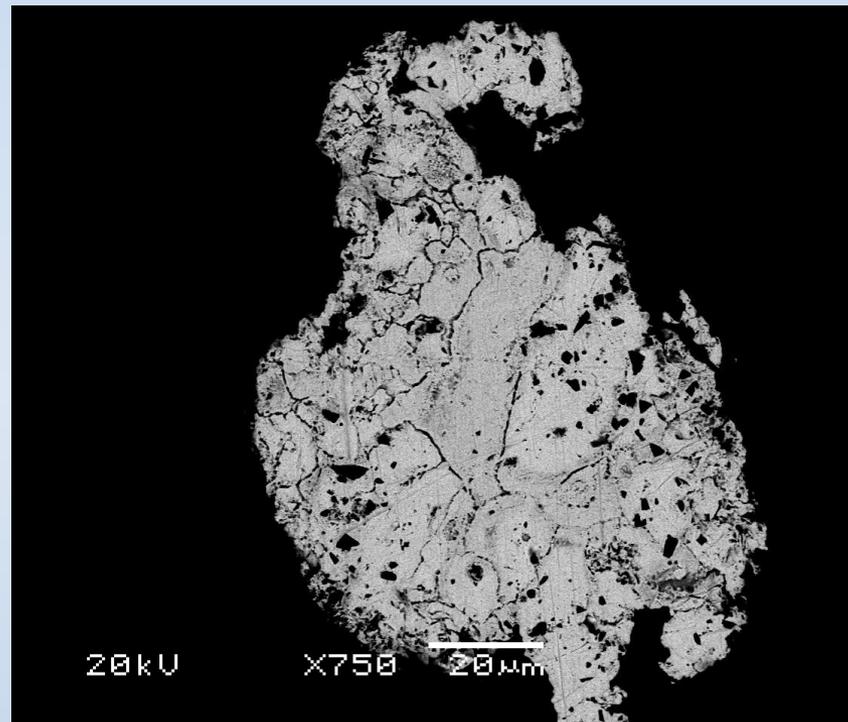
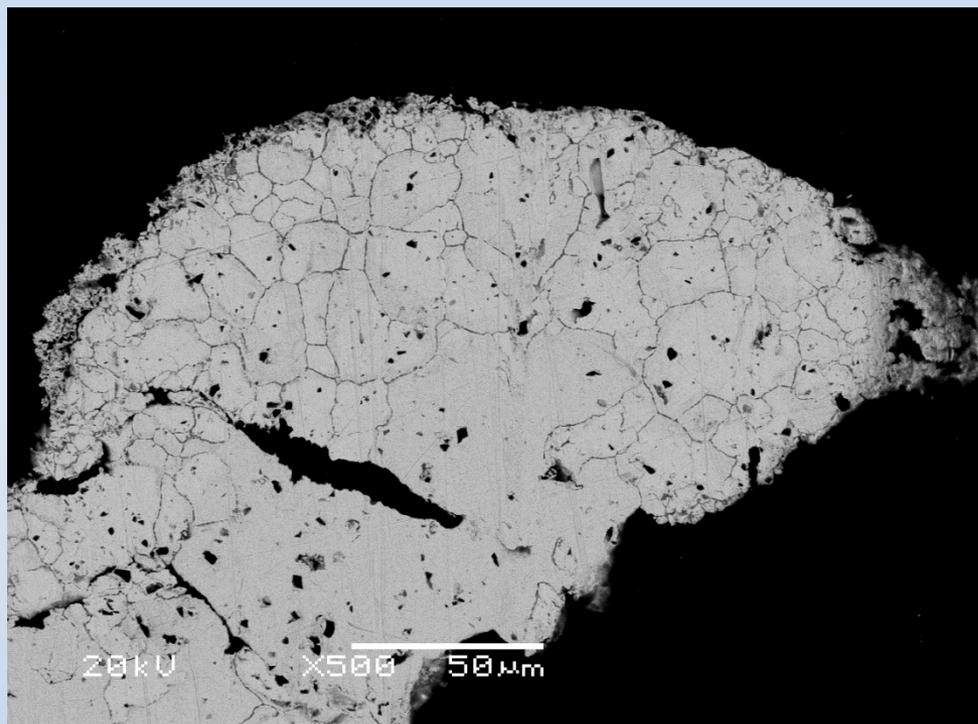


Золото имеет следующий гранулометрический состав: 0,25-0,5 мм – 10%, -0,25 мм – 90%, и характеризуется пластинчатой формой с отпечатками вдавливания минералов на поверхности и довольно часто со сквозными отверстиями.



Золото пермских конгломератов: золото пластинчатой формы со следами вдавливания минералов вмещающих толиц на поверхности;

Внутреннее строение представлено структурами дезинтеграции и грануляции, что в целом является характерным для золота древних промежуточных коллекторов (Николаева и др., 2003).



Пробность золота варьирует в узких пределах от среднего до весьма высокого: 800-899‰ – 10%, 900-950‰ – 70% и 951-999‰ – 20%.

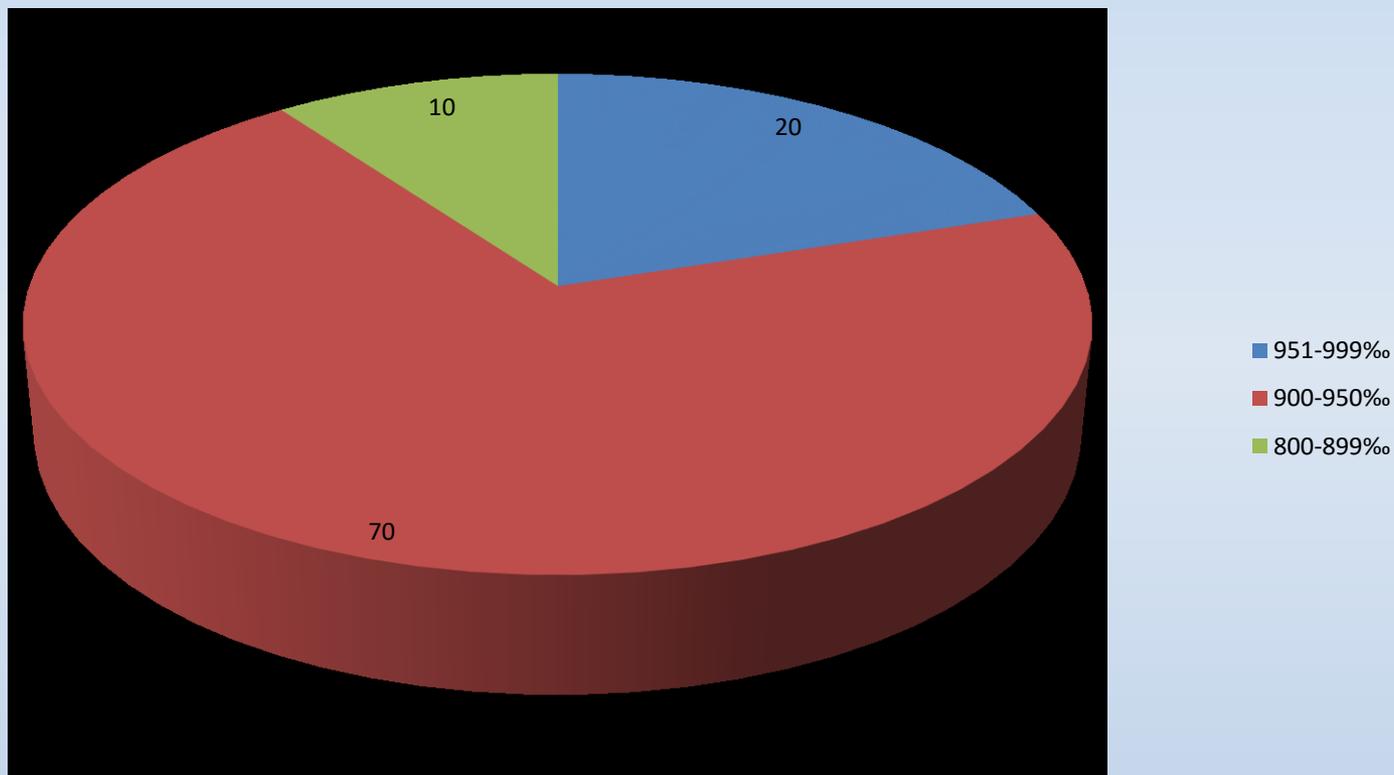


Диаграмма пробности золота конгломератов ортокинской свиты ранней перми

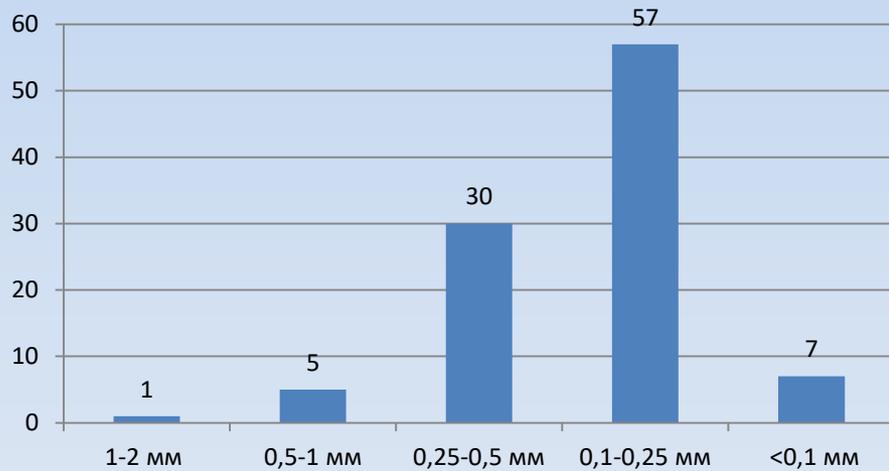
Типоморфные признаки россыпного золота современных аллювиальных отложений бассейна реч. Сололи.



Среднее течение реч. Сололи

Отбор шлиховой пробы (ср. течение реч. Сололи)

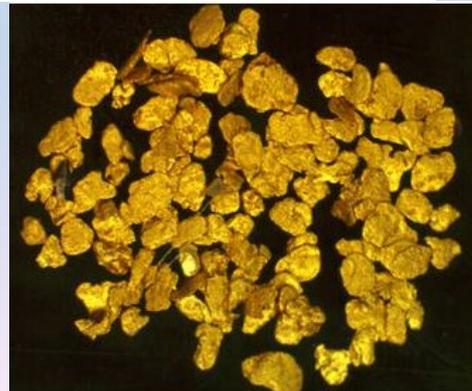
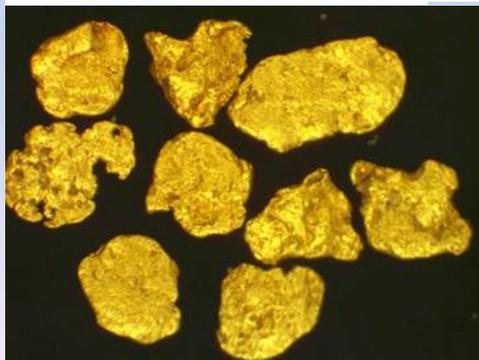
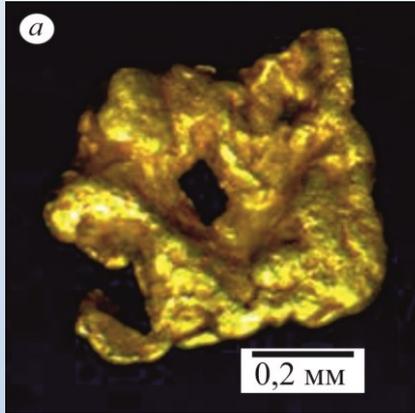


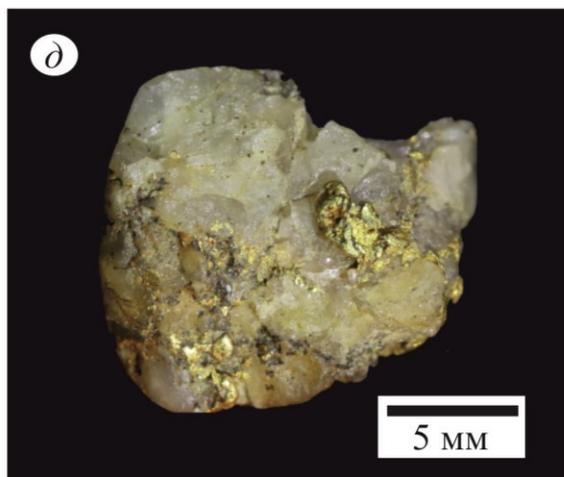
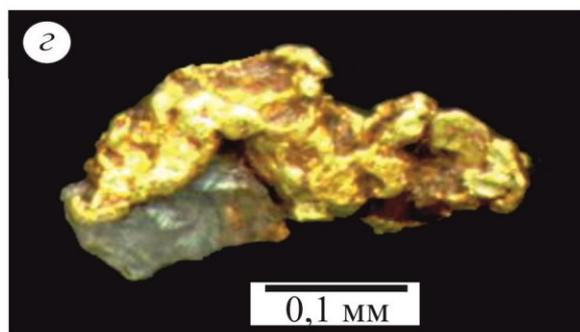
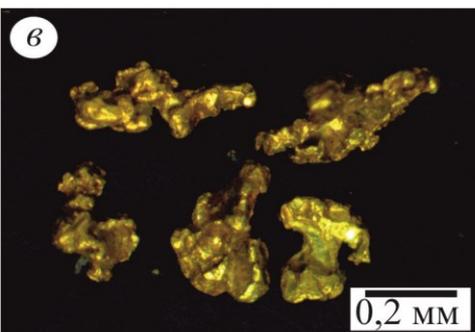
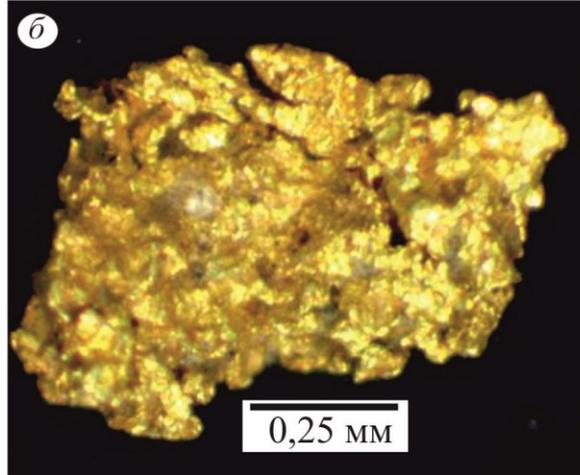
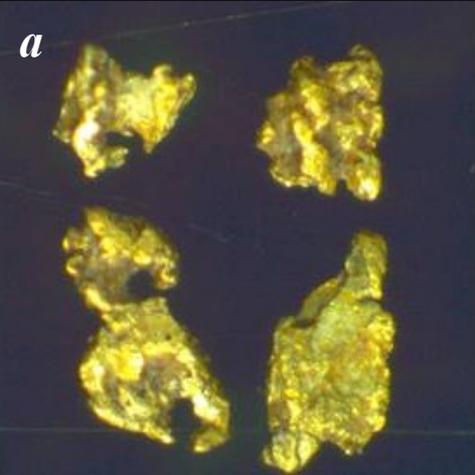


Гистограмма гран. состава

Гранулометрический состав золота следующий: 1-2 мм – 1%, 0,5-1 мм – 5%, 0,25-0,5 мм – 30%, 0,1-0,25 мм – 57% и <0,1 мм – 7%.

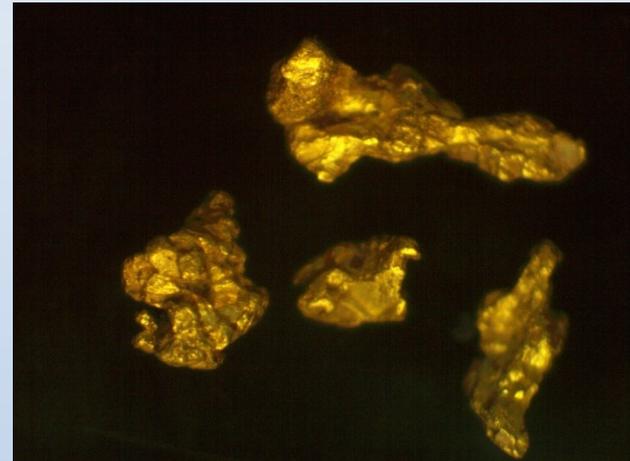
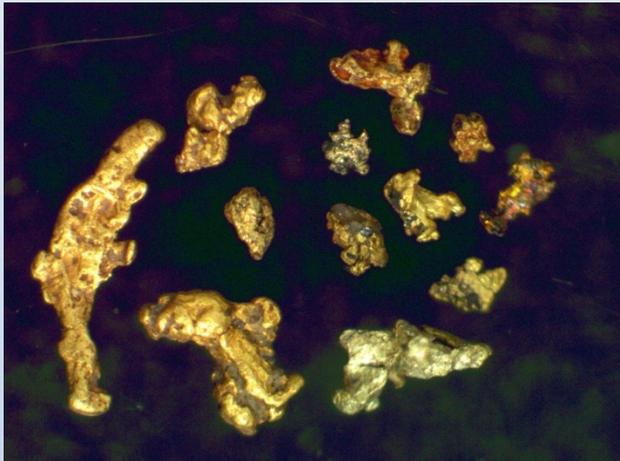
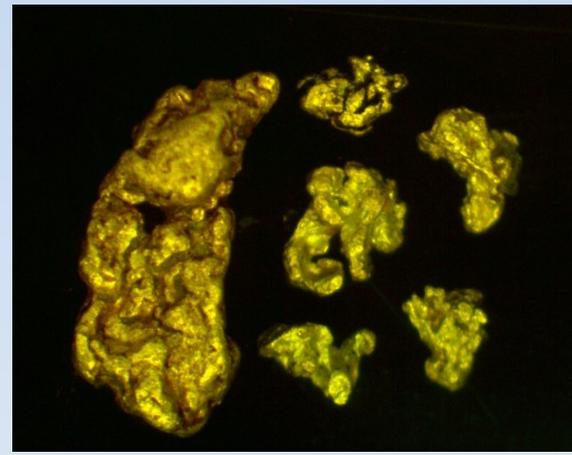
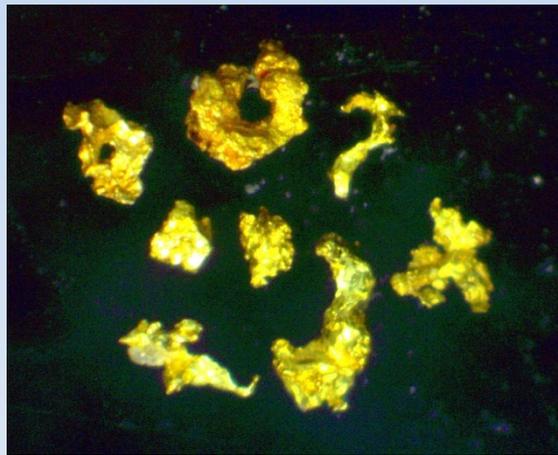
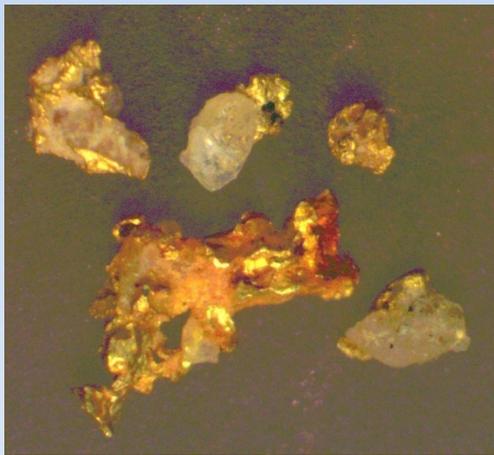
Оно характеризуется хорошо окатанной пластинчатой, реже комковидной формой и грубошагреневой поверхностью с отпечатками вдавливания минералов, довольно часто со сквозными отверстиями (рис., а).





Наряду с этим обнаружено слабо окатанное золото пластинчатой (рис., б), угловато-комковидной (рис., в), крючковатой, кристаллической форм с ямчато-бугорчатой или гладкой поверхностью, иногда в сростании с кварцем (рис., г).

Необходимо отметить, что в одной из проб обнаружены крупные сростки золота с кварцем в количестве 10 штук весом от 20 мг до 1,6 г (рис., д).



Золото рудного облика

Пробность золота аллювиальных отложений по данным 500 определений варьирует в широких пределах: 900-999‰ – 60%, 800-899‰ – 30%, 700-799‰ – 5% и 600-699‰ – 5%.

В единичных золотилах микрорентгеноспектральным анализом установлены элементы-примеси Hg до 1,8% и Cu до 0,2%.

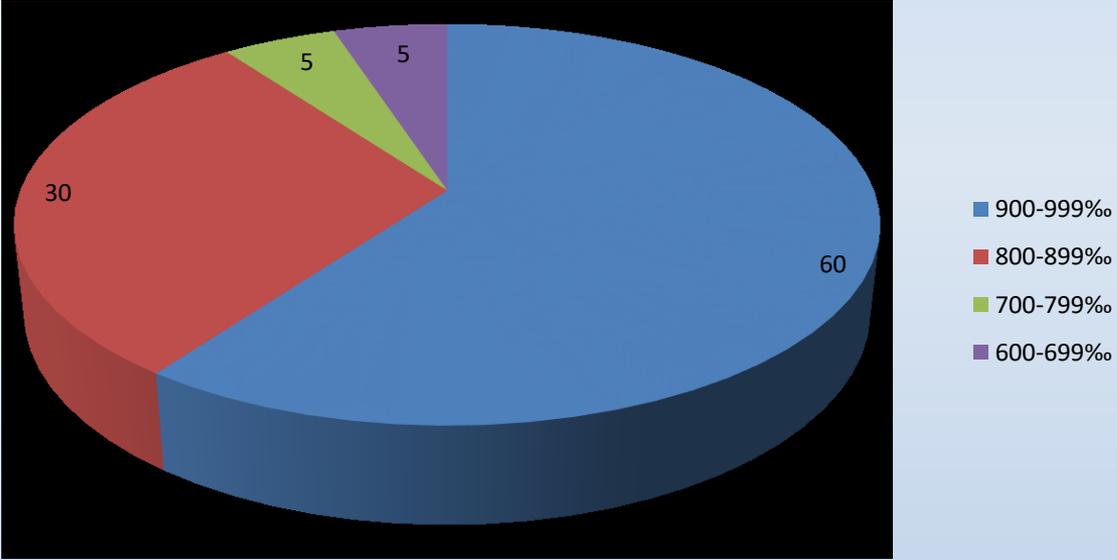
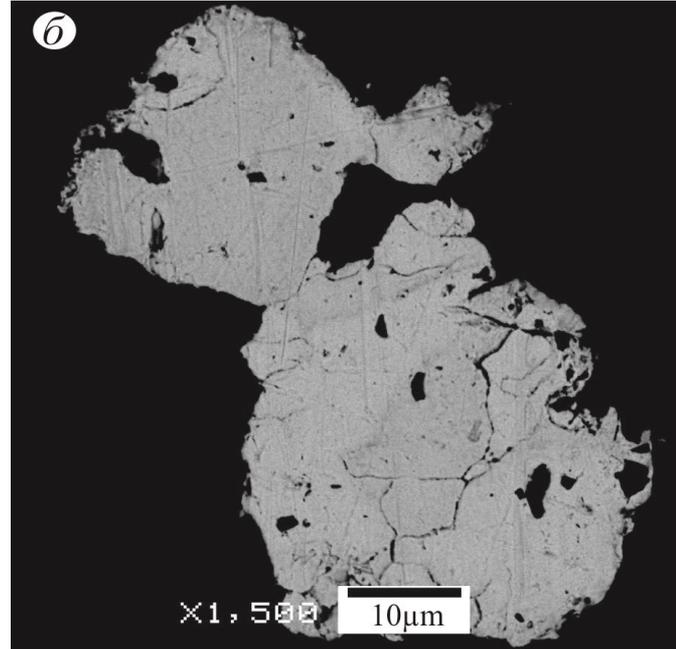
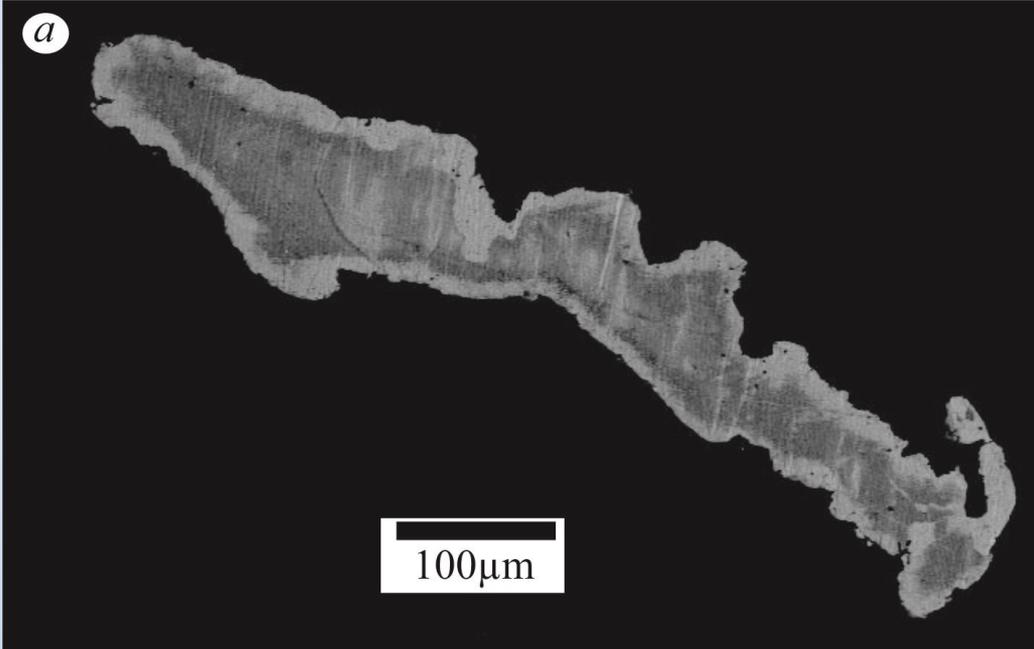
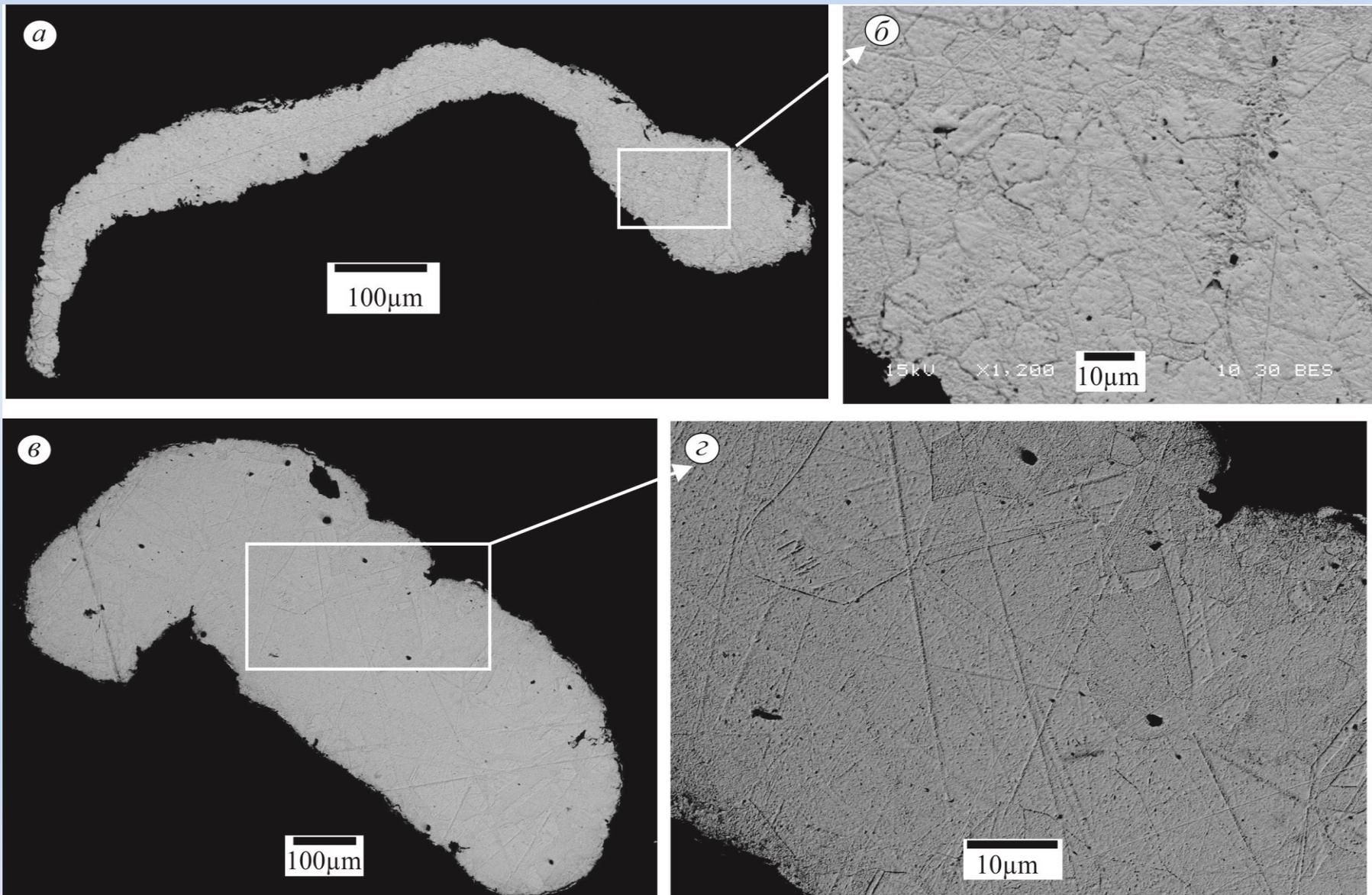


Диаграмма пробности золота аллювиальных отложений бассейна реч. Сололи

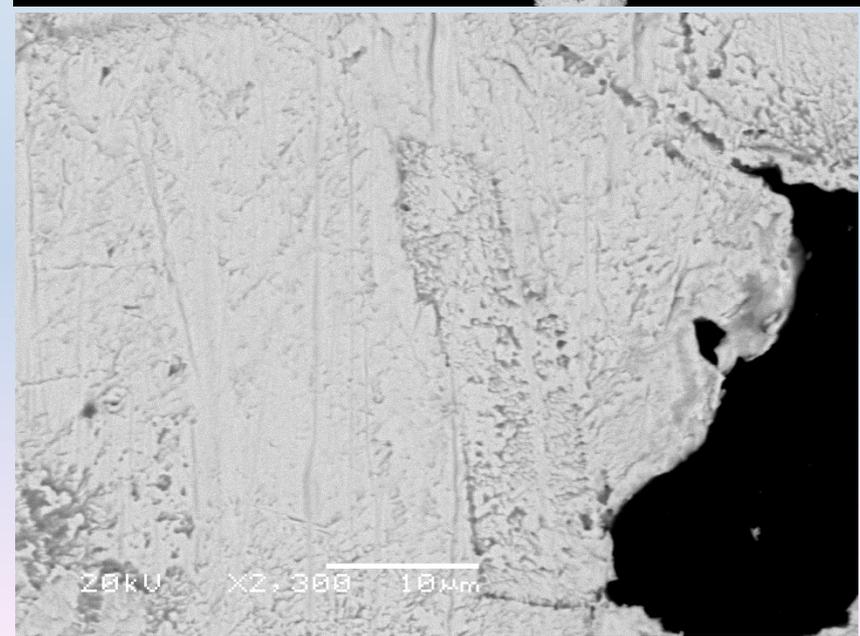
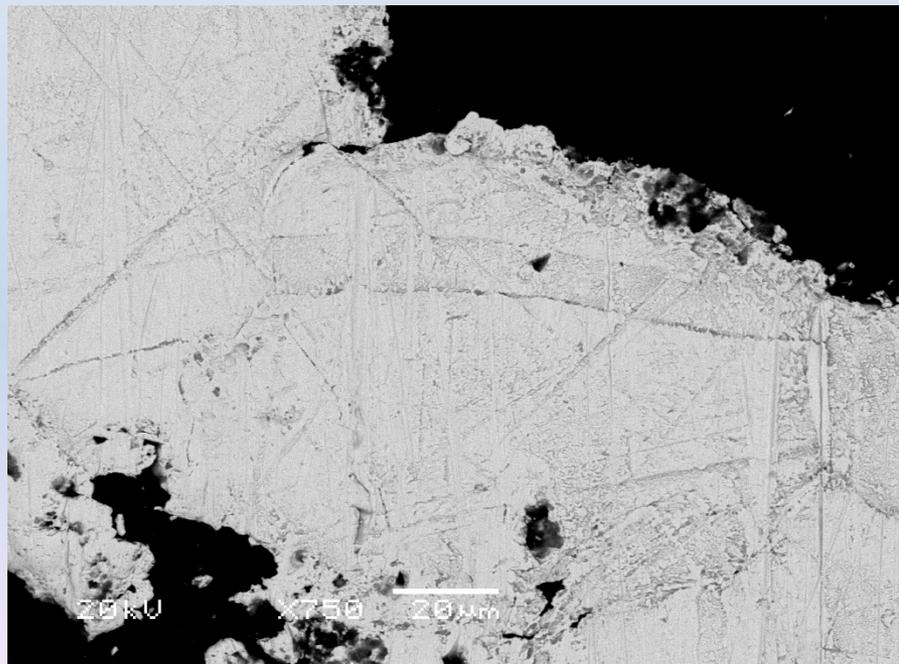
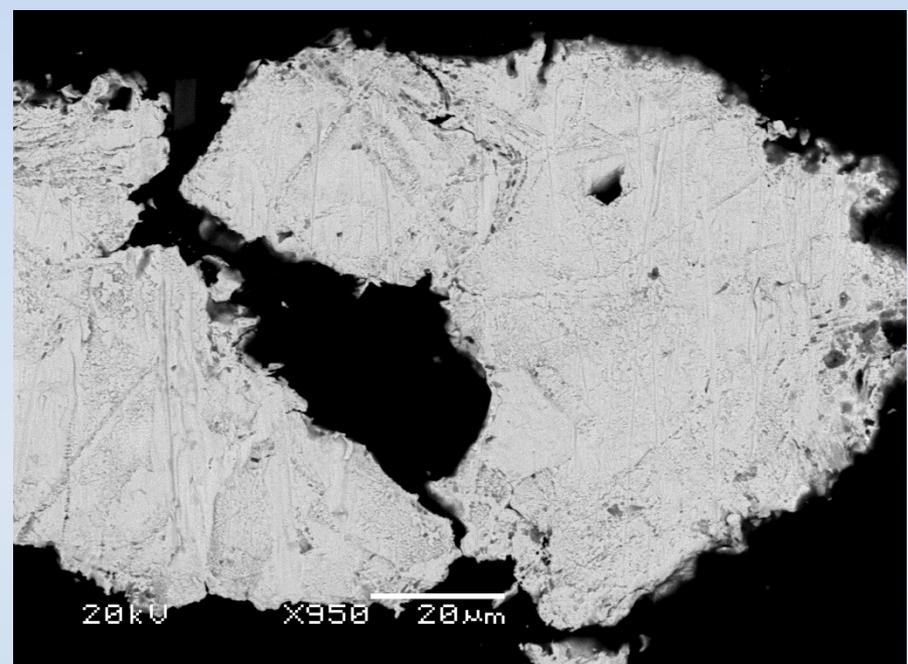
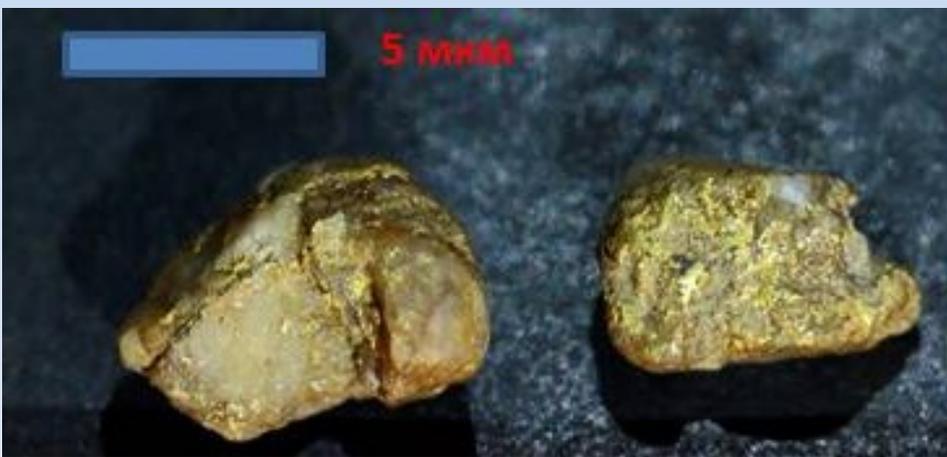
Внутреннее строение пластинчатого золота существенно преобразовано и характеризуется мощными высокопробными оболочками (рис., а), структурами грануляции (рис., б) и линиями пластических деформаций.



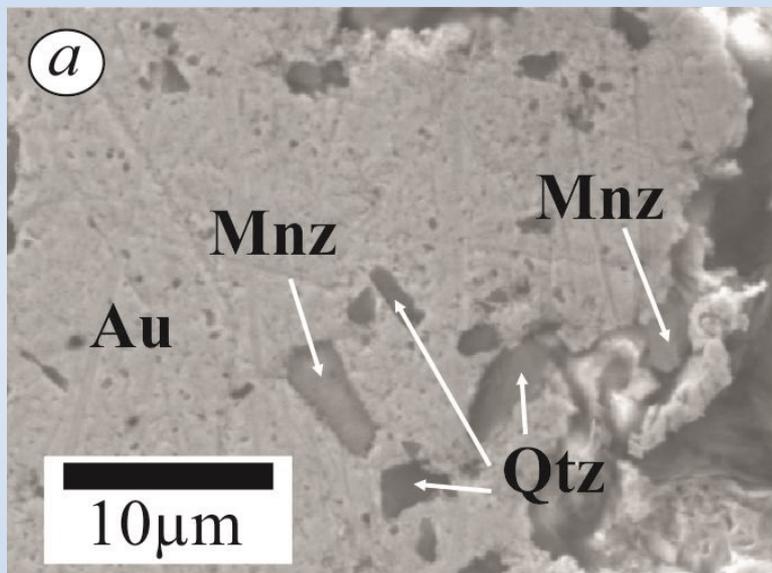


Структуры перекристаллизации высокопробных золотин, бассейн р. Сололи: а – общий вид, пробность 958‰; б – деталь: увеличение 1200; в – общий вид, пробность 998‰, г – деталь: увеличение 950. Протравлено реактивом на основе царской водки. Снято в режиме BSE.

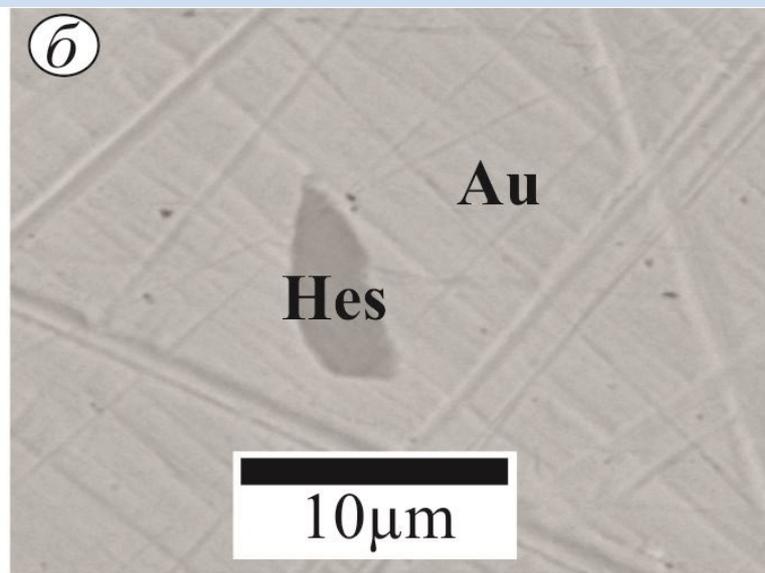
Среднезернистое с двойниками внутреннее строение относительно крупного сростка золота с кварцем



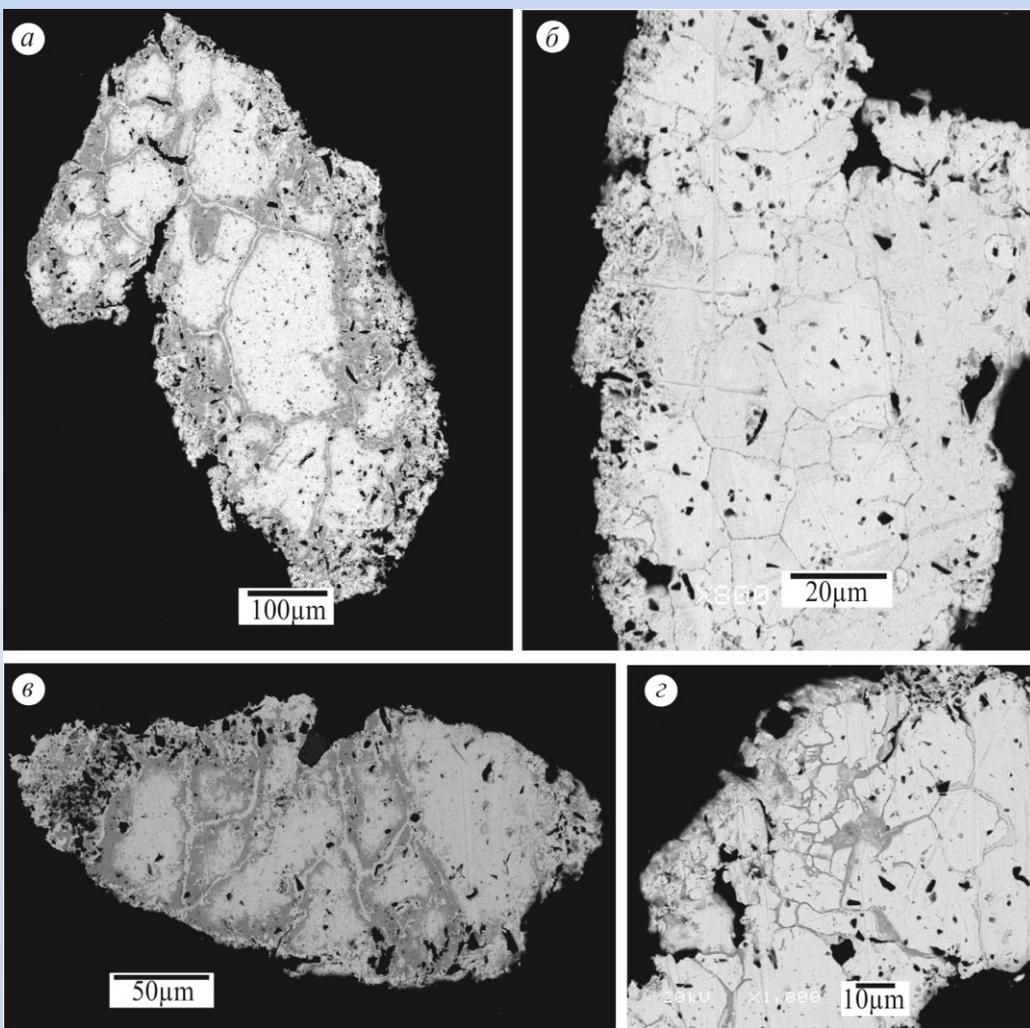
В качестве минеральных включений в золоте обнаружены кроме кварца, единичные пирит, гессит и монацит.



Монацит в среднепробном золоте



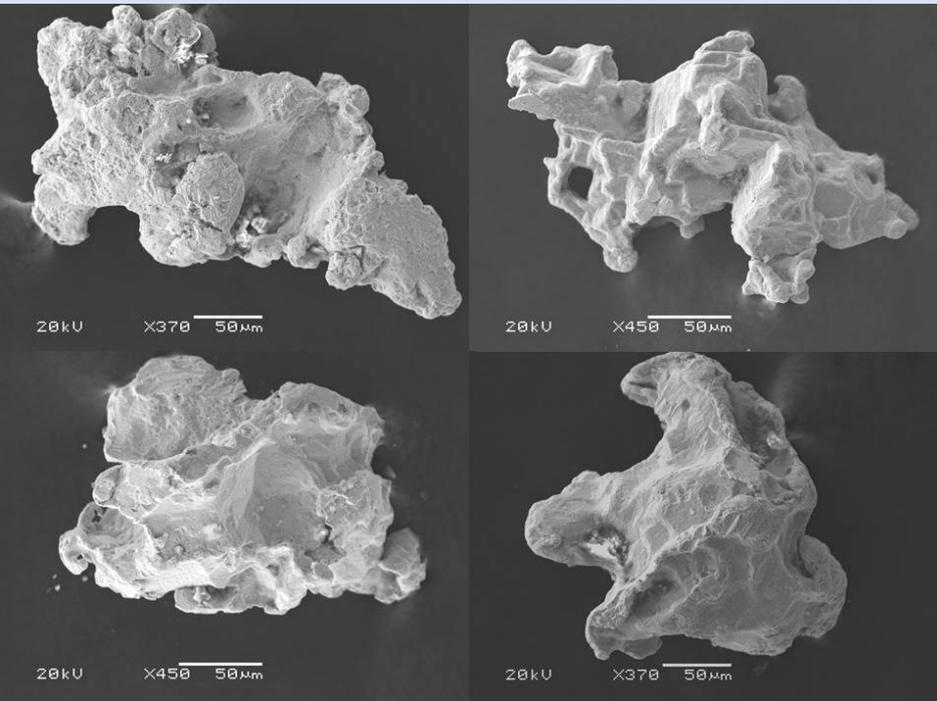
Гессит в низкопробном золоте



Внутреннее строение золота Сололийского поднятия Оленекского свода: а – высокопробное (950‰) золото из пермских конгломератов с весьма высокопробными (999‰) межзерновыми прожилками; б – структура перекристаллизации высокопробного (950‰) золота из пермских конгломератов; в – высокопробное (945‰) золото из современного аллювия бассейна р. Сололи с весьма высокопробными (999‰) межзерновыми прожилками; г – структура перекристаллизации высокопробного (935‰) золота из современного аллювия бассейна р. Сололи. Протравлено реактивом на основе царской водки. Снято в режиме BSE.

Таким образом, большинство изученного золота характеризуется главным образом пластинчатой формой и грубошагреневой поверхностью с отпечатками вдавливания минералов. Оно имеет интенсивно измененное внутреннее строение, что выражено структурами грануляции, рекристаллизации и мощными высокопробными оболочками. Эти признаки свидетельствует о поступлении золота из промежуточных коллекторов, одним из которых, являлись золотоносные конгломераты пермского возраста. На это указывает идентичность морфологии, пробности и внутреннего строения золота пермского коллектора и русловых отложений реч. Карат, дренирующей эти отложения.

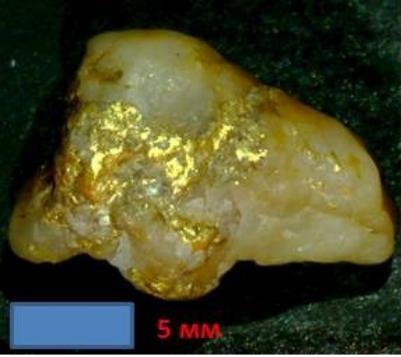
Наряду с этим в пробах из русловых и косовых отложений бассейна р. Сололи обнаружено слабо окатанное золото угловато-комковидной, крючковатой, пластинчатой, кристаллической форм, иногда в ассоциации с плохо окатанными сульфидными минералами. Содержание такого металла колеблется от 3-10% в пробах из косовых отложений и до 90% в пробах, отобранных из «щеток», сложенных породами эекитской серии.



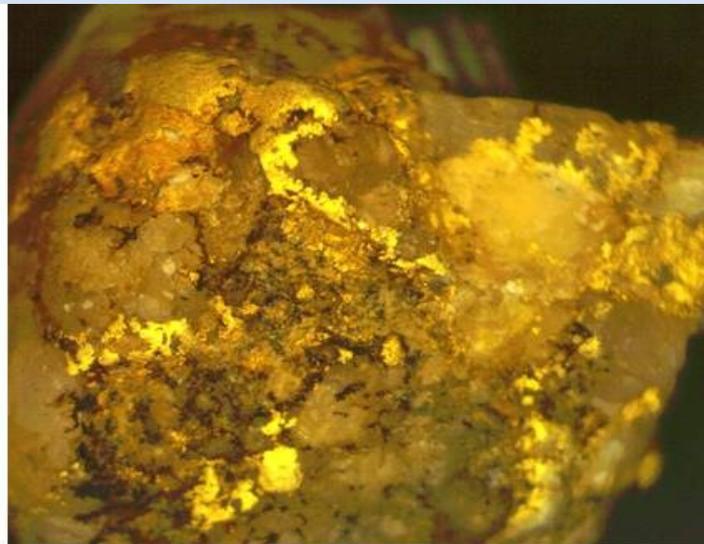
Щетки, сложенные метапородами эекитской серии Pr

Золото рудного облика из аллювиальных отложений реч. Сололи

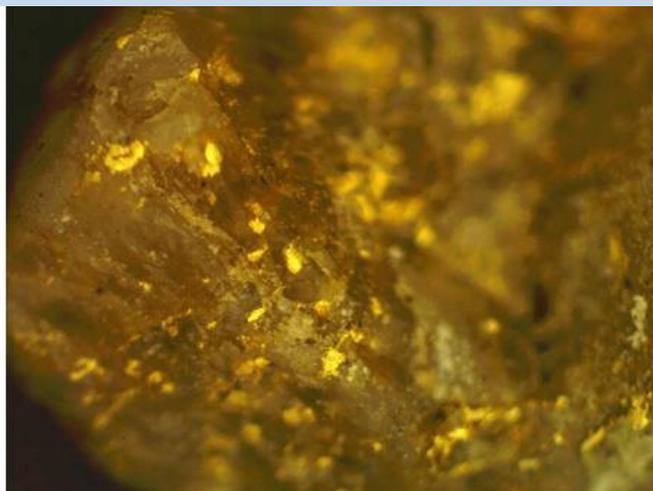
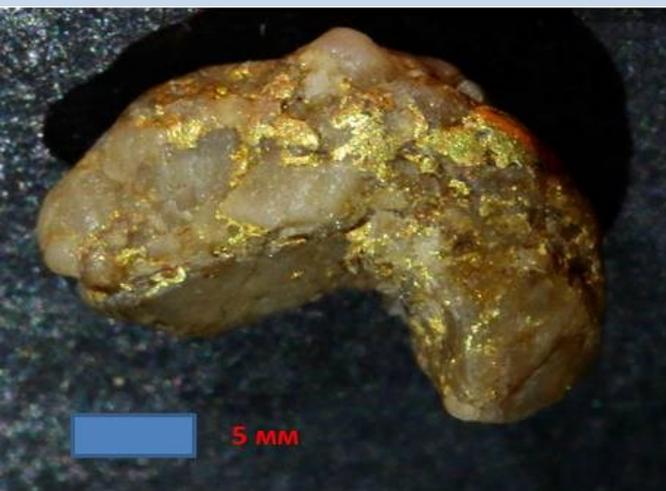
Обнаружение такого золота свидетельствует о близлежащих коренных источниках



Сростки золота с кварцем



Обнаружение такого
золота
свидетельствует о
наличии
близлежащих
коренных
источников



Потенциальные коренные источники золота

Кварцевые жилы, развитые по породам эекитской серии имеют широкое распространение в бассейне среднего течения р. Сололи, включая бассейны рр. Карат, Радость и Бургалды. Жилы и прожилки представляют собой ветвящиеся согласные и секущие образования кварцевого, реже кварцево-карбонатного состава до 0,3 м, видимой протяженностью 2-3 м, инъецирующие метапесчаники и метасланцы эекитской серии (рис., а). Общий объем кварцевожильного материала достигает 1-2% породы. Жильный кварц серый полупрозрачный с вкрапленностью пирита. Породы опробованы лишь фрагментарно в разрозненных скальных выходах, развалах и осыпях в средних и нижних частях речных долин.



Коренные выходы метасланцев эекитской серии по правому борту реч. Сололи



Скальные выходы метакорд эекитской серии в среднем течении руч. Бургалды



Глыбы кварцевых жил в метасланцах (среднее течение р. Сололи)

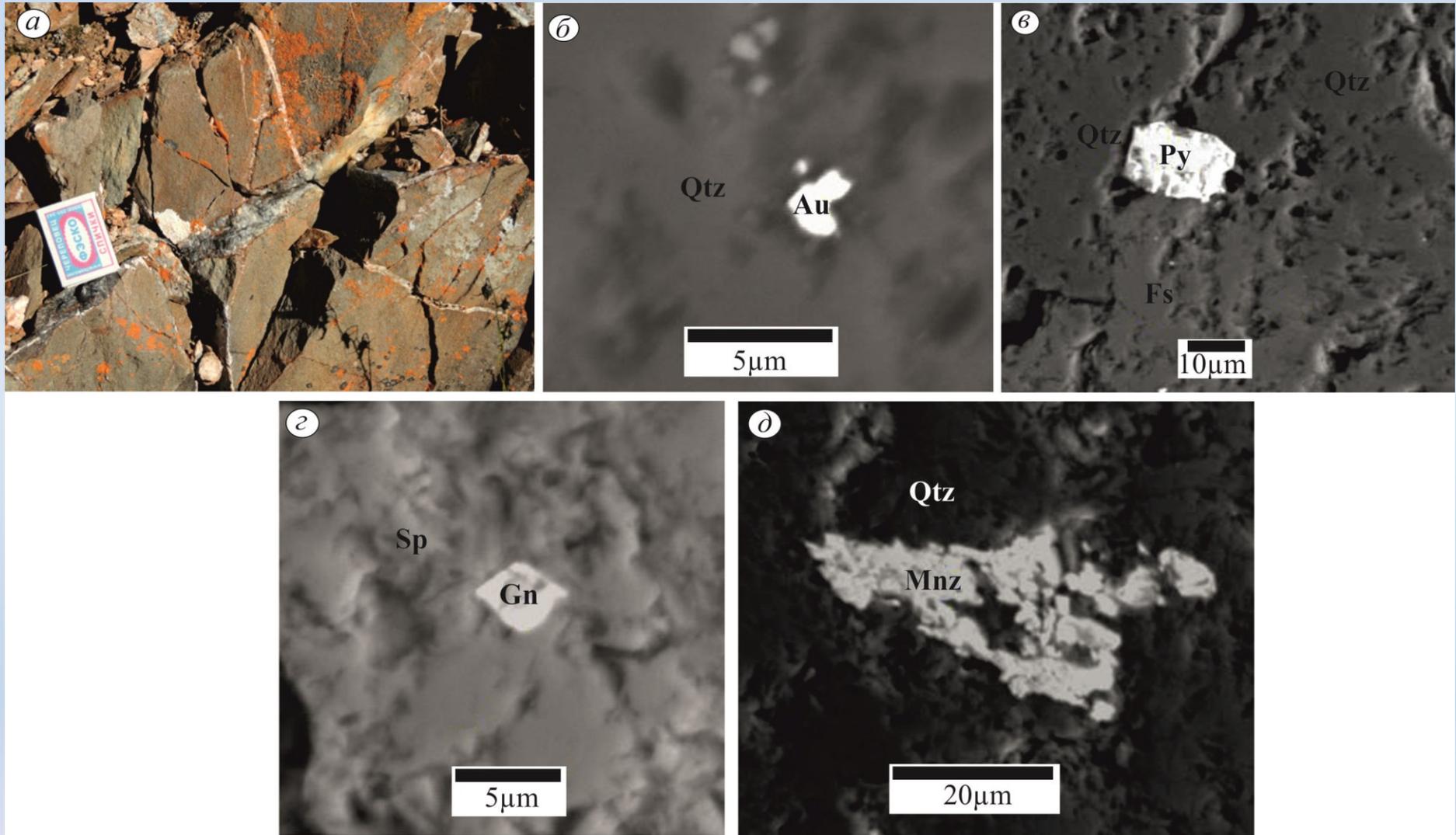


Кварцевые жилы в метапородах. Среднее течение р. Сололи



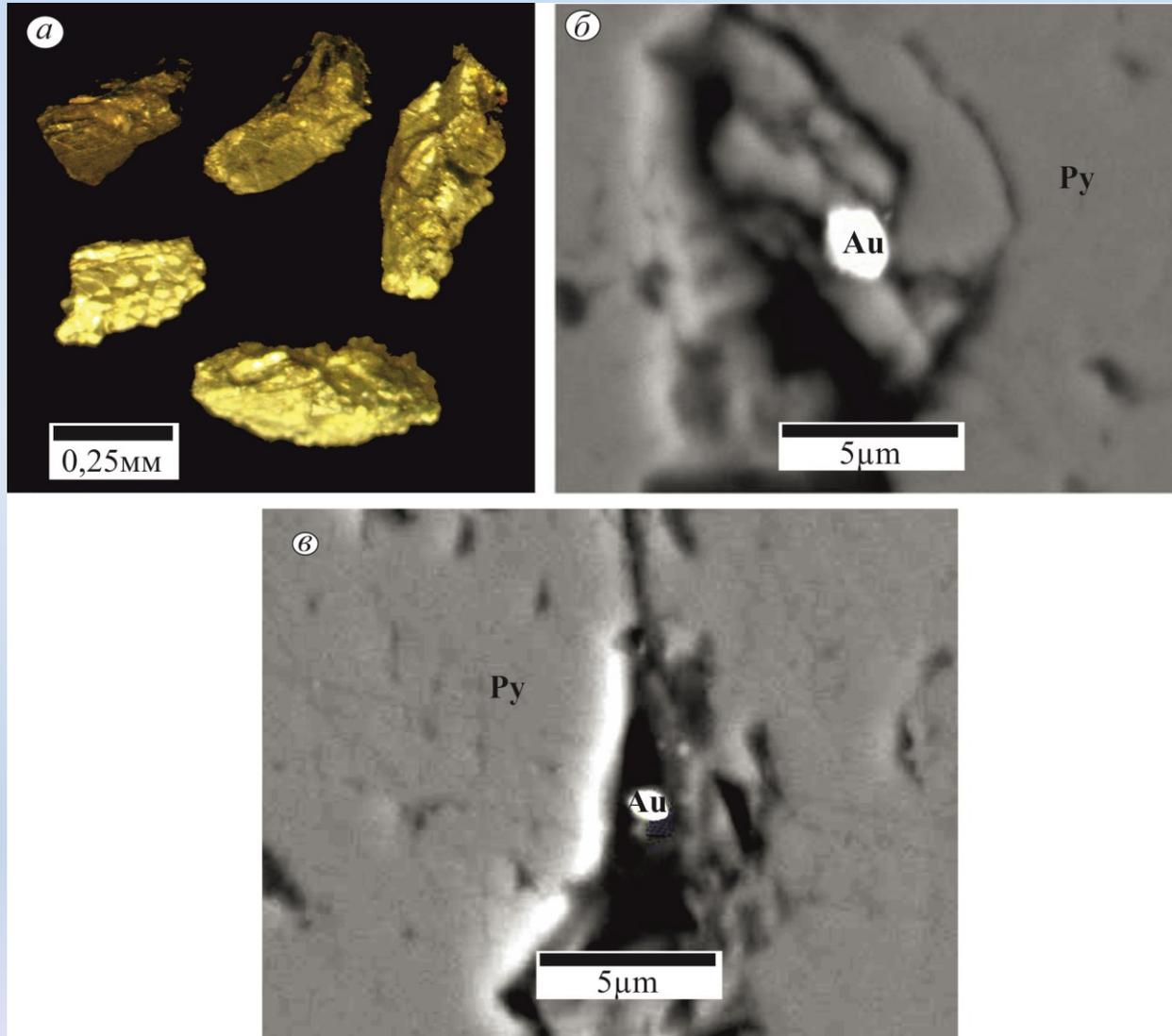
Разнонаправленные кварцевые прожилки в метапесчаниках экитской серии. Нижнее течение руч. Карат

Золотосульфидное оруденение кварцевых жил, связанных с метасородами эекитской серии раннего протерозоя

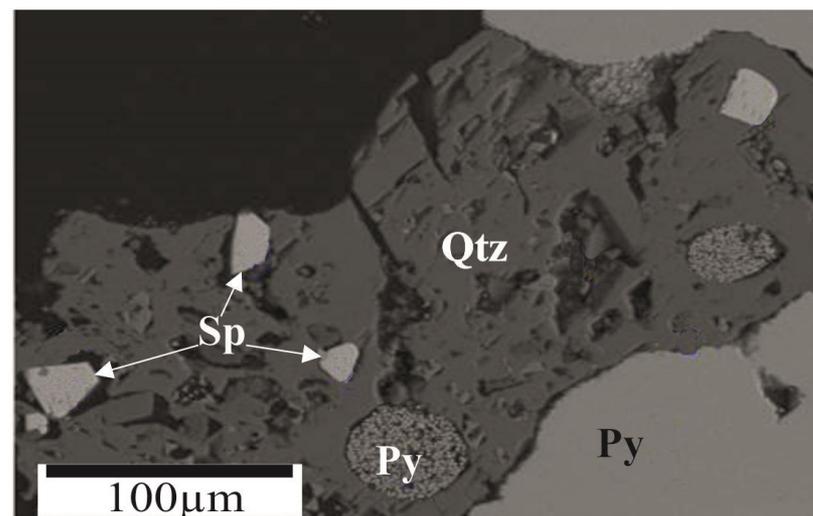
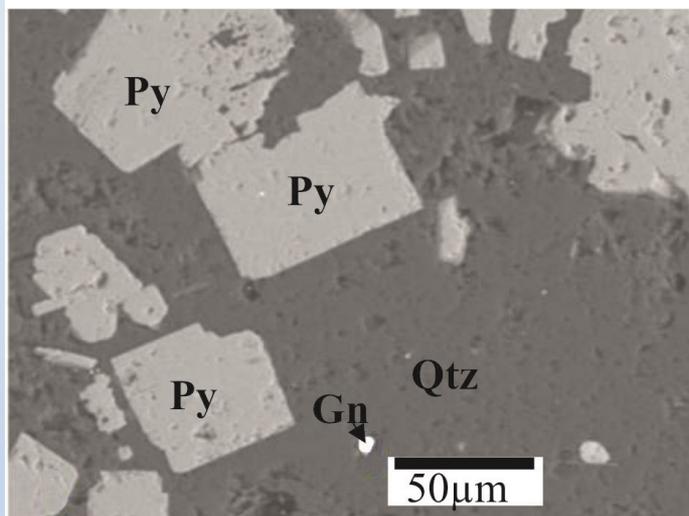
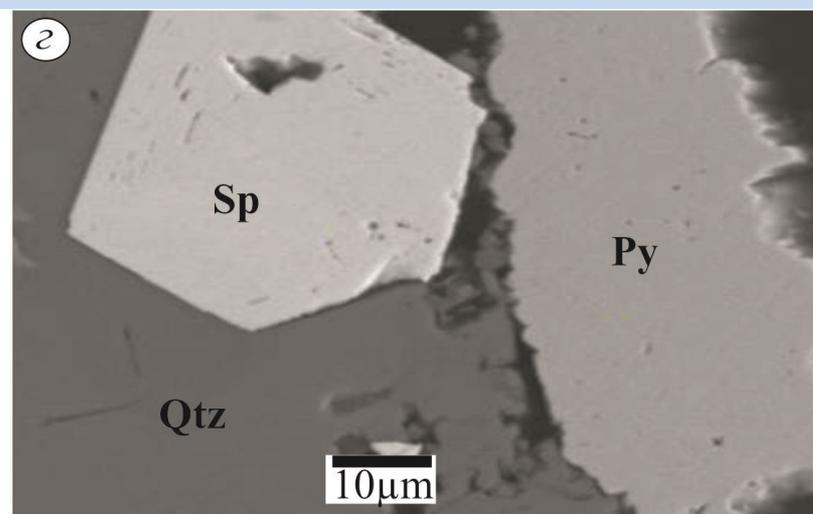
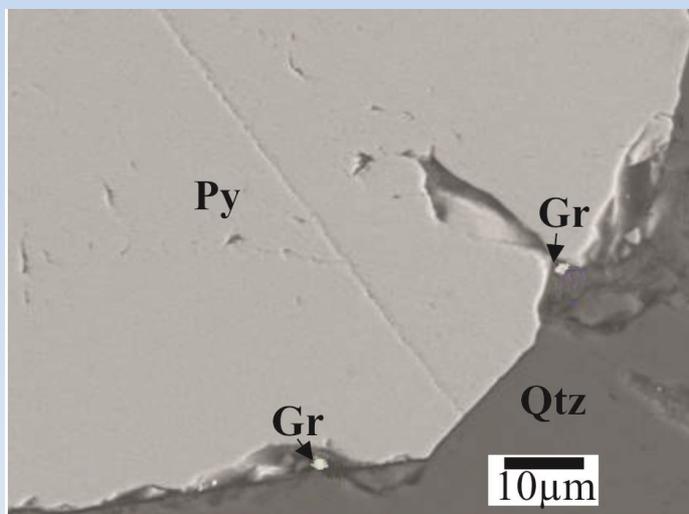


а – кварцевые жилы и прожилки в метасородах; *б* – мелкое зерно золота (Au) в кварцевой (Qtz) жиле; *в* – пирит (Py) в зоне срастания кварца (Qtz) и калиевого полевого шпата (Fs); *г* – включение мелкого кристалла галенита (Gn) в сфалерите (Sp); *д* – монацит (Mnz) в кварцевой (Qtz) жиле.

Минеральные микровключения в пирите из кварцевых жил, развитых по метапородам эекитской серии раннего протерозоя



a – пирит из протолочек кварцевых жил; *б-в* – включение весьма мелкого золота (Au) в пирите (Py)



- фазы гринокита (Gr) в зоне срастания пирита (Py) и кварца (Qtz);
- срастание сфалерита (Sp), пирита (Py) и кварца (Qtz);
- мелкие кристаллы пирита (Py) и галенита (Gn) в кварцевой (Qtz) примазке пирита;
- мелкие выделения сфалерита (Sp) и пиритовый фрамбоид (Py) в кварце в сродке с пиритом

Риолиты закартированы по левобережью р. Сололи в бассейнах рр. Радость и Карат и образуют небольшие тела (мощностью 3-5 м) согласные с вмещающими метасланцами эекитской серии протерозоя. Они представляют собой светлые зеленовато-серые микрозернистые образования, имеющие с вмещающими породами резкие контакты. Вмещающие породы – темно-серые метаморфизованные сланцы. Как сами риолиты, так и вмещающие породы пронизаны жилами и прожилками кварца. Кварц светло-серый, белый.

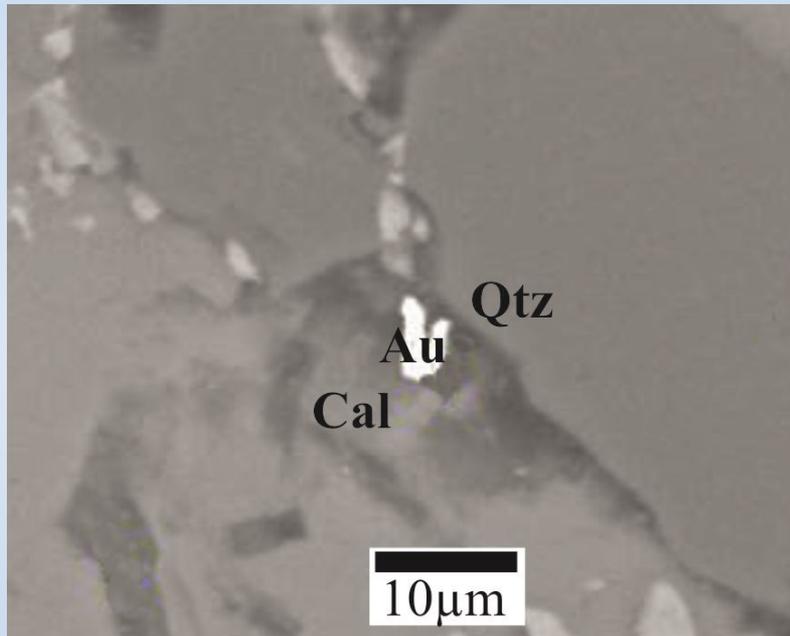


Выходы риолитов по левому борту реч. Радость

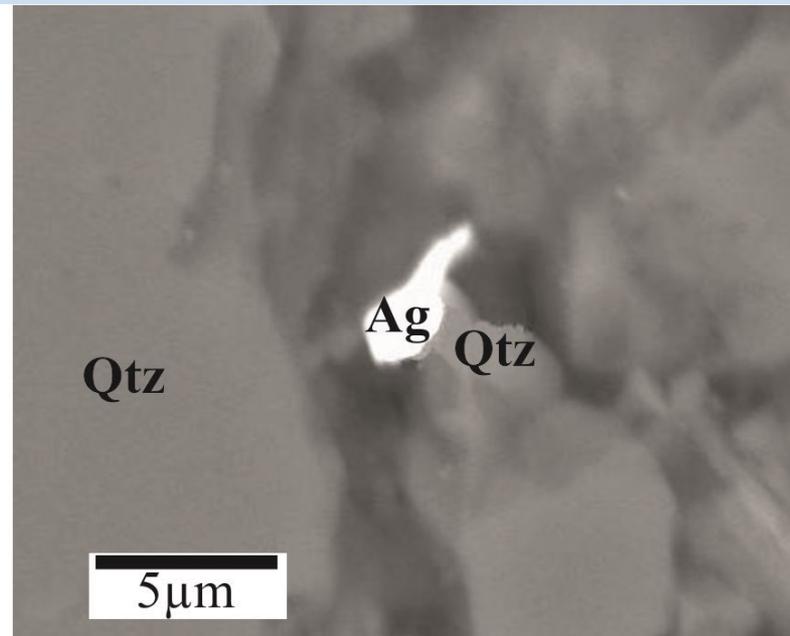


Зона контакта риолитов с метапородами эекитской серии

Золотосульфидная минерализация в кварцевых жилах, связанных с риолитами

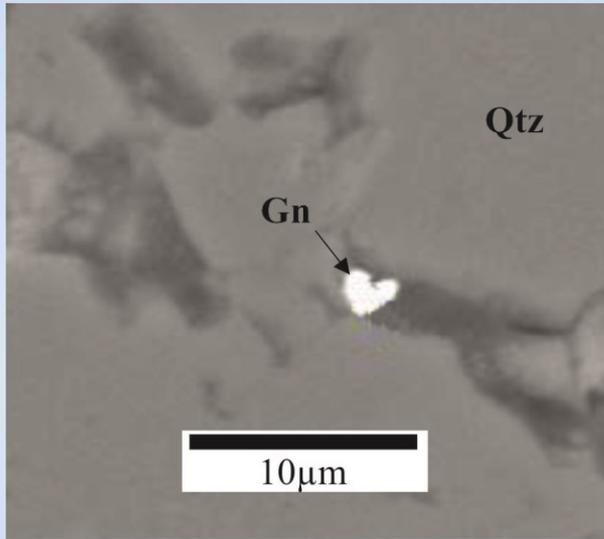


Мелкое золото (Au) в зоне срастания кварца (Qtz) и кальцита (Cal)

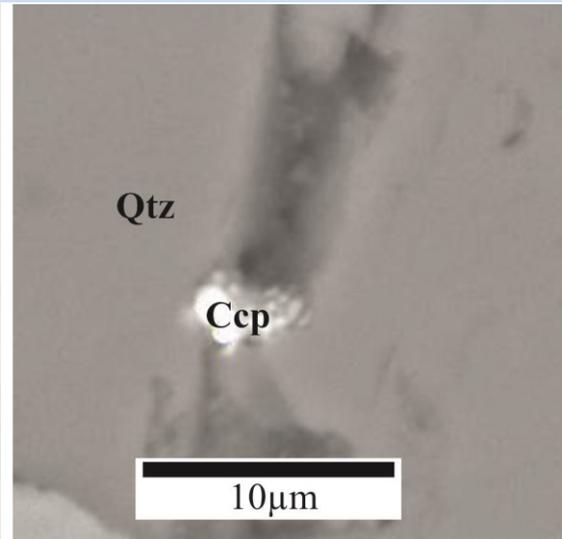


Самородное серебро (Ag) в кварцевой (Qtz) жиле

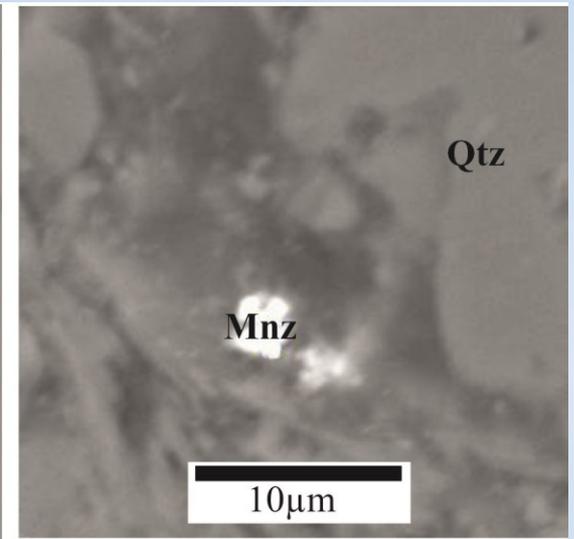
Золотосульфидная минерализация в кварцевых жилах, связанных с риолитами



включение галенита (Gn) в микротрещине кварца (Qtz)

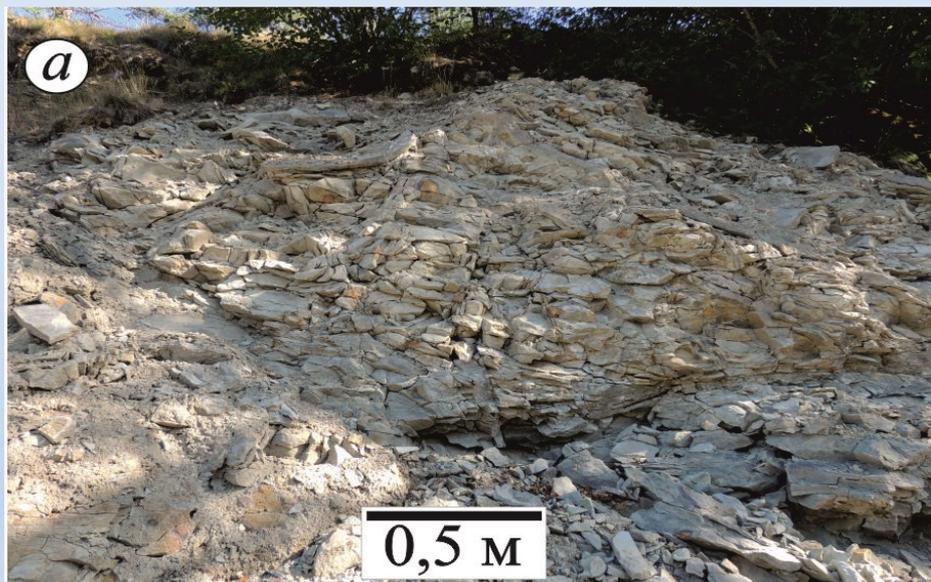


зерно халькопирита (Ccp) в кварцевой (Qtz) жиле



включение монацита (Mnz) в кварце (Qtz)

Золотосульфидное оруденение вкрапленного типа обнаружено по левому борту реч. Карат в зоне тектонической трещиноватости песчаников никабытской свиты поздней перми. Видимая мощность зоны 5-6 м, при видимой протяженности около 40 м. Песчаники, которые залегают на метасланцах эекитской серии протерозоя – это среднезернистые светло-серые породы, интенсивно проработанные вторичными процессами. Наблюдаются многочисленные трещины горизонтального и вертикального заложения. В нижней части разреза измененных песчаников наблюдаются секущие их кварц-кальцит-сидеритовые брекчии

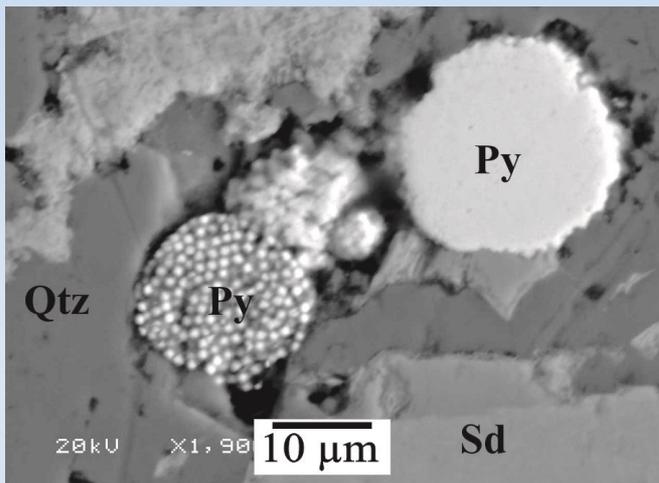


а – катаклазированные песчаники никабытской свиты поздней перми, левый борт реч. Карат;

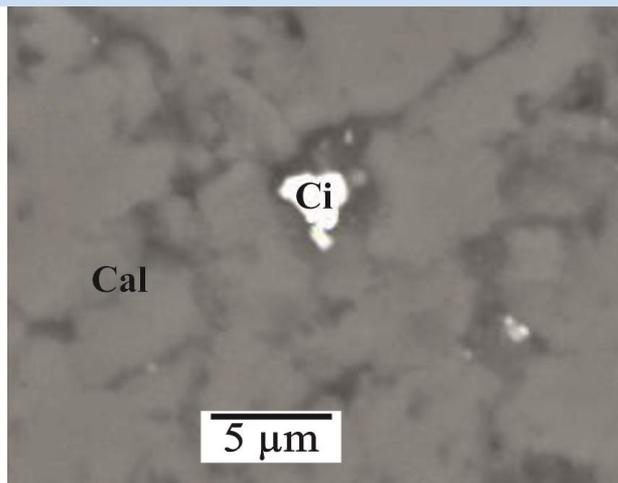


б – кварц-кальцит-сидеритовые брекчии, слагающие нижнюю часть разреза пермских обнажений

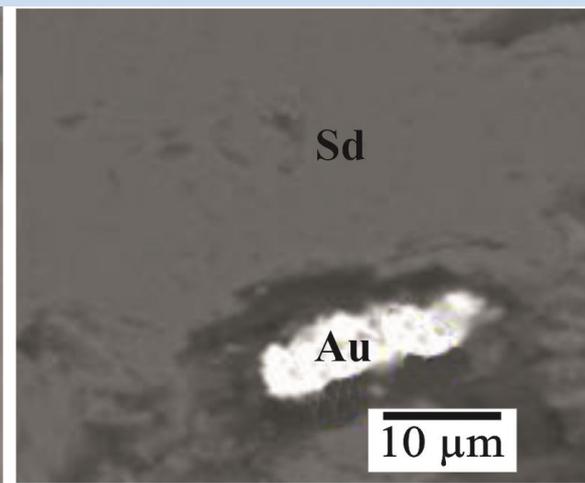
Золотосульфидное оруденение в пермских песчаниках



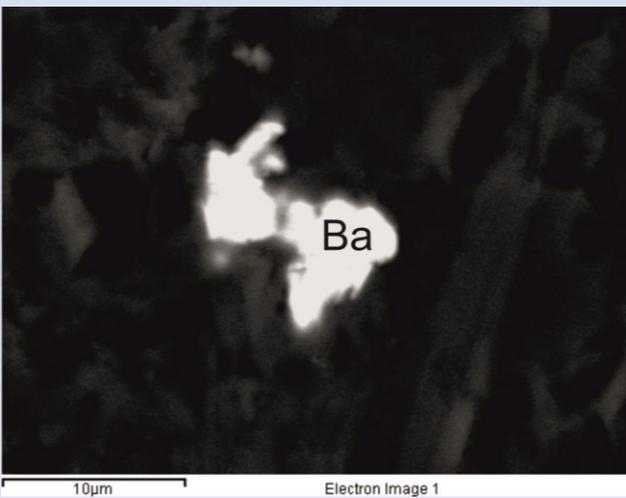
пирит (Py) в кварцевом (Qtz) прожилке



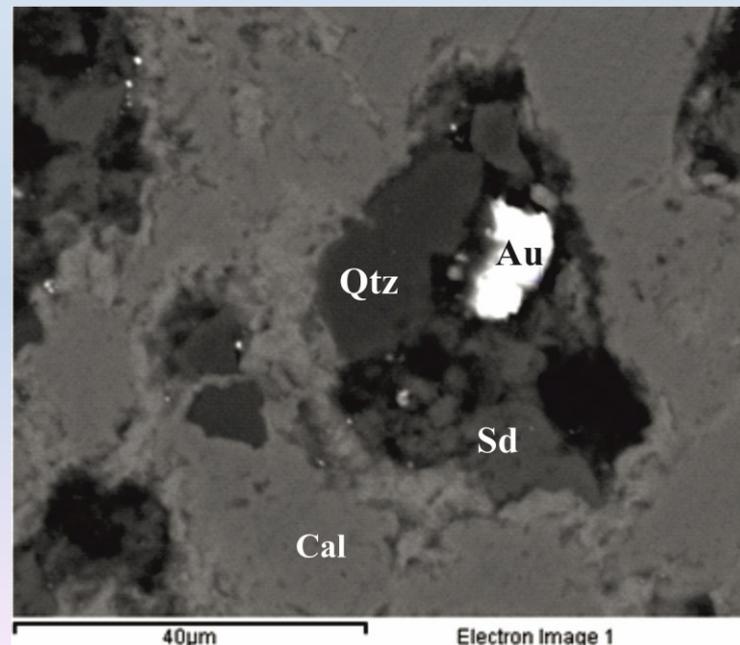
мелкое зерно киновари (Ci) в кальцитовом (Cal) прожилке



включение золота (Au) в сидерите (Sd)



мелкое зерно барита (Ba)



включение золота (Au) в кальцитовом (Cal) прожилке в ассоциации с кварцем (Qtz) и сидеритом (Sd)

Основные выводы

1. По типоморфным индикаторным признакам выделяется два типа золота.

Первый тип – средне- и высокопробное золото пластинчатой и комковидной формы, часто с отпечатками вдавливания минералов на поверхности. Внутреннее строение представлено структурами грануляции, перекристаллизации и весьма высокопробными оболочками. Источниками золота этого типа служили промежуточные коллектора пермского и рифейского возраста, широко развитые в изучаемом районе.

Ко второму типу относится полу-, слабоокатанное и рудное золото крючковатой, трещинной (пластинчатой), кристаллической и угловато-комковидной форм с ямчато-бугорчатой или гладкой поверхностью и крупные сростки золота с кварцем. Пробность данного золота варьирует от низкой до весьма высокой.

Коренными источниками его, предположительно, служили кварцевые жилы, связанные с метапородами экитской серии и риолитами докембрийского возраста.

2. Обнаружение золотосульфидного оруденения в зоне тектонической трещиноватости позднепермских песчаников позволяет предполагать в качестве дополнительных источников питания рудные проявления, сформированные при процессах тектономагматической активизации мезозойского возраста. Установление в качестве минеральных парагенезисов индикаторов низкотемпературных гидротермальных процессов – ртутистого золота, киновари и барита, свидетельствует о малоглубинных и низкотемпературных условиях образования данного рудопроявления. Возможно, слабо окатанное низкопробное золото с включением гессита связано с рудным проявлением этого типа.



Благодарю за внимание!