

*На правах рукописи*



**ВЛАДИМИРЦЕВА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА**

**ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОГЕННЫХ  
РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА И ГЕОЛОГО-  
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ДОЛИНЫ  
СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ АДЫЧА ПРИ ОЦЕНКЕ  
ПЕРСПЕКТИВ РОССЫПНОЙ И КОРЕННОЙ  
ЗОЛОТОНОСНОСТИ**

Специальность 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых  
полезных ископаемых, минерагения.

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Москва - 2020

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ).

**Научный Игнатов Петр Алексеевич**

**руководитель:** доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой ГМПИ ФГБОУ ВО «Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ)

**Официальные Лаломов Александр Валерианович**

**оппоненты:** доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник ИГЕМ РАН

**Быховский Лев Залманович**

доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник ФГБУ «ВИМС»

**Ведущая Федеральное государственное автономное  
организация: образовательное учреждение высшего  
образования «Сибирский федеральный  
университет»**

Защита диссертации состоится «16» февраля 2021 года в 15.00 часов на заседании диссертационного совета Д.212.121.04 при ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ) по адресу: 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23, зал диссертационных советов (каб. 4-73).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке и на сайте Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе (МГРИ) по адресу: 117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23, <http://mgri.ru/>

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д.212.121.04  С.Д. Ганова

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования:** в районе среднего течения реки Адыча (Верхоянский район, Республика Саха (Якутия)) государственным балансом на начало 2019 г. учитывается более 36 тонн россыпного золота. Основные запасы россыпного золота (90 %) приурочены к отложениям 75-метровой террасы р. Адыча; только 10 % запасов связано с современным аллювием. Исследуемый район является труднодоступным и малоизученным, при этом широко проявленная экзогенная золотоносность свидетельствует о высоких перспективах обнаружения здесь новых месторождений золота.

В последнее десятилетие недропользователи активно осваивают россыпные объекты среднего течения р. Адыча, большинство изученных россыпей уже залицензировано, в связи с чем остро стоит вопрос выявления новых перспективных участков. В данной работе показано, что на основе комплексного исследования россыпного золота можно получить новые данные об источнике питания россыпи, которые в свою очередь, определяют направление геологоразведочных работ для выявления россыпных и золоторудных объектов.

**Цель работы:** разработка системы оценки источников питания россыпей водотоков низких (I - II) порядков на основе анализа вещественных и геолого-геоморфологических характеристик водотоков низких порядков.

### **Основные задачи исследования:**

1. Анализ морфологии и гранулометрических характеристик золота россыпи руч. Куранах и техногенной россыпи руч. Снежный;
2. Установление химического состава остаточного гипогенного золота и гипергенных новообразований на нем техногенной россыпи руч. Снежный;
3. Разработка логико-информационного алгоритма для установления типа источников россыпей долины р. Адыча на основе вещественных и морфо-гранулометрических характеристик золота россыпей водотоков низких порядков;
4. Выделение перспективных площадей для поисков золоторудных и россыпных месторождений в пределах долины среднего течения р. Адыча.

**Объектом исследования** являются россыпные объекты золота водотоков низких порядков среднего течения р. Адыча.

**Фактический материал.** В ходе проведения шлихового опробования галеефельных отвалов руч. Куранах и руч. Снежный в рамках полевых работ 2018-2019 гг. автором отобрано 439 золотин, проведен их гранулометрический и морфологический анализы. Выполнена интерпретация данных, по результатам электронно-зондового микроанализа и многоступенчатого структурного травления 11 золотин из гале-эфельных отвалов руч. Снежный. На основе полученных данных и анализа фондовых материалов по разведке 56 россыпей района, проведенных предшественниками (с 1940 по 2010-ые годы) и материалов по геологическому строению района среднего течения р. Адыча, изложенных в производственных отчетах и научных публикациях, автором составлена карта экзогенной золотоносности исследуемого района и выделены площади, перспективные для обнаружения золоторудных и россыпных объектов.

**Методы исследования:** морфоструктурный анализ рельефа; сравнительный анализ данных о россыпных объектах района; историко-геологический анализ неоген-четвертичного этапа развития района; рудно-формационный анализ золотых рудопроявлений и месторождений района; гранулометрический и морфологический анализ золотин; исследование химического состава золота – проведение электронно-зондового микроанализа, выполненного на микроанализаторе JXA-8200 фирмы JEOL в ЦКП «ИГЕМ-аналитика» и на модернизированном микроанализаторе Camebax-microbeam с волновыми спектрометрами (ФГБУ ИМГРЭ); многоступенчатое структурное травление золотин раствором  $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$  (ФГБУ ЦНИГРИ); использование современных геоинформационных систем.

**Научная новизна:**

- на примере россыпей руч. Куранах и руч. Снежный обоснована возможность выделения типов источников россыпей на основании анализа золота из гале-эфельных отвалов;
- разработан логико-информационный алгоритм для россыпных объектов водотоков низких порядков района среднего течения реки Адыча, позволяющий определить тип источника

россыпи по группе вещественных характеристик золота и геоморфологических особенностей долин ручьев;

- на основе разработанного логико-информационного алгоритма выполнена типизация россыпей исследуемого района по их источникам формирования.

**Практическое значение:**

- доказана золотоносность террасы II эрозионного (260-метровая терраса р. Адыча) уровня р. Адыча;

- на основе комплексного анализа россыпей водотоков низких порядков выделены площади, перспективные для обнаружения коренных золоторудных объектов;

- выявлены потенциально золотоносные водотоки низких порядков.

**Основная идея работы** заключается в обосновании эффективности изучения вещественных и геолого-геоморфологических характеристик россыпей водотоков низких порядков для прогнозирования золоторудных и россыпных объектов долины среднего течения р. Адыча.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований были представлены в виде докладов на Международной научно-практической конференции «Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее (к 100-летию МГРИ–РГГРУ)» — 2019 год, Москва, XIV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле» (2019 год, Москва), IX Российской молодёжной научно-практической школы «Новое в познании процессов рудообразования» (2019 год, Москва), VIII Восьмой научно-практической школы-конференции молодых ученых и специалистов (2019 год, Москва).

Основные положения диссертационной работы изложены в 6 печатных работах, включая 4 статьи, три из которых опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

**Структура и объем работы.** Работа включает введение, 6 смысловых глав и заключение. Общий объем диссертации составляет 129 страниц, включая 53 рисунка и 5 таблиц.

**Благодарности.** С самого начала учебы в аспирантуре и на всем протяжении исследований автор ощущал всестороннюю поддержку научного руководителя д.г.-м.н. П.А. Игнатова. Выражаю

особую благодарность сотрудникам кафедры месторождений полезных ископаемых МГРИ д.г.-м.н. А.А. Верчебе, к.г.-м.н. С.А. Малютину, к.г.-м.н. Н.Ю. Васильеву, к.г.-м.н. И.Ф. Градовскому, доценту кафедры общей геологии и геологического картирования к.г.-м.н. А.М. Лаптевой.

Выражаю благодарность за обсуждение и полезные замечания по теме работы сотрудникам ФГБУ «ЦНИГРИ» к.г.-м.н. Н.В. Бондаренко, старшему научному сотруднику Л.В. Шатиловой, научному сотруднику И. А. Гвоздевой.

Отдельно хотелось бы поблагодарить коллег, которые внесли существенный вклад при подготовке работы: заведующего Лабораторией рентгенофлуоресцентного анализа ФГБУ «ИМГРЭ» О.А. Набелкина, м.н.с. ИГЕМ РАН Е.В. Ковальчук, заведующего сектором методики поисков месторождений ФГБУ «ВИМС» М.В. Березнева, к.г.-м.н. геолога отдела «Дальний Восток и Арктика» АО Росгеология М.С. Ходню, младшего геолога ООО «Каз Минералз» Н.А. Субботина, аспиранта кафедры минералогии и геммологии МГРИ Ш.А. Одинаева, а также всех родных и близких, способствовавших созданию этой работы.

### **Защищаемые положения:**

**I.** Разработанный логико-информационный алгоритм, основанный на качественных и количественных вещественных и геолого-геоморфологических характеристиках россыпей водотоков низких порядков, позволяет определить тип источника россыпи и оценить возможность его локализации.

**II.** На основе гранулометрического и морфологического анализа техногенного золота установлено, что источником исходных россыпей водотоков низких порядков руч. Снежный и нижнего течения руч. Куранах являлся промежуточный коллектор – отложения террасы II эрозионного уровня р. Адыча.

**III.** На основе изучения вещественного состава золота из техногенных отложений руч. Снежный установлено, что источниками его поступления в промежуточный коллектор, служили объекты двух рудных формаций: золото-антимониткварцевой и малосульфидной золото-кварцевой. Что подтверждается наличием золотин с существенно разной пробностью и микровключений галенита и примесей рутила.

## **КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ РАЙОНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ АДЫЧА**

Район среднего течения р. Адыча (Верхоянский район, Республика Саха (Якутия)) относится к Адычанской золотоносной зоне, структурная позиция которой определяется субширотным Чаркы-Индигирским надвигом и серией глубинных разломов северо-западного простирания. Район исследований захватывает среднее течение реки Адыча и включает в себя пять золоторудно-россыпных узлов, золото-сурьмянорудный, вольфрамо-золоторудно-россыпной и сурьмянорудный узлы.

Главным полезным ископаемым в пределах территории является золото. Золоторудные проявления и месторождения относятся к двум рудным формациям: малосульфидной золото-кварцевой (позднеюрский-раннемеловой возраст) и золото-антимонит-кварцевой (позднемеловой возраст).

Рудные образования малосульфидной золото-кварцевой формации представлены кварцевыми жилами, прожилками и минерализованными зонами дробления, жильно-прожилковыми зонами. Жильные минералы, помимо кварца, представлены хлоритом, кальцитом и турмалином. Среди рудных минералов отмечаются арсенопирит, халькопирит, галенит, шеелит, касситерит, минералы висмута, рутил. Пробность золота невысокая и колеблется в пределах от 550‰ до 700‰. Типичный представитель данного типа – рудопроявление Делювиальное.

Рудные тела золото-антимонит-кварцевой формации представлены жилами сложной морфологии. Золото-сурьмяные руды в основном сложены кварцем и антимонитом, присутствующими в различных соотношениях. В подчиненном количестве встречаются бертьерит и анкерит. Широким распространением пользуется пирит и арсенопирит, но они, как правило, значительных скоплений не образуют и относятся к второстепенным. В резко подчиненном количестве (1-2% и менее) присутствуют (в порядке уменьшения частоты встречаемости) сфалерит, халькопирит, галенит, блеклая руда, бурнонит, джемсонит, мусковит, хлорит, альбит. Еще реже встречаются золото самородное, сурьма самородная, стибиопирит, марказит, пирротин, ульманнит и халькостибит. Золото характеризуется средней (800‰-

900‰) и высокой (более 940‰) пробностью. К данному типу относится месторождение Сентачан, содержащее более 40% запасов сурьмы Республики Саха (Якутии).

Россыпные объекты района работ делятся на две группы: россыпи древней террасы III эрозионного уровня и россыпи водотоков 1-5 порядков. Наиболее важным промышленным объектом в районе являются россыпи террасы III эрозионного уровня. К ней приурочено несколько россыпей с суммарными балансовыми запасами золота категорий  $C_1+C_2$  более 30 тонн при средних содержаниях металла от 0,5 до 2,5 г/м<sup>3</sup>. Терраса прослеживается вдоль всей р. Адыча в ее среднем течении. Средняя ширина террасы составляет 1000 м, достигая 5000 м (у слияния р. Адыча и р. Няньдельга). Суммарные балансовые запасы россыпей водотоков 1-5 порядков района среднего течения реки Адыча составляют более 4 тонн золота категорий  $C_1+C_2$ .

Большая часть района представляет собой среднегорье с альпийскими формами рельефа. Рельеф сильно расчленен, абсолютные отметки не превышают 1400 м, но относительные превышения весьма значительны и достигают 700 м

Широким развитием в районе работ пользуются речные террасы нескольких эрозионных уровней (рис.1). Так, в долине р. Адыча зафиксированы:

- наиболее древняя терраса с высотой над поверхностью воды в р. Адыча 360-370 м;
- терраса II эрозионного уровня с высотой над урезом воды в р. Адыча 200-240 м;
- терраса III уровня с превышением поверхности над урезом воды в р. Адыча 75-100 м;
- смешанная терраса IV эрозионного уровня с высотой над урезом воды от 10 до 40 м;
- первая надпойменная терраса с высотой поверхности над урезом воды от 2 до 7 м;
- пойменная терраса.



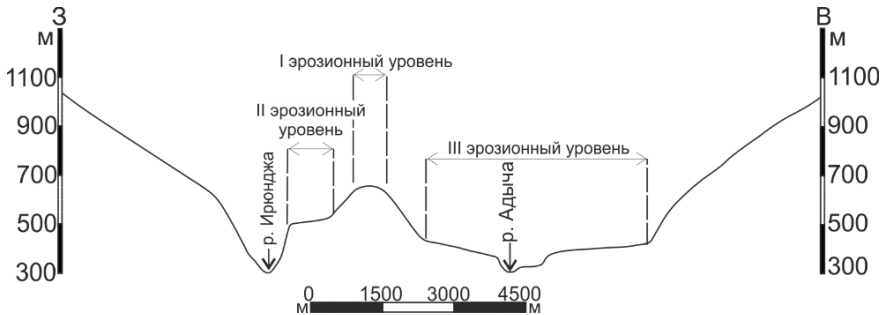


Рис. 1. Гипсометрический профиль через долину р. Адыча

## ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ

**I. Разработанный логико-информационный алгоритм, основанный на качественных и количественных вещественных и геолого-геоморфологических характеристиках россыпей водотоков низких порядков, позволяет определить тип источника россыпи и оценить возможность его локализации.**

В районе среднего течения р. Адыча известно 56 аллювиальных россыпей. При этом выявлено только одно крупное золото-сурьмяное месторождение Сентачан и несколько значительных по ресурсам рудопроявлений – Делювиальное, Полярник, Соревнование и др. Новые данные для прогнозирования рудных и россыпных объектов района открываются в том числе при исследовании россыпного золота.

В рассматриваемом районе из 56 аллювиальных россыпей золота 32 относятся к водотокам I и II порядка, и их запасы в сумме составляют порядка 40% от общих запасов аллювиальных россыпей района. Пять из этих россыпей дренируют останцы террас древних эрозионных уровней (суммарные запасы – 430 кг). Водотоки низких порядков могут иметь значительный потенциал для выявления россыпей золота. Одним из наиболее актуальных для исследуемого района является вопрос определения типа источника россыпи. Полученный автором материал указывает на наличие значительного числа промежуточных коллекторов, с которыми могут быть связаны еще не выявленные россыпи.

Для определения типа источника россыпей разработан логико-информационный алгоритм, суть которого заключается в выявлении перспективных на обнаружение россыпной

золотоносности водотоков и площадей перспективных для выявления рудных объектов. Алгоритм основан на анализе совокупности признаков, включающих вещественные особенности россыпного золота и геолого-геоморфологическую позицию водотока. Полуколичественный анализ характеристик позволяет сделать вывод о типе источника россыпи и возможности его локализации.

*Вещественные особенности россыпного золота.* Для установления вероятного типа источника россыпи предлагается последовательный анализ каждого признака: окатанность золота, наличие сростков золота с другими минералами, наличие или отсутствие тяжелой фракции.

Окатанность золота. Степень окатанности золотинок является наиболее значимым вещественным фактом для различных по типам источника россыпей водотоков низких порядков среднего течения р. Адыча. Для определения степени окатанности золота россыпи необходимо определить по полуколичественной пятибалльной шкале (методика ЦНИГРИ) окатанность каждой золотины.

Наличие сростков золота с другими минералами. В зависимости от ожидаемой рудной формаций предполагаемого коренного источника определяется вероятный набор минералов, которые могут находиться в сростании с золотом. Для района среднего течения р. Адыча это пирит, галенит, и пр. сульфиды, кварц. Отсутствие сростков золота с минералами будет с высокой степенью достоверности указывать на источник россыпи в виде промежуточного коллектора. Наличие сростков минералов с золотом отмечается отдельно для каждой золотины.

Наличие тяжелой фракции. Наличие или отсутствие тяжелой фракции в россыпи главным образом зависит от распространенности минералов тяжелой фракции в рудах и породах коренного источника. Однако для россыпей с источником в виде промежуточного коллектора зачастую характерна незначительное количество тяжелой фракции. Данный критерий представлен выбором: «тяжелая фракция представлена» и «тяжелая фракция отсутствует».

*Геолого-геоморфологические признаки россыпных объектов.*

Порядок водотока. Чем ниже порядок водотока, включающего в себя россыпь, тем выше достоверность суждений о природе его источника. Так, материал россыпей водотоков первого

порядка проделал наименьший путь от источника до своего нынешнего положения. С повышением порядка водотока, возрастает количество путей вероятного перемещения материала и увеличивается площадь локализации возможного источника.

Тип россыпи. Россыпи водотоков 1-2 порядков среднего течения р. Адыча разделяются по генетическому типу на ложковые, русловые, террасовые, долинные. Террасовые и долинные россыпи связаны с ранними этапами развития долины водотока, русловые россыпи – с более поздними, ложковые – с современными процессами.

Таким образом, заключение о типе источника россыпи строится на основании результатов анализа группы вещественных факторов. Вероятность локализации источника россыпи открывается при анализе группы геолого-геоморфологических факторов.

Разработана интерактивная программа (язык программирования – C#, рис.2), позволяющая оперативно проанализировать отдельно взятый водоток. Принципы определения типа источника россыпи и возможности его локализации приведены на рисунке 3. В настоящее время данная программа апробирована автором на 23 ручьях в районе среднего течения р. Адыча. Построена схема распределения россыпей водотоков малых порядков с выделенными перспективными на обнаружение коренных проявлений золота площадями, а также водотоками, промышленная значимость которых не установлена, однако и не исключается в силу геолого-геоморфологических предпосылок образования россыпей.

Определение типа источника

Группа вещественных факторов

| № Золотины | Пятибальная шкала окатанности | Наличие сростков с минералами |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1          | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 2          | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 3          | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 4          | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 5          | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 6          | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 7          | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 8          | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 9          | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 10         | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 11         | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 12         | 0                             | <input type="checkbox"/>      |
| 13         | 0                             | <input type="checkbox"/>      |

Представленность тяжелой фракции:

Группа геолого-геоморфологических факторов

Порядок водотока:

Тип россыпи:

Пространственная связь с террасами древних эрозионных уровней:

Группа вещественных. Позволяет определить вероятный тип источника и достоверность полученного результата.

Группа геолого-геоморфологических признаков. Позволяет определить возможность локализации источника, а также оценить вероятность продолжающегося сноса.

В случае установления наличия нескольких источников различного типа, оценивается возможность

Рис. 2. Рабочее окно программы

| Вывод о типе источника по окатанности | Порядок водотока | Геолого-геоморфологические факторы |                                 | Вещественные факторы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                  |        | Закключение                       |                                              |
|---------------------------------------|------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|--------|-----------------------------------|----------------------------------------------|
|                                       |                  | Тип россыпи                        | Наличие останков древних террас | Наличие сростков с минералами                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Представленность тяжелой фракции |                  |        | Вероятность продолжающегося сноса | Вероятность обнаружения источника            |
|                                       |                  |                                    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Вывод                            | Вывод            |        |                                   |                                              |
| Промежуточный коллектор               | 1                | ложковая                           | I/II                            | В случае наличия менее 5% золотин со сростками минералов, можно говорить о том, что предполагаемый тип источника (промежуточный коллектор) - подтверждается, в противном случае этот факт свидетельствует о вероятном наличии дополнительного источника иного типа (рудного)                                                                                                                                                                                 | отсутствует                      | подтверждается   | широко | не опровергается                  | высокая                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  | русовая                            | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | высокая                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       | 2                | русовая                            | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | высокая                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  | террасовая                         | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | средняя                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  | долинная                           | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | для оценки следует изучить водоток I порядка |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | средняя                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
| Рудный                                | 1                | ложковая                           | I/II                            | Наличие сростков с минералами обусловлено удаленностью от коренного источника россыпи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | отсутствует                      | не опровергается | широко | подтверждается                    | высокая                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  | русовая                            | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | высокая                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       | 2                | русовая                            | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | высокая                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | средняя                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  | террасовая                         | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | для оценки следует изучить водоток I порядка |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  | долинная                           | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | средняя                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
| Несколько источников различных типов  | 1                | ложковая                           | I/II                            | В случае наличия нескольких источников различного типа, вещественные характеристики золота следует рассматривать отдельно для источника золота в виде промежуточного коллектора (для золотин с высокой степенью окатанности) и отдельно для источника рудного типа (золотины низкой степени окатанности).<br>Вероятность обнаружения источника обосновывается исключительно на основе геолого-геоморфологических критериев (тип россыпи и порядок водотока). |                                  |                  |        |                                   | высокая                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  | русовая                            | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | высокая                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       | 2                | русовая                            | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | высокая                                      |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  | террасовая                         | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | для оценки следует изучить водоток I порядка |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  | долинная                           | I/II                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   | низкая                                       |
|                                       |                  |                                    | III                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |
|                                       |                  |                                    | нет                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  |                  |        |                                   |                                              |

Рис. 3. Принцип работы интерактивной программы

Данные, позволяющие детально характеризовать источник россыпи, открываются в том числе и при исследовании гранулометрического и вещественного состава золотин. При учете весьма отрывочных данных об отработке россыпей в исследуемом районе, становится целесообразным исследование техногенных отложений.

**II. На основе гранулометрического и морфологического анализа техногенного золота установлено, что источником исходных россыпей водотоков низких порядков руч. Снежный и нижнего течения руч. Куранах являлся промежуточный коллектор – отложения террасы II эрозионного уровня реки Адыча.**

Ручей Снежный является правым притоком руч. Куранах бассейна р. Адыча. Долины ручьев Куранах и Снежный дренируют останцы террас I и II эрозионных уровней.

**Россыпи ручья Куранах.** Долина ручья имеет U-образную форму, ширина долины от 20 до 140 метров. Ручей Куранах берет свое начало с водораздела уровня 900 м. Длина ручья 6 км, уклон ручья составляет 100 м/км.

В строении долины можно выделить две части. Первая часть – подвергшаяся отработке, охватывает нижнее течение руч. Куранах от устья до слияния с руч. Снежным. Всего из этой россыпи добыто 140 кг золота. Вторая неосвоенная часть россыпи охватывает верхнее течение руч. Куранах – от слияния с руч. Снежный до истока. Аллювий долины руч. Куранах представлен русловыми отложениями, отложениями низкой и высокой пойм, а также первой надпойменной террасы. Золотоносные отложения приурочены к нижней части аллювия и верхней части коренных пород плотика, с просадкой золота до 1,2 м.

При сравнении гранулометрических характеристик золота россыпей верхнего и нижнего течения руч. Куранах по данным разведочных работ, проводимых в 2005-2007 году, выявлено, что доминирующими для нижнего течения руч. Куранах являются крупное и среднее золото (классы крупности +5мм, -5+2мм, -2+1мм), которые суммарно составляют 58%. В отложениях же верхнего течения руч. Куранах наиболее распространено золото средних классов (-1+0,5мм, -0,5+0,25мм) крупности, которое составляет 63% (рис.4). Это позволяет предположить, что источники россыпи у нижнего и верхнего течения руч. Куранах были различные.

При условии отсутствия данных о вещественных характеристиках золота исходной россыпи руч. Снежный целесообразно проведение исследования техногенных отложений руч. Снежный и руч. Куранах с целью дальнейшего сравнения их между собой.

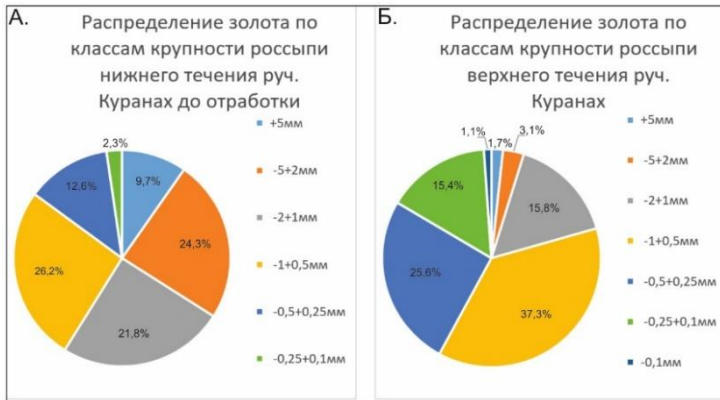


Рис. 4. Распределение золота россыпей руч. Куранах по классам крупности

**Техногенные образования нижнего течения ручья Куранах.** Русловая россыпь нижнего течения руч. Куранах отрабатывалась с 1985 по 1994 гг., добыча золота из террасовых отложений проходила с 1999 по 2009 гг. На данный момент русло идет по техногенным отложениям, сформировавшимся в период отработки россыпи. Они представлены плохо сортированными гравийно-галечными отложениями с включениями валунов.

По форме золотины из техногенных отложений руч. Куранах (рис. 5) разделяются на две группы: золото хорошо окатанное, имеет форму от круглой до овальной (рис. 5.А) и золото комковидное, относительно простой формы с округлыми краями (рис. 5 Б.1, Б.2).

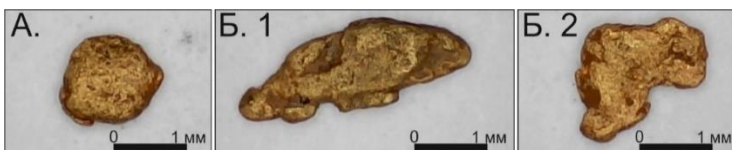


Рис. 5. Формы золотин из техногенных отложений руч. Куранах

Особенностью золота из техногенных отложений руч. Куранах является отсутствие сростков золота с кварцем и сульфидами, которые характерны для россыпных объектов Адычанского золотоносного района. Тяжелая фракция представлена исключительно золотом.

Распределение золота по классам крупности руч. Кураных следующее:  $-5+2,5$  – 7%;  $-2,5+1,25$  – 71,6%;  $-1,25+0,75$  – 16,9%;  $<0,75\text{мм}$  – 4,5%.

**Техногенные образования ручья Снежный.** Долина ручья имеет V-образную форму. Уклон руч. Снежный достигает 100 м/км. Исток руч. Снежный располагается на поверхности террасы II эрозионного уровня р. Адыча. Данные по разведке и отработке руч. Снежный, а также о морфологии и гранулометрии золота весьма отрывочны: среднее содержание золота составляло  $15 \text{ г/м}^3$ , на фракцию  $>2\text{мм}$  приходилось порядка 90% металла. Мощность аллювиальных отложений не превышала 3 м. Торфа практически отсутствовали — пески начинались на глубине 0,2 м от поверхности. В настоящее время русло ручья Снежный заполнено гале-эфельными отвалами, сложенными несортированным песчаным материалом с валунами и глыбами. В связи с отсутствием систематических данных по морфологии и гранулометрическому составу золота россыпи руч. Снежный для установления типа источника питания россыпи целесообразно исследовать морфологические характеристики золота из гале-эфельных отвалов руч. Снежный.

Золото из техногенных отложений руч. Снежный можно разделить на три типа по форме и степени окатанности (рис. 6): золото хорошо окатанное, имеет форму от округлой до овальной (рис. 6. А.1, А.2); золото комковидное, относительно простой формы с округлыми краями (рис. 6. Б.1, Б.2); золото комковидное со сложными краями (рис 6. В.1, В.2).

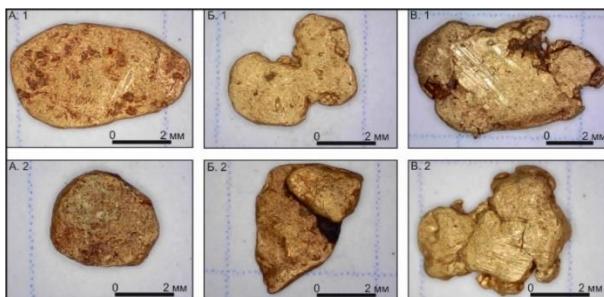


Рис. 6.  
Формы  
золотин из  
техногенных  
отложений  
руч. Снежный

Характерной особенностью золота техногенных отложений ручья Снежный является уплощенность золотин. Цвет золотин преимущественно желтый. Степень окатанности золотин – высокая

и средняя, отсутствуют зерна рудного облика. На 30% золоти́н отмечаются полости от растворенных сульфидов. Тяжелая шлиховая фракция представлена исключительно золотом, отсутствуют сростки золота с другими минералами. Золото распределяется по классам пробности следующим образом:  $-5+2,5\text{мм}$  – 51,7%;  $-2,5+1,25\text{мм}$  – 46,4%;  $-1,25+0,75\text{мм}$  – 1,89%.

### **Морфологические особенности золота техногенных отложений руч. Снежный и руч. Куранах**

Хорошая и средняя окатанность техногенного золота, отсутствие сростков золота с кварцем и сульфидами, отсутствие других минералов тяжелой фракции указывают на промежуточный коллектор как источник россыпей руч. Снежный и нижней части долины руч. Куранах. Исследование морфологических особенностей золоти́н позволит выявить, один источник питал россыпи или же следует ожидать несколько промежуточных коллекторов в районе долин ручьев. По степени окатанности и изометричности золоти́ны из гале-эфельных отвалов руч. Снежный (рис. 7) имеют более сложную форму - преобладают комковидные золоти́ны, в то время как для отложений руч. Куранах характерны хорошо окатанные золоти́ны изометричной и овальной формы.

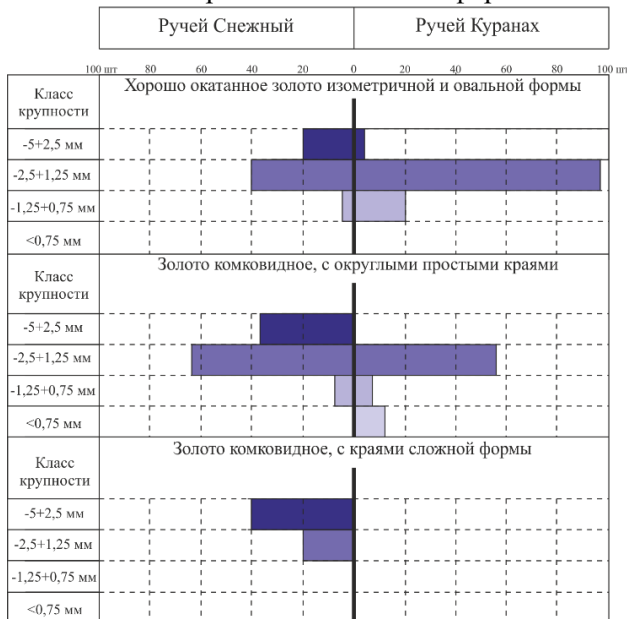


Рис. 7.  
Распределение золоти́н техногенных отложений по степени окатанности и изометричности



Для сопоставления геометрических характеристик золота выбран наиболее представительный класс крупности  $-2,5+1,25$  мм: 127 золотин из отложений руч. Снежный и 148 - из руч. Куранах. Золотины техногенных образований руч. Куранах и руч. Снежный имеют весьма схожие геометрические параметры, что указывает на единый источник золота (таб.1).

Таблица 1. Геометрические параметры золота техногенных отложений руч. Снежный и руч. Куранах

| Соотношение параметров | Ручей Снежный          | Ручей Куранах |
|------------------------|------------------------|---------------|
|                        | Количество золотин, шт |               |
|                        | 127                    | 148           |
| Длина/Ширина           | 1,62                   | 1,65          |
| Длина/Толщина          | 5                      | 5,32          |

Учитывая геолого-геоморфологические характеристики долин ручьев, в качестве промежуточного коллектора могли выступать отложения террасы II эрозионного уровня р. Адыча, с поверхности которой руч. Снежный берет свое начало.

Таким образом, вышеизложенный материал является обоснованием второго защищаемого положения и позволяет перейти к решению вопроса об источниках золота отложений террасы II эрозионного уровня.

**III. На основе изучения вещественного состава золота из техногенных отложений руч. Снежный установлено, что источниками его поступления в промежуточный коллектор, служили объекты двух рудных формаций: золото-антимонит-кварцевой и малосульфидной золото-кварцевой. Что подтверждается наличием золотин с существенно разной пробностью и микровключений галенита и примесей рутила.**

Для исследования из техногенных отложений руч. Снежный было выбрано 11 золотин класса крупности  $-5+2,5$  мм различной формы и степени окатанности.

Химический состав золота установлен путем проведения электронно-зондового микроанализа, выполненного на микроанализаторе JXA-8200 фирмы JEOL в ЦКП «ИГЕМ-

аналитика» и на модернизированном микроанализаторе Camebax-microbeam с волновыми спектрометрами (ФГБУ ИМГРЭ). Анализировалось распределение Au, Ag, Cu, Pb, Sb, Hg, Bi, Fe, S, As. Химический состав каждой золотины изменялся в трех точках. При наличии включений минералов, высокопробных каемок и прочих образований проводились дополнительные измерения в них. Всего было проведено 75 измерений. В составе золотин, кроме Au установлены лишь Ag и Hg. В зернах минералов-включений выявлены Fe, Ti, S, Pb и Bi. Все золотины содержат включения зерен кварца.

По результатам электронно-зондового микроанализа выделены две разновидности золотин (рис. 8) по пробности:

-группа относительно высокопробных золотин (от 879‰ до 949‰) в количестве 6 зерен;

-группа относительно низкопробных золотин (от 570,5‰ до 723‰) в количестве 5 зерен.

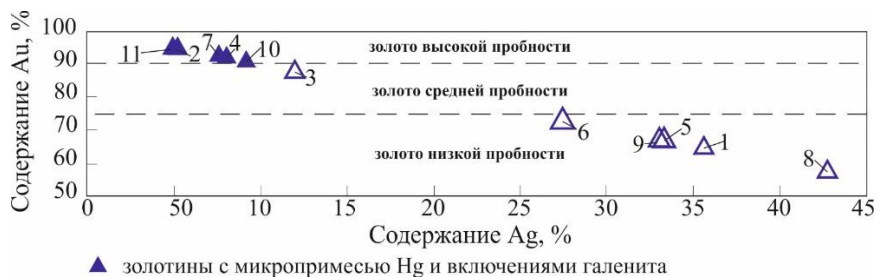


Рис.8. Распределение золотин по пробности

Для выявления деталей внутреннего строения золота, проведено его многоступенчатое структурное травление раствором  $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$  в лаборатории ФГБУ ЦНИГРИ (отдел экзогенных месторождений благородных металлов).

**Группа относительно высокопробных золотин.** Во всех высокопробных золотинах присутствуют включения галенита. В его составе по пяти промеренным зернам установлена примесь Bi до 0,5%. В золотине № 4 встречено зерно пирита (рис.9).

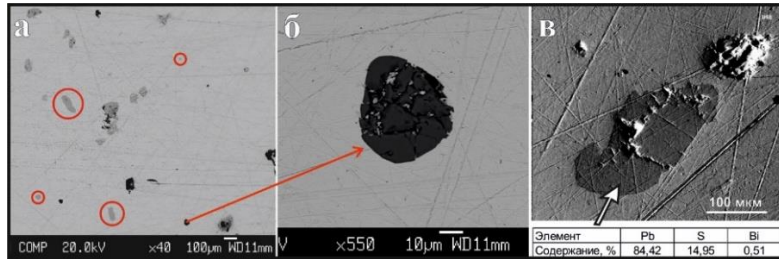


Рис. 9. Зерна минералов в золотине №4.

а – зерна минералов в золотине (красным обведены зерна галенита, б – зерно пирита, приближение  $\times 550$ , в – зерно галенита. Режим BSE

В золотинах установлены участки с повышенным содержанием серебра (зерна 2, 4, 7, 10, 11) с микропримесями ртути (от 0,11% до 0,29%). Эти участки характеризуются положительным рельефом (рис. 10) и отчетливо видны в режиме BSE.

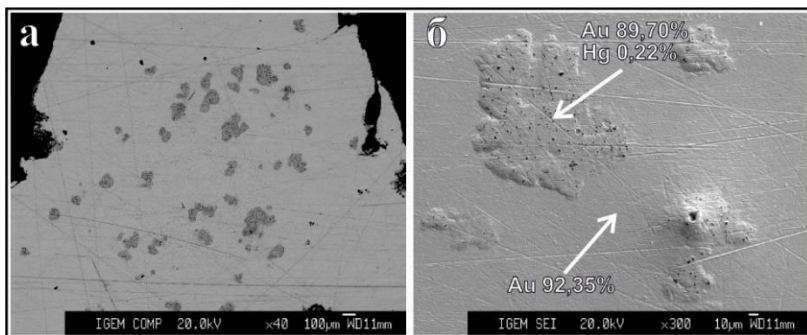


Рис. 10. Зерно 7. Участки с повышенным содержанием серебра и микропримесями ртути.

а - приближение  $\times 40$ , б- приближение  $\times 300$

Многоступенчатое структурное травление показало, что для высокопробного золота характерно деформированное строение с элементами двойникования (зерна 2, 11) с проявленной пятнистой неоднородностью (зерна 7, 10). Отмечено также обрастание раннего высокопробного (918‰) золота относительно низкопробным (812‰). Коричневые окраски, полученные при травлении, вероятно, связаны с наличием в золоте тончайших (1-2 мкм) микровключений аурустибита  $\text{AuSb}_2$ , который при реакции с  $\text{HCl}$  образует темный налет (рис. 11).

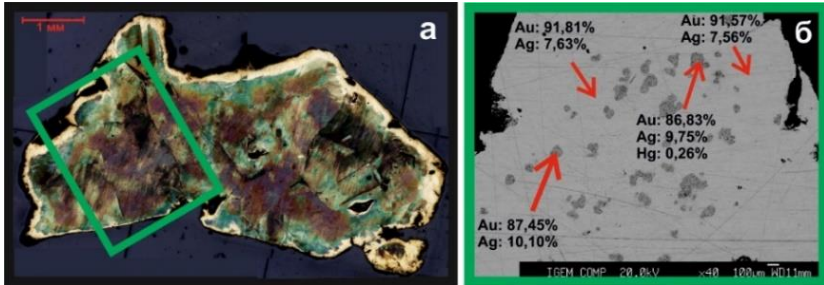


Рис. 11. Зерно 7. Золото неоднородного состава крупнозернистого деформированного строения, с проявлениями в строении пятнистой неоднородности и коррозионным преобразованием неравномерной мощности по периферии (а), многочисленные обособления средней пробыности 868-874‰ в высокопробной 915-918‰ матрице (б). Монтированный полированный шлиф (а – травление  $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$ , б – в отраженных электронах)

Вещественный состав золота рассмотренной группы охарактеризуется следующими особенностями: высокой (900‰ - 949‰) и средней (879‰) пробностью золотин, наличием во всех золотилах включений зерен галенита и зерна пирита в золотине №4, во всех золотилах установлены микропримеси Hg, выявлены микровключения ауристита.

**Группа относительно низкопробного золота** включает 5 золотин. В зерне №8 (рис. 12) обнаружено зерно рутила. Низкопробное золото характеризуется однородной матрицей. Для золота пробности 547‰-648‰ типично слабозональное ненарушенное строение (рис.13). Для золота пробности 697‰ - 703‰ – крупнозернистое пятнисто-неоднородное с элементами зональности, деформированное строение.

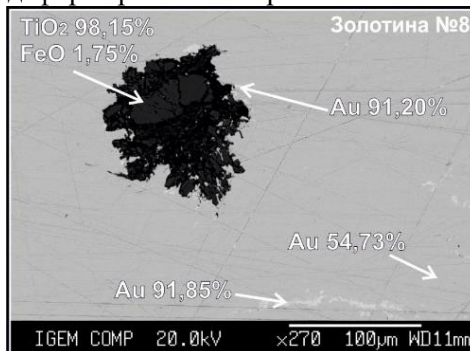


Рис. 12. Рутил в золотине №8

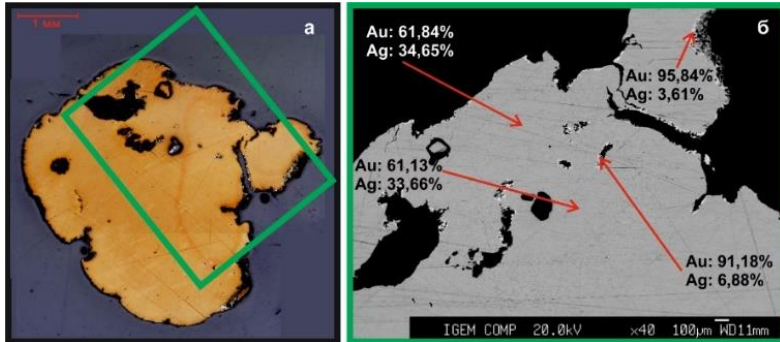


Рис. 13. Зерно 1. Монозернистое строение низкопробного золота. Монтированный полированный шлиф (а – травление  $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$ , б – в отраженных электронах)

Низкопробные золотины характеризуются равномерным внутренним строением золота, наличием рутила в золоте, отсутствием микропримесей в матрице золотины.

**Гипергенные образования на золоте** представлены на всех золотилах в виде высокопробных кайм Au-Ag состава. На золотилах с пробностью от 570,5‰ до 913,2‰ они отчетливо видны на фотографиях, полученных при проведении микросондового анализа. Каймы располагаются фрагментарно по краям золотины и по границам включений зерен минералов (рис. 14). На золотилах с пробностью выше 920‰ каймы выявлены при проведении многоступенчатого структурного травления.

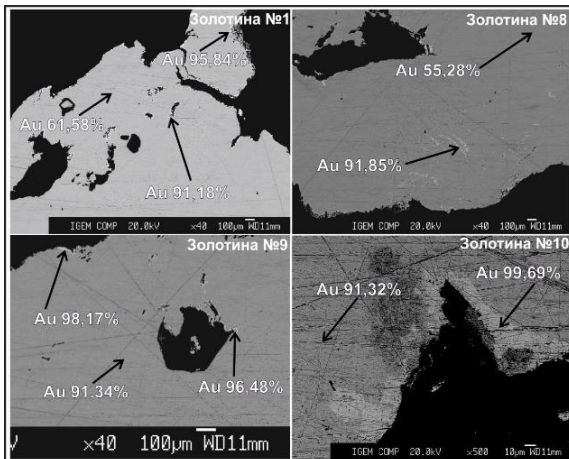


Рис.14.  
Высокопробные  
каймы на золотилах  
из техногенных  
отложений руч.  
Снежный

Гипергенные новообразования на золотилах можно охарактеризовать как зародышевые. Наличие таких кайм обуславливается холодным климатом исследуемого района. Однако, наличие кайм на золоте современных отложений ручья ложкового типа, свидетельствует о переотложении этих зерен из более древних отложений. Вышесказанное подтверждает второе защищаемое положение.

Таким образом, данные изучения состава золота из техногенных отложений позволяют судить о поступлении его в промежуточный коллектор из источника золото-антимонит кварцевой формации. Характер гипергенных образований на золотилах подтверждает выводы второго защищаемого положения – поступления золота в руч. Снежный из отложений террасы II эрозионного уровня.

Обнаружение 5 зерен пробности 570,5‰ до 723‰ может свидетельствовать о наличии дополнительного источника малосульфидной золото-кварцевой формации.

### **Выделение перспективных площадей для поисков золоторудных и россыпных месторождений в пределах долины среднего течения р. Адыча.**

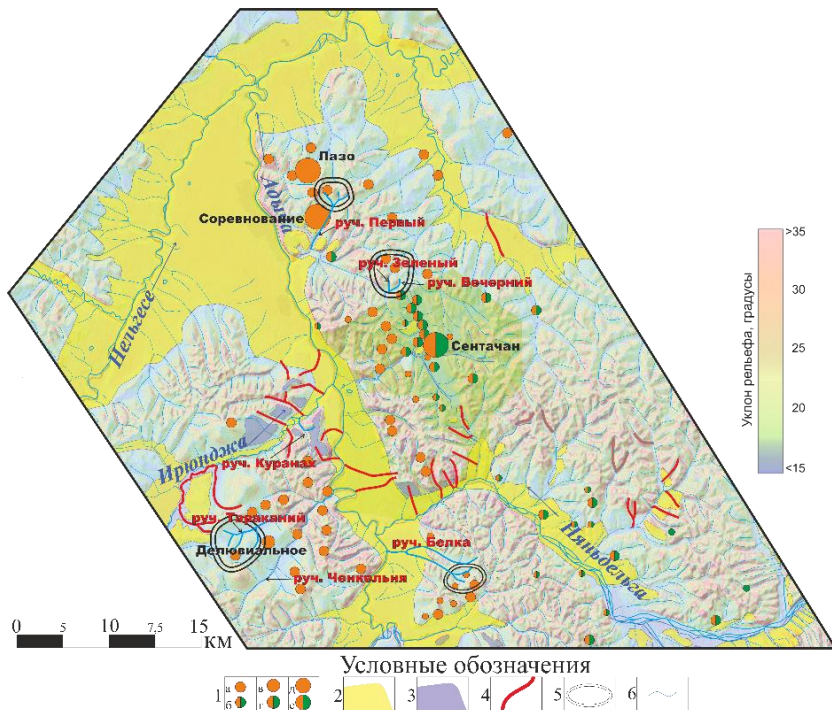
Прогнозные построения представлены двумя составляющими: площади, перспективные на выявление золоторудных месторождений, и водотоки низких порядков, перспективные на россыпную золотоносность по геолого-геоморфологическим критериям (рис.15).

С использованием разработанной программы выполнена типизация россыпей водотоков низких порядков среднего течения р. Адыча по типу источников их питания. В результате исследования были выделены 4 площади (района руч. Делювиальный, района руч. Соревнование, района руч. Белка, района руч. Вечерний), на которых сосредоточены водотоки, золото в которые с высокой степенью вероятности поступило из источника рудного типа, о чем свидетельствуют его вещественные особенности (плохая степень окатанности, наличие сростков с кварцем и другими минералами, представленность тяжелой фракции в шлихах).

Установленные типы источников россыпей в виде промежуточных коллекторов (руч. Снежный, руч. Куранах,)

указывают на продуктивность отложений древних террас в качестве источников формирования россыпей. Помимо террасы III эрозионного уровня, промышленная золотоносность которой подтверждена, непосредственный интерес представляют реликты террасы II эрозионного уровня. Терраса II эрозионного уровня распространена в долине реки Адыча весьма ограничено. Однако, на примере россыпи руч. Снежный показано, что и эти отложения могут питать значительные по запасам россыпи.

На составленной схеме выделены водотоки низких порядков, которые по совокупности геолого-геоморфологических критериев имеют перспективы золотоносности, а также перспективные для обнаружения золоторудных объектов площади.



1. Пункты минерализации: а - золото, б - золото-серебряные; Рудопроявления: в - золото, г - золото-серебряные; Месторождения: г - золото, д - золото-серебряные; 2. Поверхность террасы III эрозионного уровня реки Адыча (75-100 м); 3. Поверхность террасы II эрозионного уровня реки Адыча (240 м); 4. Водотоки низких порядков, перспективные на обнаружение россыпей (промежуточный коллектор); 5. Площади, перспективные на выявление рудных концентраций золота; 6. Водотоки.

Рис.15. Прогнозная схема района среднего течения реки Адыча.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты диссертации формулируются следующими выводами:

1. Разработана интерактивная программа, позволяющая оперативно по вещественным и геолого-геоморфологическим особенностям россыпей водотоков низких порядков определить тип источника россыпи и оценить возможность его локализации.

2. Хорошая и средняя окатанность техногенного золота, отсутствие сростков золота с кварцем и сульфидами, отсутствие других минералов тяжелой фракции указывают на промежуточный коллектор как источник россыпей руч. Снежный и нижней части долины руч. Куранах.

3. Наличие сростков золота с галенитом, пиритом и рутилом при отсутствии минералов тяжелой фракции в шлихах, наличие явных высокопробных кайм на золотилах указывает на сложный многостадийный процесс переноса золотин из коренного источника, что подтверждает поступление золота в руч. Снежный из промежуточного коллектора.

4. По совокупности вещественных характеристик золота из техногенных отложений руч. Снежный и геолого-геоморфологических особенностей долины ручья установлено, что в качестве промежуточного коллектора выступали отложения террасы II эрозионного уровня, ранее не считавшиеся золотоносными.

5. Данные изучения состава золота из техногенных отложений позволяют судить о поступлении его в промежуточный коллектор из источника золотоантимонит кварцевой формации (высокая пробность золотин, наличие микровключений аурустибита, сростков золота с пиритом и галенитом). Обнаружение нескольких зерен средней пробности может свидетельствовать о наличии дополнительного источника другой формационной принадлежности.

6. На основе разработанного логико-информационного алгоритма выделены перспективные на обнаружение коренных источников золота площади, а также водотоки, промышленная значимость которых не установлена, однако и не исключается в силу геолого-геоморфологических предпосылок образования россыпных объектов.



7. Разработанный подход, заключающийся в исследовании техногенных отложений для выявления перспективных площадей и обнаружения золоторудных и золотороссыпных объектов, эффективен и применим не только для района среднего течения р. Адыча, но и для других районов. В том числе для площадей с недостаточной изученностью и районов, включающих россыпи, отработанные хищническим способом.

#### ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

##### *В рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ:*

1. **Владимирцева О.В.** О вероятном источнике аллювиальных россыпей золота руч. Куранах и Снежный (Верхоянский район, Якутия) // Разведка и охрана недр. М.: ВИМС. - №6/2019 – 2019. С. 10-14

2. **Владимирцева О.В.,** Набелкин О.А., Субботин Н.А. Вещественные особенности гипогенных и гипергенных образований золота техногенных отложений ручья Снежный (Верхоянский район, Якутия) // Разведка и охрана недр. М.: ВИМС. - №10/2019 – 2019. С. 15-20

3. **Владимирцева О.В.,** Шатилова Л.В, Гвоздева Л.А., Бондаренко Н.В. Типоморфные признаки самородного золота ручья Снежный, Республика Саха (Якутия) // Руды и металлы. 2020 г. №2, С. 4-10

##### *В других изданиях и материалах различных конференций:*

4. **Владимирцева О.В.** О вероятном источнике аллювиальных россыпей золота руч. Куранах и руч. Снежный (Верхоянский район, Якутия) // Материалы XIV Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле». – МГРИ-РГГРУ. – 2019. – Том 2 – С. 46-50.

5. **Владимирцева О.В.** Определение типа источника россыпей водотоков низких порядков на основе вещественных и геолого-геоморфологических признаков // Сборник тезисов докладов IX Российской молодёжной научно-практической школы «Новое в познании процессов рудообразования» 2019г. - С. 89-93.

6. **Владимирцева О.В.** Метод определения источника россыпного золота. Горные науки и технологии. 2019;4(4):273-281