

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ»
(МГРИ)

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.

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель:
доктор геолого-минералогических наук,
профессор Игнатов П.А.

Москва 2020

Оглавление

| | |
|--|-----|
| ВЕДЕНИЕ | 3 |
| 1. МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ И ИЗУЧЕННОСТЬ ВОПРОСА | 8 |
| 1.1. Географическое положение исследуемого района | 8 |
| 1.2. История освоения района среднего течения р. Адыча..... | 10 |
| 1.3. Минерагеническая позиция района среднего течения р. Адыча..... | 13 |
| 2. КРАТКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ИССЛЕДУЕМОГО РАЙОНА | 17 |
| 2.1. Стратиграфия | 17 |
| 2.2. Магматизм | 29 |
| 2.3. Гидротермальные образования | 33 |
| 2.4. Контактново-метаморфизованные породы | 34 |
| 2.5. Геоморфологическое строение территории | 35 |
| 2.6. Полезные ископаемые | 38 |
| 2.6.1. Золоторудные объекты района среднего течения р. Адыча | 39 |
| 2.6.2. Россыпные объекты района среднего течения р. Адыча..... | 45 |
| 3. ЛОГИКО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ИСТОЧНИКА РОССЫПЕЙ ВОДОТОКОВ НИЗКИХ ПОРЯДКОВ | 55 |
| 3.1. Особенности россыпей водотоков низких порядков | 56 |
| 3.2. Принцип работы логико-информационного алгоритма | 59 |
| 3.3. Заполнение данных | 64 |
| 3.4. Результаты анализа | 68 |
| 4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОРФОЛОГИИ И ГРАНУЛОМЕТРИИ ТЕХНОГЕННОГО ЗОЛОТА НА ПРИМЕРЕ РОССЫПЕЙ РУЧЬЕВ СНЕЖНЫЙ И КУРАНАХ | 74 |
| 4.1. Характеристика долины ручьев Куранах и Снежный | 75 |
| 4.2. Характеристика исходных россыпей руч. Куранах | 77 |
| 4.3. Техногенные образования ручья Снежный | 80 |
| 4.4. Техногенные образования нижнего течения ручья Куранах | 85 |
| 4.5. Грануло-морфометрические особенности золота техногенных отложений руч. Снежный и руч. Куранах..... | 88 |
| 5. ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОЛОТА ТЕХНОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РУЧЬЯ СНЕЖНЫЙ | 91 |
| 5.1. Группа относительно высокопробных золотин | 94 |
| 5.2. Группа относительно низкопробных золотин | 100 |
| 5.3. Гипергенные образования на золотилах | 104 |
| 6. ОЦЕНКА РОССЫПНОЙ И КОРЕННОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ АДЫЧА НА ОСНОВЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ | 109 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 117 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 119 |

ВЕДЕНИЕ

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 новых подходов к оценке источников питания россыпей водотоков низких (I - II) порядков на основе анализа вещественных признаков золота 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 из техногенной россыпи руч. Снежный;
3. Разработка логико-информационного алгоритма для установления типа источников россыпей долины р. Адыча на основе вещественных, морфо-гранулометрических, геологических и геоморфологических характеристик россыпных объектов водотоков низких порядков;

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

Объектом исследования являются россыпи золота водотоков низких порядков среднего течения р. Адыча.

Фактический материал. В ходе проведения шлихового опробования гале-эфельных 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 техногенных отложений;

- разработан логико-информационный алгоритм, позволяющий определить тип источника россыпи по группе вещественных и геоморфологических характеристик для россыпных объектов водотоков низких порядков района среднего течения р. Адыча;

- 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 анализа россыпей водотоков низких порядков выделены перспективные площади для обнаружения 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 всероссийских и международных конференциях: Международная научно-практическая конференция «Стратегия развития геологического исследования недр: настоящее и будущее (к 100-летию МГРИ–РГГРУ)» — 2019 год, Москва; XIV Международная научно-практическая конференция «Новые идеи в науках о Земле» (2019 год, Москва); IX Российская молодёжная научно-практическая школа «Новое в познании процессов рудообразования» (2019 год, Москва); VIII Восьмая научно-практическая школа-конференция молодых ученых и специалистов, Москва, 2019 г.

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

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-антимонит-кварцевой и малосульфидной золото-кварцевой. Что подтверждается наличием золотин с существенно разной пробностью и микровключений галенита и примесей рутила.

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

Работа выполнена на кафедре месторождений полезных ископаемых Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе (МГРИ) под научным руководством заведующего кафедрой геологии месторождений полезных ископаемых, доктора геолого-минералогических наук, профессора П.А. Игнатова.

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: м.н.с. ИГЕМ РАН Е.В. Ковальчук, заведующего Лабораторией рентгенофлуоресцентного анализа ФГБУ «ИМГРЭ» О.А. Набелкина, 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.

1. МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ И ИЗУЧЕННОСТЬ ВОПРОСА

1.1. Географическое положение исследуемого района

Район среднего течения р. Адыча территориально относится к Верхоянскому улусу Республики Саха (Якутия). Район считается весьма труднодоступным: расположен в стороне от транспортных артерий, поэтому связь с ним в зимне-весенний период происходит по автозимнику, в теплое время года – водным транспортом по р. Адыча, авиатранспортом (вертолет), гусеничным вездеходным транспортом. Ближайшим населенным пунктом является пос. Лазо (в настоящее время нежилой) в 18 км к северо-западу от района исследований, где ранее располагалась база прииска «Адычанский» (рис.1.1).



Рисунок 1.1 Обзорная географо-экономическая схема северо-востока Республики Саха (Якутии) [91]

Река Адыча — правый приток р. Яна. Её протяженность составляет 715 км. Долина реки условно разделяется на три части: верховья Адычи (от истока до слияния с р. Делакаг), среднее течение, низовья р. Адыча (от слияния с р. Чакры до устья).

1.2. История освоения района среднего течения р. Адыча

В истории открытия, геологического изучения и последующего промышленного освоения золота Адычанского района можно выделить три этапа. Первый этап – рекогносцировочные работы, поиски и разведка (1931 – 1942 гг.); второй этап – поисково-оценочный (1944 – 1960 гг.); третий этап – разведочно-эксплуатационный (с 1965 года).

После предположения Ю. А. Билибина в 1931 году о продлении Тихоокеанского золотоносного пояса Северо-Востока Азии с Индигирки в бассейн р. Адычи, а также находок золота в бассейне р. Туостах, было создано Якутское отделение Союзникельоловразведки (ЯОСНОР) «Главникельолова» и развернуло массовые съёмочно-рекогносцировочные и геолого-поисковые работы в Верхоянском районе. В результате работ была открыта новая оловянная провинция и к 1939 году в Адычанском районе началась отработка россыпей касситерита.

В 1936 году при проведении съёмочных работ масштаба 1:500 000 выявлены промышленные концентрации россыпного золота в бассейне р. Ченкельня. Три года спустя в результате шурфовочных работ в бассейне руч. Ченкеленя и Тараканий была подтверждена промышленная ценность месторождения.

В начале Великой Отечественной Войны все геологоразведочные и горно-эксплуатационные работы на Яне были переданы Дальстрою.

В 1942 году впервые выделена терраса III эрозионного уровня р. Адыча, как потенциально золотоносная (междуречье Ирюнджа-Нельгесе), были подсчитаны прогнозные ресурсы.

Второй период в истории изучения адычанской золотоносной полосы начался в 1944 году с создания Астахского Геолого-Разведочного Разведрайона. В

1944 году в ходе рекогносцировочных работ проводилось шлиховое опробование долин в масштабе 1: 500 000, в результате которого установлены знаковые содержания золота в водотоках, в ущелье р. Адычи установлены редкие весовые содержания золота. Летом 1945 года на левой террасе р. Адычи (у р. Ирюнджа) буровыми работами подтверждено наличие россыпей.

За прошедший период в бассейне р. Адыча были выполнены поисковые и разведочные работы на россыпное золото более чем в 200 долинах. В основном разведывались пойменные части долин. Была выявлена принципиальная золотоносность древних высоких террас, в том числе россыпи с промышленными запасами установлены в 21 долине; а также канавами исследовано порядка 15 рудопроявлений золота.

В 1959 году Средне-Адычанская детальная геолого-поисковая партия под руководством В. А. Лаврухина [85] и Нижне-Дербекинская детальная поисковая партия под руководством М. Ф. Дементьева продолжили геолого-геоморфологические исследования района.

Партией В. А. Лаврухина [85] выявлены весовые содержания золота в долинах ручьев Куранах, Сухой, Тубут и пр., на косах р. Адычи.

В 1959 году Янская ГРЭ прекратила геологоразведочные работы на золото в Адычанском золотоносном районе и приступила к обобщению накопленной информации (рис.1.2).

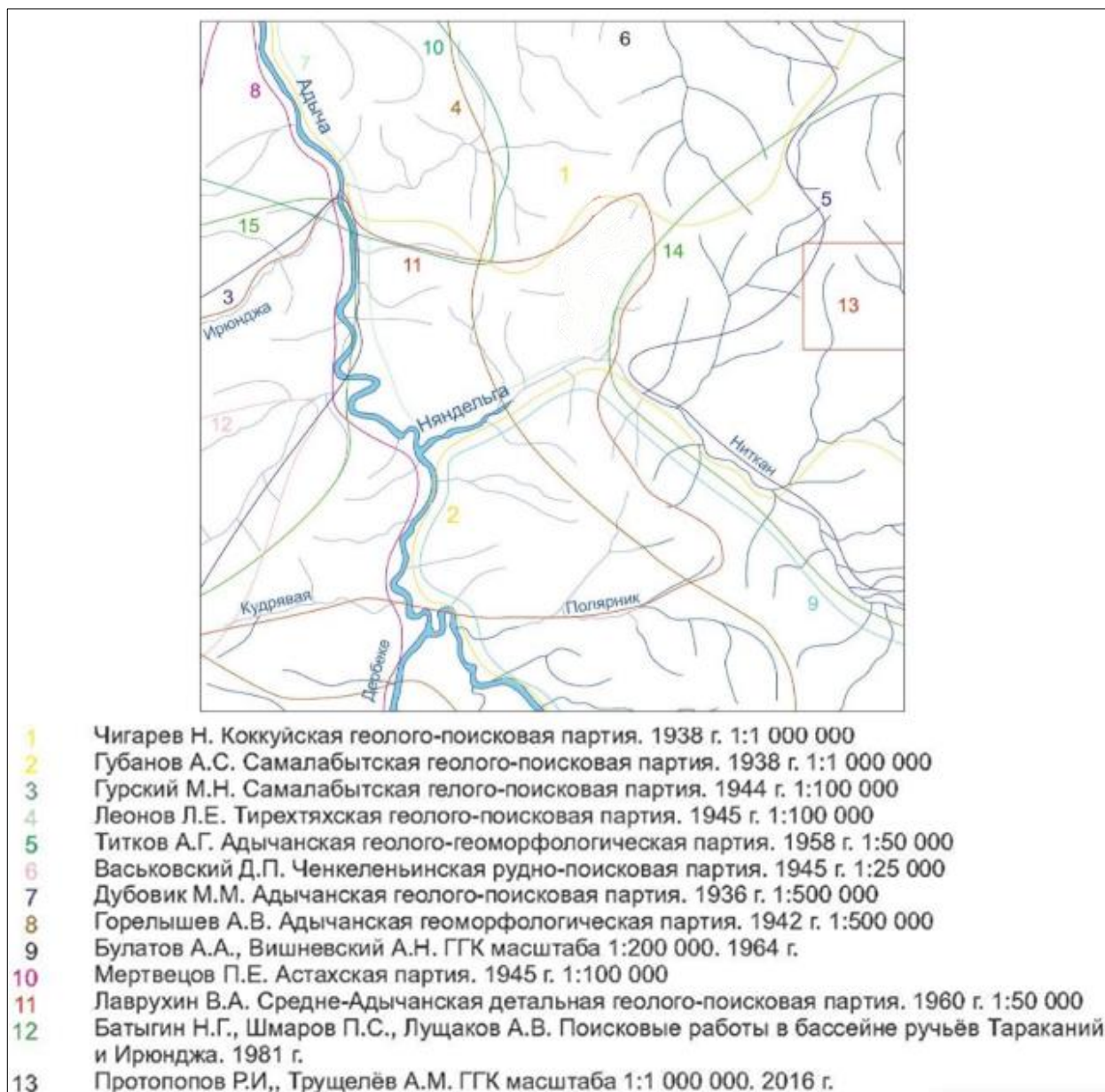


Рисунок 1.2 Схема геолого-геоморфологической и поисковой изученности.

Устойчивый рост мировых цен на золото и, как следствие, снижение требований к минимальным промышленным содержаниям золота в россыпях, позволили Адычанской ГРП приступить к планомерной разведке и переоценке всех ранее известных коренных объектов и новых россыпных долин, в результате которых в 1985 году при оценке золотоносности левой 75-метровой террасы в долине руч. Куранах (правый приток р. Ирюнджа) были подтверждены весовые содержания золота [90] в современном аллювии.

На настоящий момент по результатам работ предшественников по исследуемому району имеются только геолого-геоморфологическая информация по работам 1:50 000 и 1:200 000 масштаба. Топографические карты более крупных масштабов, как и материалы аэрофото- и аэрокосмических съёмок отсутствуют. Подобная ситуация сложилась в силу того, что значительная часть наработок предыдущих лет была утеряна при пожаре в архивах ЯНГРЭ. Данные о геофизической, геохимической экологической и гидрогеологической изученности весьма отрывочны.

1.3. Минерагеническая позиция района среднего течения р. Адыча

Сложный минерагенический профиль территории определяется ее расположением на стыке Центральной и Внешней мегазон Верхояно-Колымской складчатой области [46], осложненным структурными элементами Янского, Бакы-Батынтайского и Адыча-Тарынского глубинных разломов [2, 4, 9, 22]. Золотоносная зона охватывает юго-восточную часть Куларо-Нерского черносланцевого пояса (КНЧП) [47]. Границы зоны контролируются зоной Чаркы-Индибирского надвига и системами глубинных разломов северо-западного простирания [54], структурно контролируется разрывными нарушениями Адыча-Тарынской системы разломов [91].

В настоящее время Куларо-Нерский черносланцевый пояс (далее – КНЧП) рассматривается как основная золотоносная структура северо-восточной Якутии [6, 18, 22], она сложена аспидно-флишоидными формациями, образовавшимися вдоль подножия континентального склона пассивной окраины Восточно-Сибирского палеоконтинента (рис.1.3) [2, 91].

В плане КНЧП имеет дугообразную форму и прослеживается от нижнего течения р. Яны до верховьев р. Адычи на 750 км при ширине от 12-25 км в центральной части, до 50-120 км - на флангах. Западная граница КНЧП проходит по системе конседиментационных продольных разрывных нарушений северо-западного простирания, вдоль которых отмечается смена мелководных песчаных

фаций на более глубоководные глинистые и алевроито-глинистые осадки. Восточная граница определяется системой коллизионных взбросо-надвиговых структур и совпадает с западной границей Полоусненского и Иньяли-Дебинского синклинориев.

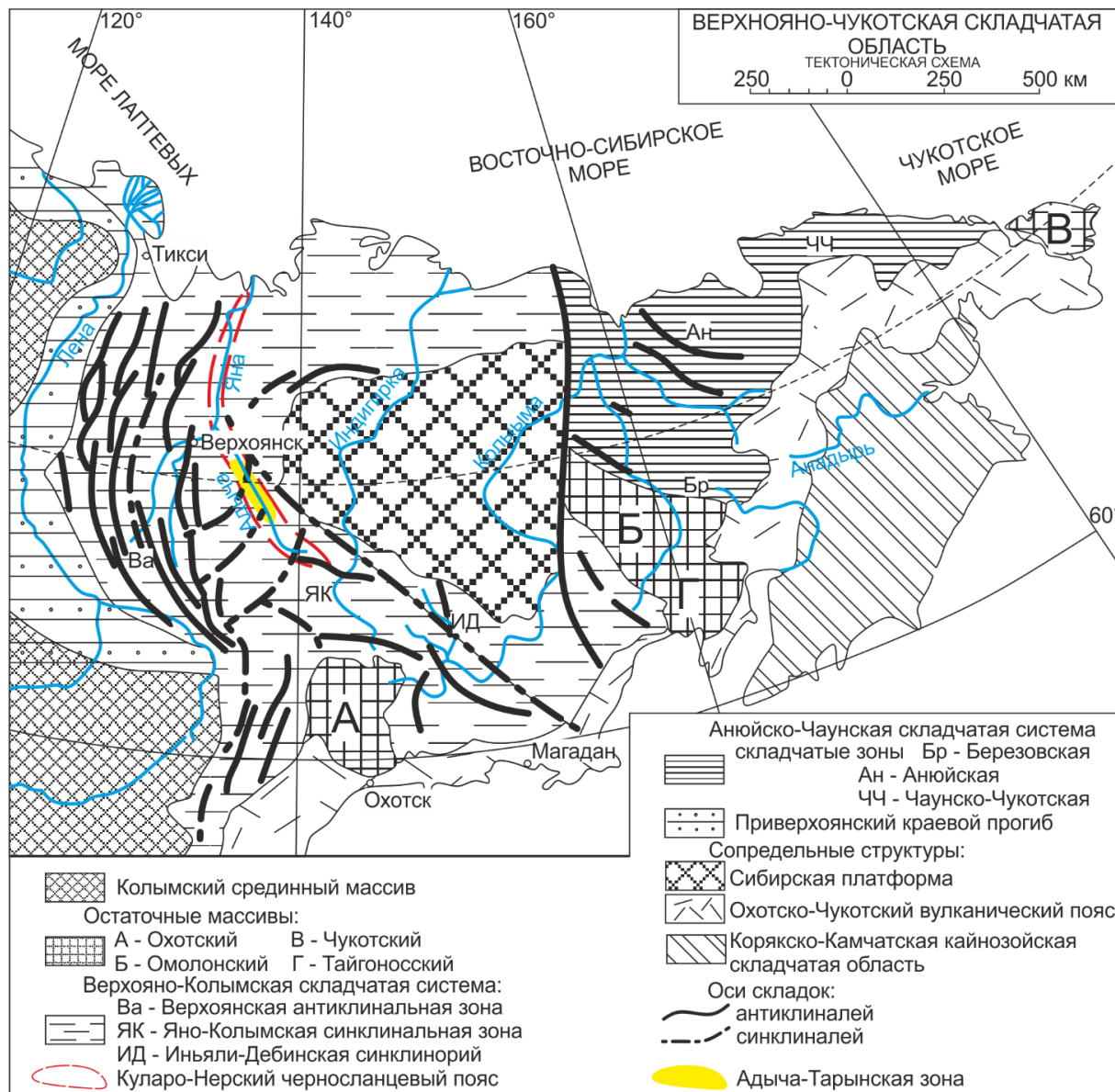


Рисунок 1.3 Тектоническая карта Верхояно-Чукотской складчатой области (составлено по материалам Большой Советской энциклопедии, том ВЕ).

Среди слагающих КНЧП отложений преобладают алевролитово-аргиллитовые филлитизированные породы пермско-триасового возраста на северо-западном фланге и триас-нижнеюрского возраста – на юго-восточном. В разрезе толщ отмечаются горизонты турбидитов, олистостромовых образований.

На площади КНЧП широко проявлены гидротермальные и гидротермально-метасоматические образования, в которых локализована золоторудная минерализация четырех основных рудных формаций:

- золото-кварцевой малосульфидной;
- золото-антимонито-кварцевой;
- золото-кварцевой умеренно-сульфидной;
- золото-редкометалльно-кварцевой.

Преобладают жильные, жильно-прожилковые и минерализованные зоны, секущие по отношению к вмещающим осадочным породам, реже встречаются штокверковые зоны, стратоидные и пластовые залежи [26].

Адычанский сегмент КНЧП изучен весьма слабо, представлен Адыча-Тарынской и Адычанской минерагеническими зонами. Размещение полезных ископаемых в их пределах подчинено крупным структурным элементам района [53]. Золотая и золото-сурьмяная минерализация приурочена к Адыча-Тарынской зоне разломов и зоне Чаркы-Индибирского надвига, протягивающихся более чем на 700 км с юго-востока (устье р. Нера) на северо-запад (до месторождения Сентачан и Лазовской группы россыпей) и образующих Адычанскую золотоносную и Адыча-Тарынскую золото-сурьмяные минерагенические зоны [51, 52, 55]. Исследуемый район располагается в среднем течении р. Адыча, относится к Адыча-Тарынской сурьяно-золоторудной минерагенической зоне [27], включающей 5 золоторудно-россыпных узлов, золото-сурьянорудный узел, вольфрамо-золоторудно-россыпной узел, сурьянорудный узел (рис.1.4).

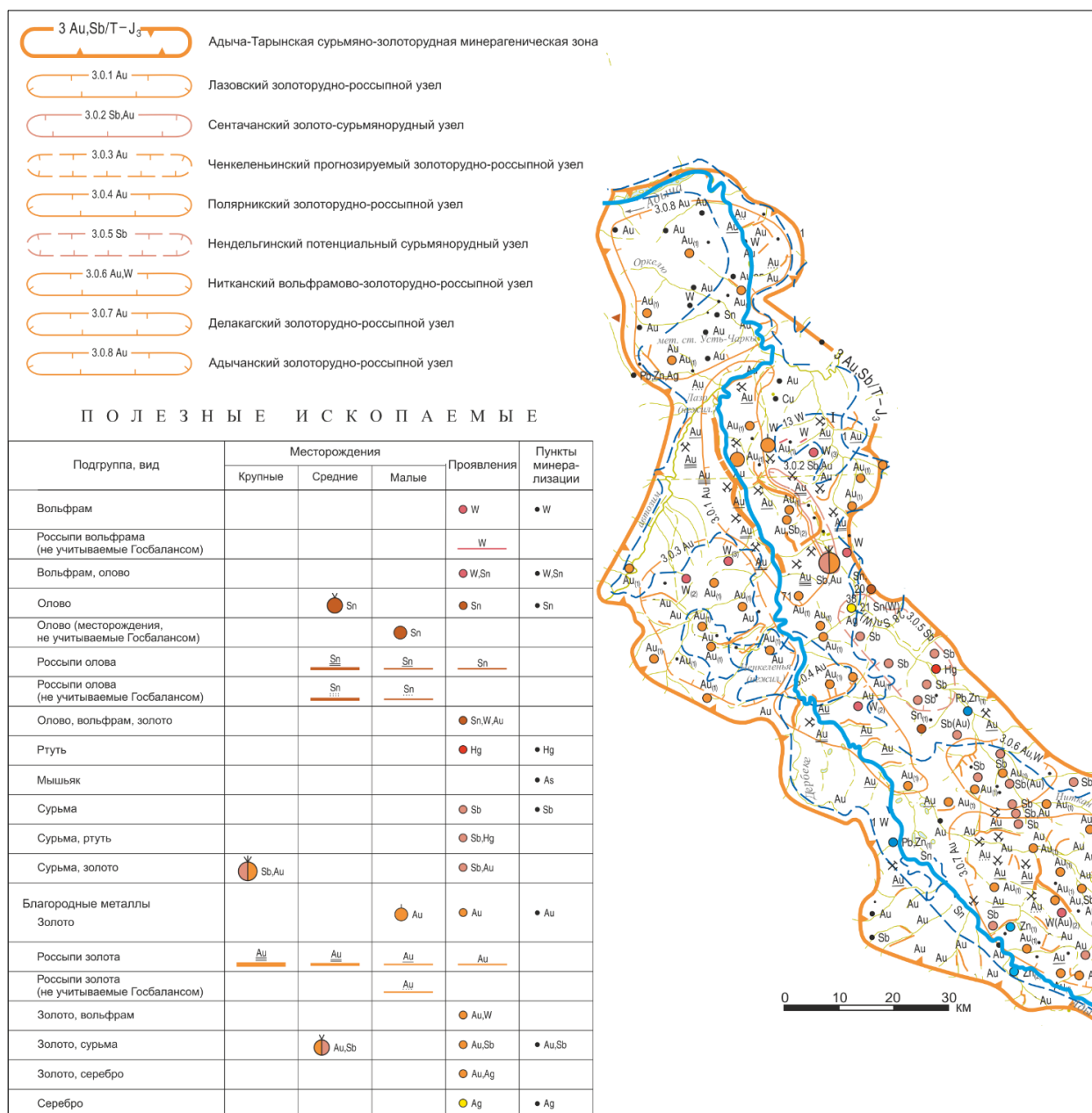


Рисунок 1.4 Схема минерагенического районирования района среднего течения р. Адыча [27].

Таким образом, район среднего течения р. Адыча характеризуется как умеренно ресурсный с относительно слабой изученностью [71, 72]. Учитывая, что данные об отработке многих россыпей безвозвратно утрачены, исследование техногенных россыпей с целью выяснения характеристик вещественного состава золота и дальнейших выводов относительно источников россыпей может дать новые данные к оценке перспектив района.

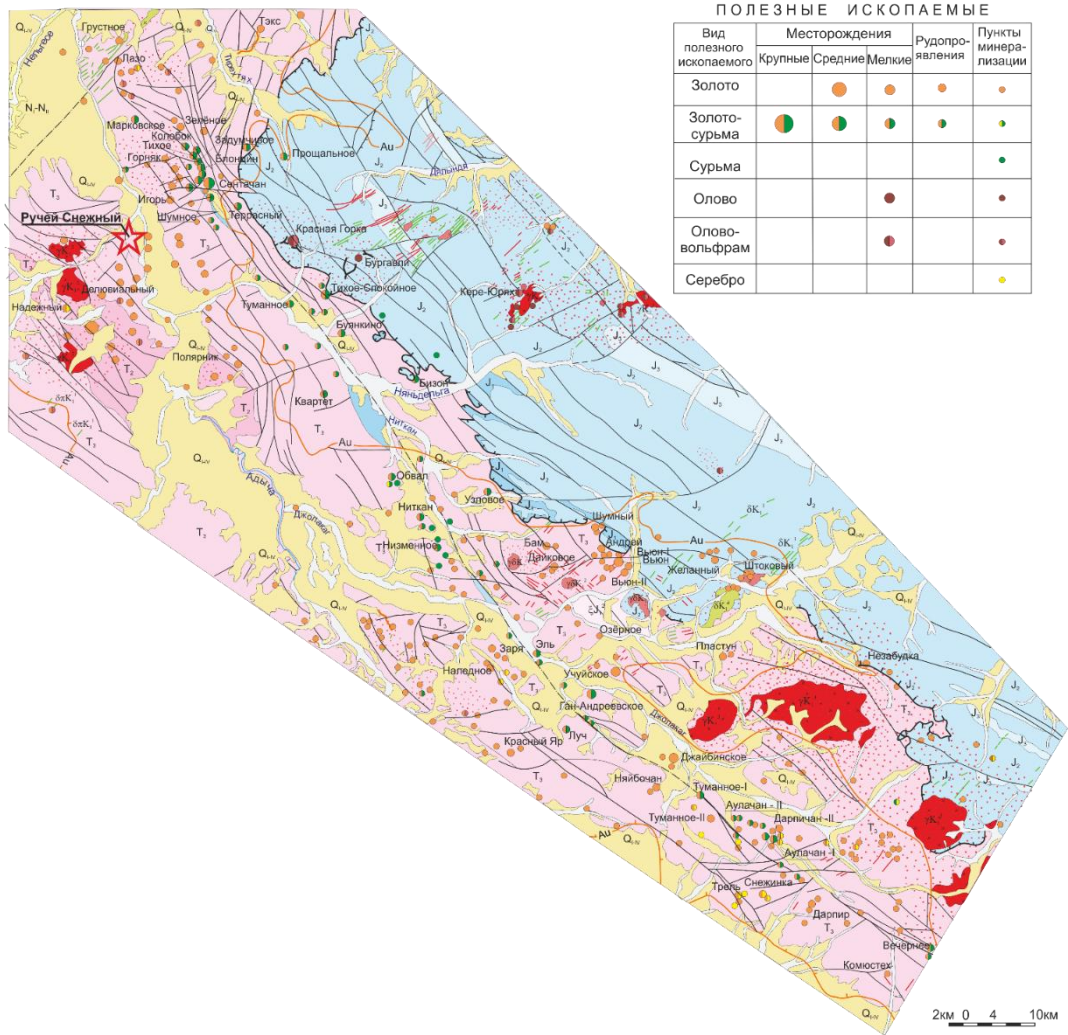
2. КРАТКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ИССЛЕДУЕМОГО РАЙОНА

2.1. Стратиграфия

В стратиграфическом строении района работ принимает участие терригенная толща среднетриас-нижнеюрского возраста, перекрытая четвертичными отложениями (рис.2.1).

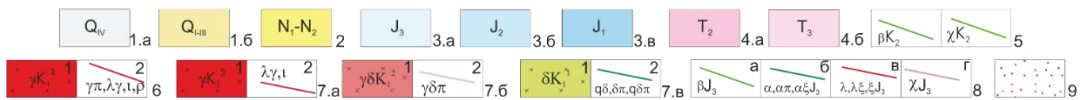
Выделение стратиграфических единиц основано на фаунистических находках, разделение ярусов на свиты произведено с учётом литологических особенностей пород [32, 44, 51, 59, 85].

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БАСЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. АДЫЧИ
с данными по полезным ископаемым
масштаб 1:500000



| Вид полезного ископаемого | Месторождения | | | Рудопроявления | Пункты минерализации |
|---------------------------|---------------|---------|--------|----------------|----------------------|
| | Крупные | Средние | Мелкие | | |
| Золото | ● | ● | ● | ● | ● |
| Золото-сурьма | ● | ● | ● | ● | ● |
| Сурьма | | | | | ● |
| Олово | | | ● | | ● |
| Оловольфрам | | | ● | | ● |
| Серебро | | | | | ● |

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



1: Четвертичная система. Голоцен. Современное звено. Аллювиальные отложения поймы и русла: галечники с валунами, песок, гравий, щебень. **1.6: Плейстоцен - Эоплейстоцен.** Аллювиальные отложения надпойменных террас: галечники с валунами, песок, гравий, щебень; пролювиальные и делювиально-солифлюкционные отложения: щебень с супесью и глыбами; озёрно-болотные отложения: супесь, суглинок, ил, торфяники. Эоплейстоцен - аллювиальные отложения погребенных речных врезов и нижних частей разрезов внутригорных впадин (галечники с валунами, супесь, песок, гравий, щебень). **2: Неогеновая система.** Миоцен-плиоцен. Аллювиальные отложения основания разрезов внутригорных впадин и погребенных речных врезов: галечники с валунами, гравий, супесь, суглинок, щебень. **3.а: Юрская система.** Верхний отдел. Кимериджский ярус. Песчаники с пластами алевролитов и аргиллитов, линзы конгломератов. Оксфордский ярус. Песчаники с пачками переслаивания алевролитов и аргиллитов. **3.б: Средний отдел.** Келовейский ярус. Песчаники с пластами алевролитов и прослоями аргиллитов. Батский ярус. Песчаники с пластами алевролитов и аргиллитов. Байосский ярус. Песчаники и алевролиты с пластами аргиллитов. **3.в:** Нижний отдел. Алевролиты, аргиллиты, редкие прослои песчаников. **4.а: Триасовая система.** Верхний отдел. Норийский ярус. Алевролиты, аргиллиты с прослоями песчаников, линзами конгломератов и гравелитов. Карнийский ярус. Алевролиты, аргиллиты с редкими прослоями песчаников. **4.б: Ладинский ярус.** Алевролиты и аргиллиты с прослоями песчаников. **5: Габбро-монцит-сиенитовый комплекс.** Позднемеловые интрузивные образования. Дайки долеритов, лампрофиров. **6: Раннемеловые интрузивные образования.** Лейкогранитный комплекс. 1. Двуслюдяные граниты. 2. Дайки гранит-порфиров, лейкогранитов, аплитов, жилы пегматитов. **7.а: Диорит-гранодиорит-гранитный комплекс.** 1. Биотитовые, амфибол-биотитовые граниты; 2. Дайки лейкогранитов, аплитов. **7.б:** 1. Биотит -амфиболовые гранодиориты; 2. Дайки гранодиорит-порфиров. **7.в:** 1. Амфиболовые диориты. 2. Дайки кварцевых диоритов, диорит и кварцевых диорит-порфиров. **8.а: Позднеюрские интрузивные образования.** Дайка долеритов. **8.б:** дайки андезитов, андезит порфиритов, андезодацитов. **8.в:** дайки риолитов, риодацитов, дацитов. **8.г:** дайки лампрофиров. **9:** Контактные роговики амфибол-роговиковой и мусковит-роговиковой фаций

Рисунок 2.1 Геологическая карта района работ. Составлено по материалам ФГБУ «ЦНИГРИ», 2012 год.

Средний триас. Ладинский ярус (T₂la)

Самыми древними в районе являются отложения ладинского яруса среднего триаса. Они прослежены широкой полосой с северо-запада на юго-восток от устья руч. Гранитного и Ирюнджинской интрузии, которая целиком находится в пределах выходов среднетриасовых пород, через среднее течение руч. Тараканьего и речки Ченкеленьи, захватывая широкие долины последних, и в южной части района проходят в среднем и нижнем течении речки Кудрявой и в приустьевой части речки Полярник.

Полоса заметно расширяется в юго-восточном направлении от 6,5 км. на СЗ до 10 км. на ЮВ.

Литологически эти отложения представляют монотонную толщу алевролитов от тёмно-серого до тёмного, почти чёрного цвета, с вкраплениями слюды и иногда с точечной вкрапленностью гидроокислов железа. Среди алевролитов довольно часто отмечаются тонкозернистые разности вплоть до аргиллитоподобных пород со слабым шелковистым блеском. Изредка фиксируются грубозернистые алевролиты с увеличенным количеством псаммитового материала, фактически представляющее очень тонкое переслаивание алевролита с тонкозернистым песчаником.

Отмечено два пропластка песчаника небольшой мощности (0,9 и 0,35 м.), от тонко- до мелкозернистого, серого цвета, иногда с тончайшими прослоями алевролита. Верхний пласт песчаника мощностью 0,35 м - пиритизирован.

Верхняя граница ладинского яруса проведена по подошве последнего нижнего пласта, охарактеризованного фауной как отложения карнийского яруса верхнего триаса. Фауна в ладинской толще в районе работ практически отсутствует. Мощность изученной части ладинского яруса определена по разрезу принимается в 1000 м.

Верхний триас. Карнийский ярус (T₃k)

Ладинские отложения согласно перекрываются породами карнийского яруса верхнего триаса. Литологически породы в самых низах карнийского яруса

совершенно не отличаются от среднетриасовых и граница между ними проведена по фаунистическим находкам.

Карнийские отложения широко распространены в районе работ, занимая всё пространство левобережья Адычи к ЮЗ и СВ от среднетриасовой полосы. На правобережье они охватывают бассейн рек Полярник и Белка, левые и правые притоки р. Няндельги. Кроме того, прослеживаются узкой полосой СЗ простирания в бассейне ручьёв Открытого и Пожелание, которая проходит через приустьевые части ручьёв Обычного, Незавидного и Осеннего и погружается на СЗ на правобережье руч. Пожелание, под нижнеюрскую толщу.

В карнийском ярусе выделяется три свиты -нижняя, средняя и верхняя, довольно резко отличающиеся одна от другой по литологическому составу. [93].

Нижняя свита (T_3k_1)

Породы нижней свиты карнийского яруса прослеживаются в виде двух узких полос шириной 0,80-1,50 км, окаймляющих с обеих сторон отложения ладинского яруса. Юго-западная полоса проходит через верховья руч. Тараканьего, прерывается восточным краем Ченкеленьинской интрузии и далее выходит к берегам речки Кудрявой. Северо-восточная полоса начинается на р. Ирюндже и, пересекая ручьи Тараканий и Ченкеленя в их ущельной части, проходит через среднее течение руч. Разлогого, пересекает Адычу и прослеживается на юге района в низовьях р. Полярник.

Нижнекарнийские отложения охватывают и среднее течение р. Полярник, прослеживаясь в виде двух «языков» в СЗ направлении. Первый из них выклинивается на участке речки Левая Белка, второй - в районе руч. Жилка.

Нижнюю свиту слагают алевролиты, аргиллиты и породы переходного состава от алевролитов к аргиллитам. По преобладанию пород определённого состава свита может быть разделена на две части: верхнюю и нижнюю.

В верхней части широко развиты породы переходного состава от алевролитов к аргиллитам, вплоть до чистых разновидностей последних, чёрных, с шелковистым блеском в изломе. Алевролиты играют строго подчинённую роль. Нижняя часть свиты, наоборот, сложена, в основном, алевролитами тёмно-серого

цвета часто слоистыми с мельчайшими вкраплениями слюды. Отмечено два маломощных (0,5 и 0,3 м.) пропластка песчаника. Песчаник тонкозернистый, очень плотный, серого цвета, пиритизированный. Пирит в виде мелкой и рассеянной вкрапленности.

Верхняя граница свиты проведена по подошве последнего нижнего пласта аргиллитоподобных пород существенно аргиллитовой средней свиты. Мощность свиты составляет 540 м.

Средняя свита (Т₃k₂)

Породы средней свиты карнийского яруса, также, как и нижекарнийские отложения, прослеживаются в виде двух узких (до 1-1,5 км) полос СЗ простирания соответственно юго-западнее и северо-восточнее выходов карнийской толщи. Первая полоса захватывает истоки руч.Тараканьего, проходит через середину Ченкеленьинской интрузии и пересекает р. Кудрявую. Вторая охватывает нижнее течение и устье руч. Тараканьего, далее прослеживается в среднем течение руч. Разлогого и пересекает русло р. Адычи чуть выше р. Белки, скрываясь под четвертичными отложениями высокой адычанской террасы обнажаясь затем в нижнем течении р. Полярник.

Кроме того, довольно широкая полоса (до 2,5 км) этих отложений фиксируется в низовьях р. Няндельги ниже устья руч. Куба. Южнее эта полоса делится на две ветви, окаймляющие выходы нижекарнийских алевролитов в среднем течении р. Полярник. Западная ветвь проходит через нижнее течение рек Правая и Левая Белка и соединяется с вышеописанной СВ полосой, протягивающейся к нижнему течению р. Полярник с левобережья р. Адыча, в районе среднего течения руч. Широкого. Восточная ветвь тянется через среднее течение речки Правая Белка и верховья речки Левая Белка на водораздел руч. Весёлого и р. Полярник, пересекая руч. Весёлый в его среднем течении.

Средняя свита карнийского яруса отличается от двух других своим однообразием в литологическом отношении. Она существенно аргиллитовая. Аргиллиты чёрные, с шелковистым блеском в изломе. Нередко состав пород переходный от аргиллитов к алевролитам. Чистые разности алевролитов

отмечаются только в виде тончайших прослоев в аргиллитовых породах. Породы свиты иногда пиритизированы. Верхняя граница свиты проведена по кровле крайнего верхнего пласта аргиллитовой пачки. Мощность равна 320 м.

Верхняя свита (Т_{3k3})

Верхнекарнийские отложения занимают значительные площади в районе работ. На левобережье р. Адыча они полностью охватывают бассейны руч. Задернованного, Осеннего и Сиэн-Мэй, верховья рек Ченкеленья и Кудрявая, правобережье нижней части р. Ирюнджи, и распространяются вдоль р. Адыча полосой до устья р. Белка, включая приустьевые части рек Ченкеленья и Няндельги. На правобережье Адычи эти отложения прослеживаются широкой полосой (до 6 км) от нижнего течения ручья последнего через бассейны руч. Сухой, Тубут на левобережье р. Няндельги, где охватывают бассейн руч. Куба, верховья р. Правая Белка и тянутся дальше, в верхнее течение руч. Весёлый и р. Полярник.

Верхнекарнийскими породами сложена и упомянутая выше полоса карнийских отложений в бассейнах руч. Осенний и Пожелание.

Верхняя свита карнийского яруса в литологическом отношении наиболее разнообразна. Здесь отмечаются породы самого различного состава от чистых разностей аргиллитов до конгломератов включительно. Преобладающую роль играет алевролит от тёмно-серого, до черного цвета.

На правобережье Адычи значительное место в стратиграфическом разрезе занимают песчаники, мелко- и тонкозернистые, серые или с буроватым оттенком. На ЮЗ песчаники фациально выклиниваются и встречаются только в самых верхах карнийского яруса. Выклинивание пластов песчаников отмечено и по р. Ирюндже у устья руч. Куранах.

Таким образом, граница фациального выклинивания песчаника в верхней свите карнийского яруса происходит в СЗ направлении от русла р. Няндельги, через устье р. Ченкеленья к берегам р. Ирюнджи, фиксируясь там в приустьевой части руч. Куранах-правого притока р. Ирюнджа. Мощность верхней свиты равна 1750 м.

Норийский (Т_{3n}) и Рэтский ярусы (Т_{3ret})

Норийские отложения согласно перекрывают отложения карнийского яруса и распространяются в СВ части района работ, где ими охвачены бассейны ручьёв Открытый и Пожелание, и небольшой участок на левобережье р. Няндельги в районе нижнего течения руч. Куобахтаах.

Отсутствие коренной обнаженности в районе распространения пород норийского яруса не позволило при проводившихся ранее работах составить полный разрез норийских отложений. На послойном же разрезе по р. Няндельги отражена только самая нижняя часть норийской толщи мощностью до 330 м. [85].

Норийский ярус подразделяется на две свиты: нижнюю - преимущественно песчаниковую и верхнюю алевролитовую. [74,75].

Нижняя свита норийского яруса (Т_{3n1})

Породы нижней свиты норийского яруса широко представлены на СВ района работ, где они занимают значительные пространства, распространяясь полосой шириной до 7 км. в ЮВ направлении от верховьев руч. Последнего и через бассейны ручьёв Осеннего и Морозного к низовьям руч. Открытого, Пожелание и Куобахтаах.

В среднем течении руч. Открытого и Пожелание нижненорийские отложения огибают проходящую здесь полосу верхнекарнийских пород и проходят СВ этой полосы через Пожелание, верховья руч. Незавидного и пересекают руч. Осенний. На левобережье р. Няндельги граница между норийским и карнийским ярусами проходит в районе руч. Куобахтаах.

Нижнюю свиту слагает, в основном, песчаник, мелкозернистый или неравномерно зернистый, серого цвета, часто с алевролитом. Реже встречается алевролит, тёмно-серый, часто обогащённый песчанистым материалом, но иногда тонкозернистый, аргиллитоподобный или с тончайшими прослоями чёрного аргиллита. Широким распространением пользуются породы переходного состава от алевролитов к песчаникам.

Верхняя граница нижней свиты норийского яруса довольно явно картируется на местности по исчезновению в толще песчаника и пород переходного состава от алевролита к песчанику. Мощность свиты приблизительно равняется 800 м.

Верхняя свита норийского яруса и рэтский ярус (T_{3n_2+ret})

Верхненорийские и рэтские отложения распространены СВ выходов нижненорийских пород, фактически в самой СВ части района, где ими охвачены верховья ручьёв Открытого и Пожелание, почти целиком бассейн руч. Соседнего.

Верхняя свита норийского яруса существенно алевролитовая. Алевролит тёмно-серый, как правило, полосчатый, иногда с прослоями более тонкозернистого аргиллитоподобного материала. Этот материал в отдельных случаях отмечается в виде мелких овальных вкрапленников в алевролитовой массе и обуславливает вкрапленную текстуру пород. Песчаник играет незначительную роль и почти не встречается.

Верхняя часть свиты мощностью приблизительно 100-150 м. фаунистически не охарактеризована и условно принимается как норийско-рэтские отложения.

Граница с вышележащей юрской толщей явная: алевролиты резко сменяются тонко- и мелкозернистыми песчаниками.

Приблизительная мощность верхненорийских и рэтских отложений принимается равной 950 м. Таким образом, общая мощность норийского и рэтского ярусов принимается равной 1750 м.

Нижнеюрские отложения, лейас (J_1)

В верховьях руч. Пожелание толща верхнетриасовых алевролитов резко сменяется песчаником. Контакт согласный. Песчаник очень плотный, от серого до тёмно-серого цвета, мелко- и тонкозернистый. В пачках песчаника прослеживаются маломощные пропластки очень тонко рассланцованного чёрного алевролита.

Эти породы прослеживаются в самых истоках руч. Пожелание, Кылгас и Соседнего, в верхнем течении руч. Щетка и занимают водораздельное пространство. Мощность нижнеюрских отложений равна 600 м [74, 75, 85].

Четвертичные отложения (Q)

В районе широко развиты распространены четвертичные отложения, среди которых выделяется три основных группы в возрастном отношении:

1. Отложения среднего звена;
2. Верхнечетвертичные отложения;
3. Современные четвертичные отложения, объединяющие: аллювиальные, озёрно-болотные, пролювиальные, коллювиальные, пролювиально-коллювиальные и элювиально-делювиальные [12, 74, 75, 85].

Отложения среднего звена (Q_{II})

Аллювиальные отложения террасы II эрозионного уровня (Q_{IIal})

Аллювиальные отложения представлены галечником, кое-где сохранившимся в виде отдельных галек или незначительных по размерам «нашлёпок». Отмечены на правобережье руч. Лесного, по обе стороны руч. Разлогого и на некоторых из террас правобережной части р. Няндельга.

Галька крупная, до 20-30 см., очень хорошо окатанная, по составу песчаниковая, реже сланцевая.

О мощности этих отложений судить нельзя, так как в настоящее время они практически полностью размыты, установленная мощность значительно менее одного метра (первые десятки сантиметров); возраст отнесён условно к среднему отделу четвертичной системы.

Верхнечетвертичные отложения (Q_{III})

Аллювиальные отложения террасы абсолютной отметки 75 м (Q_{IIIal})

Аллювиальные отложения террасы отмечаются полосой шириной до 2,5 км. Прослеживаются по обоим бортам рек Адыча и Няндельга, в нижнем течении р. Ирюнджа, по правому берегу р. Полярник и отмечаются по ручьям Ченкеленья, Весёлому и Пожелание. Ближе к увалу аллювий перекрыт озёрно-болотными и пролювиально-коллювиальными отложениями и нередко выходит на поверхность в виде очень узкой полоски вдоль бровки, а иногда выявляется в береговых обнажениях, будучи перекрытым более молодыми образованиями [85].

В литологическом разрезе отложений 75 метровой террасы можно выделить два более или менее отличающихся горизонта.

Верхний, мощностью до 1,5 метров, сложен песком, мелко- или среднезернистым, бурого или серого цвета, с галькой песчаника, алевролита, аргиллита и гранита размером до 20 см. в поперечнике, количество которой увеличивается с глубиной. Нередко галька в песке отсутствует или выявляется в нижней части песчаного горизонта. В отдельных случаях в песке видна слоистость, обусловленная чередованием пропластков мелкозернистого и среднезернистого материала. Иногда среди песка отмечаются прослой галечника мощностью 5-10 см., состоящие из гальки, включающие гравий и песок. Размеры галек в этом случае не превышают в диаметре 5 см. В самых верхах песчаного горизонта, как правило, в небольших количествах отмечается серая глина и реже редкая мелкая галька алевролитов и аргиллитов.

Нижний горизонт, мощностью до 8-9 метров, слагают несортированные галька, гравий, песок и валуны. Состав гальки и валунов песчаниковый, алевролитовый, аргиллитовый, реже отмечается гранит. Размер валунов до 40 см. в диаметре. Валунистость составляет 5 -10 %. Иногда наблюдается повышение валунистости до 20 %. Галька имеет размер до 20 см. и составляет до 50 % в количественном отношении. Общая мощность 75 метровой террасы колеблется от десятков сантиметров до 10 метров, при этом максимальная мощность отмечается на правой бровке р. Адыча чуть ниже устья р. Няндельги. Возраст этой группы четвертичных отложений отнесён к верхнему отделу четвертичной системы.

Современные четвертичные отложения (Q_{IV})

В группу современных отложений отнесены аллювиальные отложения низких террас (ниже террасы 75-метрового уровня), современные отложения рек, пролювиальные, коллювиальные, пролювиально-коллювиальные, озёрно-болотные и элювиально-делювиальные отложения.

Современные аллювиальные отложения, подразделяются на аллювий 7-12 метровых смешанных террас, аллювий первой надпойменной аккумулятивной

террасы и аллювий пойм рек и ручьём. В элювиально-делювиальные отложения не подразделяются [85].

Аллювиальные отложения 7-12 метровых смешанных террас (Q_{Ival_1})

Эти отложения покрывают поверхности 7-12 м террас, которые небольшими участками от 0,5 до 1 км встречаются по рекам Адыче и Няндельге, Ченкеленья, Белка и многим другим мелким водотокам.

Отложения представлены хорошо окатанной галькой, гравием, песком. Причём, в среднем и верхнем течении мелких ключей галька окатана слабее, чем в нижнем течении тех же ключей или на террасах по более крупным рекам. В отложениях этого типа по Адыче, кроме того, встречаются валуны. Иногда на коренных породах залегает чистый пылеватый песок до супесей, галька в этих случаях отсутствует, мощность не превышает 2 метров.

Аллювиальные отложения поймы и первой надпойменной террасы (Q_{Ival_2})

Аллювиальные отложения этого типа распространяются по всем водотокам района и представлены валунно-галечным материалом, гравием, песком и супесями. С поверхности на надпойменных аккумулятивных террасах лежат обычно пески или супеси. В пойменных частях отмечаются как песчаные, так и галечные косы.

На современных косах р. Адыча пойменные аллювиальные отложения представлены двумя горизонтами. Верхний горизонт мощностью до 1 метра сложен песком, мелкозернистым, серым, с редкой галькой песчаника, алевролита, или с редкими валунами, размером до 50 см., отвечающих по составу песчанику, алевролиту, граниту. Нижний горизонт имеет мощность до 1,5 метра. Состав валунно-галечного материала тот же. Валунистость составляет 10 %, размер валунов до 30 см. в поперечнике. Галька размером до 20 см. составляет 30 % отложений. Плотик представлен слабо трещиноватыми алевролитами и аргиллитами.

В отложениях первой надпойменной террасы так же выделяется два горизонта: верхний - песчанистый, нижний - галечный. Песчанистый горизонт мощностью 1-3 м; сложен мелкозернистым песком с редкой мелкой галькой и

гравием. Состав гальки песчаниковый, алевролитовый, аргиллитовый и гранитовый. В нижнем горизонте галька разных размеров тех же пород с гравием и песком. Мощность равна 40 см.

Общая мощность аллювиальных отложений поймы и первой надпойменной террасы составляет от десятков сантиметров до 7-10 метров.

Проллювиально-коллювиальные отложения ($Q_{IVpl+kol}$)

Проллювиально-коллювиальные отложения распространены, как правило, широкой полосой (до 3-3,5 км) вдоль увалов, перекрывая аллювиальные отложения 75 метровой террасы. Также они отмечаются на наиболее низких террасах вплоть до современной поймы речных систем.

Они представлены слабоокатанной галькой песчаников, алевролитов, аргиллитов реже кварца, с гравием, песком и супесью серого цвета. Галька размером 0,5-10 см составляет в разрезе до 60 %.

В общем случае, отмечается следующая закономерность проллювиально-коллювиальных отложений. Ближе к бровкам террасы обломочный материал окатан значительно лучше. Здесь преобладают проллювиальные отложения. И наоборот, вдоль увалов материал окатан слабо, вплоть до неокатанной щебёнки. Коллювий резко преобладает над пролювием. Мощность отложений составляет до 15 м на правобережной террасе р. Адыча в районе речки Белки.

Проллювиальные отложения (Q_{IVpl})

Представляют собой типичные конуса выноса мелких ручьёв и рек. Крупные конуса встречаются по р. Адыча в устье руч. Самыр и Белка. По р. Няндельга характерны почти для всех её левых притоков. Кроме того, крупные конуса выноса наблюдаются по руч. Самыр и Широкому в местах, где эти ручьи из горной части выходят на древнюю террасу.

Мощность проллювиальных отложений варьирует от 1 до 15 метров. Как правило, в современных долинах, на надпойменных террасах она составляет 1-2 метра, тогда как в конусах выноса, зафиксированных на высоких террасах составляет до 15 метров.

Озёрно-болотные отложения (Q_{IVl})

Фиксируются, как правило, на всех близких к горизонтальным поверхностям. Главным образом распространены на 75 метровой террасе.

В составе отложений принимают участие суглинки серовато-голубые, местами бурые, торф, мох и глина, линзы льда. Возможно, что частично возраст этих отложений относится к верхнему отделу четвертичной системы.

Образовались болотные отложения за счет переотложения местного материала. Имеют место и процессы торфообразования. Мощность отложений обычно до 1-2 м, но иногда, особенно на 75 метровой террасе она достигает 7 м.

Элювиально-делювиальные отложения ($Q_{IVel+del}$)

Представлены широко и покрывают водоразделы и склоны всех горных систем. Сложены неокатанным щебнем местных пород, среди которых существенно преобладает супесь, реже встречается суглинок. На участках среднегорья с более крупными склонами, особенно там, где рельефу присущи альпийские формы, эти отложения представлены исключительно щебёнкой неокатанной и крупноглыбовым материалом.

Мощность элювиально-делювиальных отложений колеблется от первых десятков сантиметров до 4-5 метров.

2.2. Магматизм

Магматические образования представлены гранитами Ченкеленьинской и Ирюнджинской интрузий и тремя сериями даек: кислого, среднего и основного состава [74, 75, 85].

Ченкеленьинская интрузия (γJ_3)

Расположена в верхнем течении р. Ченкеленья в районе её правых притоков. Река Ченкеленья пересекает интрузию в СВ направлении и делит её на две неравные части: большую северо-западную и меньшую – юго-восточную. Площадь выходов составляет 12 км².

В плане интрузия представляет собой сложное тело широтного и СЗ простирания. Центр этого пересечения приходится на ЮВ часть массива. От центра в широтном и СЗ направлениях отходят две мощных апофизы гранитных пород. Первая соответствует приблизительно долине руч. Кипящего в его среднем течении. Вторая апофиза протягивается вдоль долины руч. Открытого и его истоков и имеет СЗ простирание, совпадающее с простиранием осадочных пород на этом участке. По данным исследований 1959 г. [85] в строении интрузии принимают участие три группы гранитных пород со следующей последовательностью внедрения:

1. Крупнозернистые порфировидные граниты, часто с мелко- и среднезернистой оторочкой в эндоконтактных зонах;
2. Мелкозернистый лейкократовый гранит;
3. Дайки кислого состава, среди которых выделяются среднезернистые и мелкозернистые граниты, аплитовидные граниты и гранит-порфиры, секущие первые две фазы.

Ирюнджинская интрузия (γJ_3)

Находится в среднем течении р. Ирюнджа и делится речкой на две части - северную и южную. Общая площадь выхода массива на дневную поверхность составляет 45 км². Работами 1959 г. изучена её южная, правобережная часть площадью 16 км² [85].

В плане массив представляет собой подковообразное тело, обращённое выпуклой стороной на север и осложнённое апофизами ответвлениями или пологими выступами различной величины.

Интрузия сложена, в основном, крупнозернистыми двуслюдяным или мусковитовым гранитом, среди которого выделяются две разновидности - равномернотернистая и порфировидная с постепенным переходом одна в другую. Крупнозернистые граниты пересекаются дайками мелкозернистых лейкократовых гранитов, аплитовидных гранитов и гранит-порфиров.

Вторая фаза лейкократовых мелкозернистых гранитов, отмеченная на Ченкеленьинской интрузии, отсутствует.

Гораздо большим распространением, чем по р. Ченкеленье, пользуются мелко- и среднезернистые граниты-оторочки, которые почти непрерывно прослеживаются в эндоконтакте интрузии, что свидетельствует о минимальном эрозионном срезе и предположению о том, что обнажается только апикальная часть массива.

Дайки кислого состава (γJ_3)

В районе работ встречаются довольно часто, как правило, в приконтактовых частях интрузивных массивов, часто непосредственно на площади интрузии и, в редких случаях в пределах поля контактово-метаморфизованных пород на удалении до 600 м от интрузивного тела.

Представляют собой типичные дайки мощностью от нескольких до 100-120 м. В длину достигают 1,5 км, но, как правило, менее 1 км. Простираение северо-западное.

Выделяются средне- и мелкозернистые граниты, тонкозернистые аплитовидные граниты и гранит-порфиры. В районе не зафиксировано случаев пересечения даек различного петрографического состава, поэтому они объединяются условно в одну группу по времени внедрения.

Дайки среднего состава ($\delta\mu J_3, \chi J_3, \xi\pi J_3, \lambda\xi J_3$)

Дайки среднего состава в количественном отношении уступают кислым. Всего в районе их зафиксировано десять.

По составу резко преобладают дайки диоритовых порфиритов, составляющие более 60 % от общего количества закартированных даек. В единичных случаях отмечены дацитовый порфир, керсантит и интрузивный липарито-дацит. Иногда дайки нацело изменены в результате гидротермальных процессов и их первичный состав не поддаётся определению.

Диоритовые порфиры ($\delta\mu J_3$)

Наиболее распространены на водоразделе р. Тараканьего и р. Ирюнджи, в верховья руч. Гранитного, на правом берегу р. Адычи на водоразделе руч. Весёлый-Полярник. В последнем случае дайка имеет СВ простираение. Простираение всех остальных даек северо-западное.

Макроскопически представляют собой плотную мелкозернистую породу с зеленоватым оттенком с порфирированными вкраплениями тёмноцветного минерала. Длина тел до одного километра. Мощность колеблется от десятков сантиметров до 1 метра.

Керсантит (χJ_3)

Представлен в виде дайки северо-западного простирания встречен на водоразделе р. Тараканьего и р. Ирюнджи. Дайка параллельна упомянутой выше дайке и располагается в 200 м восточнее последней. Представляет собой серую со слабым зеленоватым оттенком среднезернистую породу. Отмечается значительное количество биотита. Дайка сульфидизирована. Сульфид представлен арсенопиритом.

Дацитовый порфир (ξJ_3)

Встречен в виде одной дайки СЗ простирания на водоразделе Тараканий-Ирюнджа. Представляет зеленовато-серую, мелкозернистую породу с порфирированной структурой.

Липарито-дацит ($\lambda \xi J_3$)

Дайка встречена в правом береговом обнажении р. Адычи в 750 метрах ниже устья р. Полярник. Простирание субмеридиональное, азимут падения 276° , угол падения 45° . Мощность составляет 30 см. Дайка слепо выклинивается, имея закруглённое окончание. В противоположную сторону скрывается в русле Адычи и по простиранию не прослежена. Представляет собой тонкозернистую породу тёмно-серого цвета с массивной текстурой.

Дайки основного состава (βT_3)

В районе представлена единственной дайкой долеритов, встреченной в Астахском обрыве (левое береговое обнажение р. Адычи у нежилого пос. Астах). Азимут падения 295° угол падения 44° , мощность около двух метров. Дайка прослежена на протяжении 600 метров. прорывает породы карнийского яруса. Контакты с вмещающими породами резкие. Осадочные породы в приконтактной части на расстояние до 5 метров приобрели стекловидный облик.

Макроскопически представлен тёмно-зелёной до чёрной с зеленоватым оттенком мелкокристаллической очень плотной породой.

2.3. Гидротермальные образования

Гидротермальные образования в исследуемом районе развиты повсеместно. Морфологически представлены жилами, прожилками, четковидными телами, реже штокверкового типа зонами. Протяженность жил колеблется от 1-5 м до 100-200 м, мощность от 3-5 см до 2-3 м. В замковых частях мелких антиклинальных складок иногда образуют зоны прокварцевания штокверкового облика. Площадь таких зон не превышает 5-10 м².

По минералогическому составу среди гидротермальных образований выделяются:

- кварцевые жилы и прожилки, они сложены на 96-99 % молочно-белым сливным кварцем;
- карбонатные жилы и прожилки распространены ограниченно и встречаются в единичных пунктах, где выполняют зоны дроблений;
- карбонатно-кварцевые жилы с сульфидами развиты в периферийной части ореола контактово-метаморфических пород и в единичных дайках. Представлены обохренными зернистыми кальцитово-кварцевыми агрегатами с брекчиевидными включениями вмещающих осадочных пород и неравномерной сульфидной вкрапленностью. В минералогическом составе жил преобладают кварц (10-80 %), желтоватый или молочно-белый кальцит (10-90 %), галенит (от долей % до 5 %), пирит, пирротин (доли %);
- сульфидно-кварцевые жилы встречаются в зонах крупных разрывных нарушений. Сложены обычно молочно-белым кварцем. Из сульфидов отмечаются арсенопирит, галенит, пирит, значительно реже сфалерит. Количество сульфидов не превышает 2 %;
- мусковит-кварцевые жилы. Сложены на 95 % молочно-белым, слабо обохренным кварцем. Включения мелкочешуйчатого мусковита составляют около

5% жильного материала. Многочисленные включения вмещающих пород, всегда хлоритизированные;

- кварц-турмалиновые жилы состоят из кварца (20-50 %), турмалина (50-80 %) рудного минерала, мусковита, лимонита, апатита, циркона. Рудные (шеелит, вольфрамит, арсенопирит, редко золото) образуют прожилки, скопления;

- кварц-сульфидные и кварц-карбонат-сульфидные жилы, брекчированные жильные породы, которые сложены кварцем (40-80 %), сульфидами (5-45 %), карбонатом, обломками вмещающих пород. Рудные минералы представлены арсенопиритом, галенитом, пиритом, халькопиритом, золотом.

2.4. Контактново-метаморфизованные породы

Контакново-метаморфизованные породы имеют ограниченное распространение и слагают, главным образом, приконтактовые ореолы гранитных интрузий. Иногда встречаются в виде самостоятельных, изолированных от интрузий участков, фиксируя, по-видимому, не вскрытые части интрузивов.

Ширина метаморфического ореола Ирюнджинской интрузии составляет от 200 до 600 м, лишь в двух случаях, на востоке интрузии и с ЮЗ её оконечности она достигает полутора километров.

Вокруг Ченкеленьинской интрузии ширина контакново-метаморфической полосы равняется 300-500 м, с резкими выступами в ЮВ и З направлениях шириной 1300 и 3000 метров, соответственно.

По составу породы подразделяются на:

1. Роговики и ороговикованные сланцы;
2. Кордиеритовые сланцы;
3. Хиастолит-углистые сланцы.

Роговики непосредственно контактируют с изверженными породами или находятся вблизи контакта. Представляют очень плотные от тёмно-серого до серого цвета породы с пятнистой текстурой.

Кордиеритовые сланцы наиболее распространены среди контактово-изменённых пород и представляют собой плотную тёмно-серую, почти чёрную, породу с пятнистой текстурой, обусловленную наличием порфиробластических включений кордиерита.

Хиастолит-углистые сланцы встречены только на СВ экзоконтакте Ирюнджинской интрузии, где они распространяются на площади примерно в 1,5 км². Представляют тёмные до чёрного породы в большей или меньшей степени рассланцованные, со светлыми призматическими включениями (толщиной до 4 мм и длиной до 4 см) хиастолита [85].

2.5. Геоморфологическое строение территории

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 [85].

С юга на север район пересекает поверхность 75 метровой террасы р. Адыча шириной до 6 км.

В западной части района имеется полоса мелкогорья, вытянутая с ЮВ на СЗ. Ширина её на ЮВ до 3 км, на СЗ она расширяется до 13 км. Абсолютные отметки высот здесь значительно ниже (до 700 - 900 м). Область мелкогорья отличается от остальной территории пологими склонами и плоскими водоразделами.

В районе наблюдаются тундровые медальоны, бугры пучения каменные поля и другие микроформы рельефа.

Среднегорье занимает примерно 60 % от всей территории района. Вершины гор конусовидные. Крутизна склонов отличается на 5-15°. Водоразделы имеют узкую гребневидную, зубчатую форму. На водоразделах часто встречаются выступы коренных пород высотой до 5 м, сложенные обычно песчаниками. По крутизне склонов выделяется два типа: обвально-осыпные с отдельными коренными останцами, имеющие уклон от 30° до 45° и крутые склоны, обычно без делювия и уклонами от 25 до 45°.

Обвальнo-осыпные склоны приурочены к участкам с наибольшими высотами гор и распространены на междуречье Няндельги и Последнего, в верховьях руч. Белка, Полярник, Разлогий. Часто водоразделы, разделяющие обвальнo-осыпные склоны, зубчатые. Их отличием является значительное количество выступов коренных пород, дающих осыпи. Мелкозем в осыпях отсутствует, растительности нет. Наиболее широко они распространены на территории развития пород верхней свиты карнийского яруса.

Преобладает в среднегорье второй тип - крутые склоны, которые в верховьях ручьёв полностью лишены растительности и дёрна. Делювий обычно представлен обломками пород различной величины. Водоразделы крутые, острые, узкие. Мощность делювия от 2 м в верхней части склона до 6 м у подножья.

Долины ручьёв в среднегорье обычно имеют V-образную поперечную форму. В их верховьях ширина дна колеблется от 10 до 50 м, дно с многочисленными щётками. Террасы развиты слабо.

Мелкогорный рельеф занимает около 20 % территории. Мелкогорье вытянуто с ЮВ на СЗ в виде расширяющейся полосы. Вершины большинства гор столбообразные, с многочисленными каменными полями. В поперечнике ширина площадок достигает 500 м. Обычно они вытянуты вдоль общего направления водораздела. Водоразделы широкие сглаженные, часто поверхность их плоская, почти горизонтальная, особенно в центральной части. Наклон в сторону тальвегов постепенно возрастает.

Спуски от вершин к седловинам, разделяющие долины небольших ручьёв, часто осложнены нагорными террасами. Наибольшее их количество имеется на водоразделах Тараканий-Ченкеленья, Ченкеленья-Кудрявая и на Ирюнджинской интрузии. Поверхность площадок ровная. Высота уступов 10-20 м, уклон их 20-30°. Расстояние от бровки до тылового шва от 100 до 300 м, ширина площадок от 50 до 200 м. Склоны долин мелкогорья резко отличаются от склонов среднегорья. Крутизна их обычно 6-15°, изредка до 20°. Склоны задернованы и залесены, коренные выходы отсутствуют. На склонах мелкогорья широко развиты солифлюкционные микроформы рельефа: террасы, валы и пр.

Размеры террас обычно незначительны по площади. Ширина террас от 5 до 100 м, длина от бровки до тылового шва от 3 до 20 м. Высота уступов колеблется в пределах 0,5-5 м. Уступы задернованы, поверхности площадок обычно наклонены от тылового шва к бровке с уклоном от 1 до 50. Большого и быстрого смещения делювия по пологим склонам не происходит, коренные породы разрушаются до супесей и суглинков. Более легкие частицы скорее уносятся в результате суффозии и поверхностными водами, а более тяжелые частицы остаются.

На пологих склонах с значительным количеством мелкозема в делювии, предположительно, могут образовываться делювиальные россыпи тяжелых минералов. Долины мелких ручьев, в которых отсутствует надпойменные смешанные террасы, на территории мелкогорья имеют V-образную форму поперечного сечения с пологими задернованными склонами. В долинах иногда наблюдается асимметричность склонов, связанная с различной их экспозицией. В районе работ широким распространением пользуются конусы выноса. Особенно часто они наблюдаются в среднегорье. Материал их представлен супесью, суглинком, песком с примесью обломков коренных пород с закруглёнными углами. Чем меньше конус, тем меньше в его отложениях мелкозёма, и больше обломков пород.

Широким развитием в районе работ пользуются речные террасы нескольких эрозионных уровней. Так, в долине р. Адыча зафиксированы (рис.2.2):

- 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. Адыче 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.

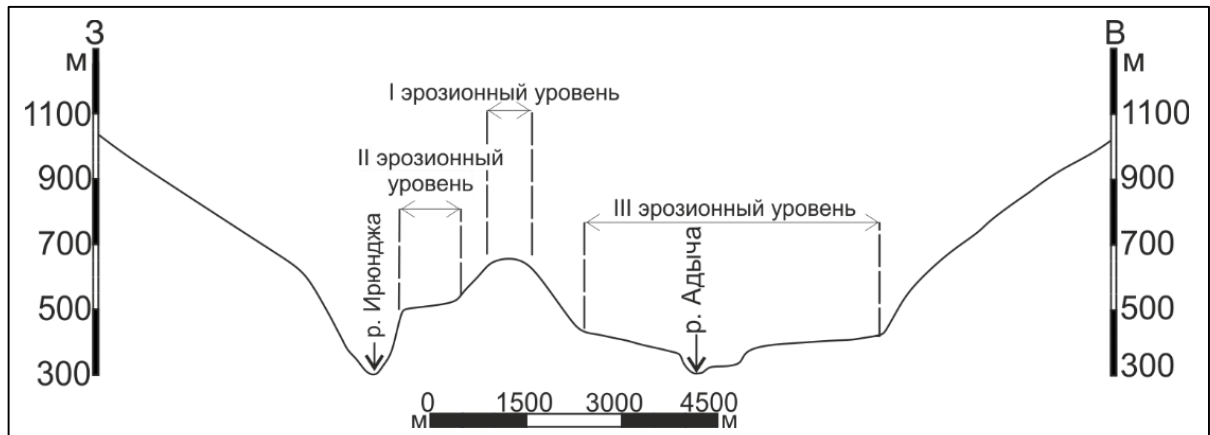


Рисунок 2.2 Гипсометрический профиль через долину р. Адыча.

Высота бровок над руслом уменьшается вверх по долине водотока. Особенно хорошо это явление наблюдается при прослеживании в небольших ручьях первой надпойменной террасы. В приустьевой части ручьев и рек высота ее 3-4 м, а в верховьях- 0,6-1,0 м [73, 78, 93, 97].

2.6. Полезные ископаемые

Основными полезными ископаемыми территории являются олово, золото и сурьма. В 1937 г. Ю.А. Билибин дал высокую оценку району, однако последующие работы [28, 77, 80, 82, 86, 87, 92, 94, 95, 99, 101] несколько снизили перспективы бассейна, переведя район в разряд средне перспективных.

Размещение полезных ископаемых в пределах зоны подчинено крупным структурным элементам района. Золотая и золото-сурьмяная минерализация приурочена к Адыча-Тарынской зоне разломов и зоне Чаркы-Индибирского надвига, протягивающихся более чем на 700 км с юго-востока (устье р. Нера) на северо-запад (до месторождения Сентачан и Лазовской группы россыпей) и образующих Адычанскую золотоносную и Адыча-Тарынскую золото-сурьмяные минерагенические зоны. Поперечные ряды (Дербек-Нельгесинкий, и др. [84])

контролируют размещение месторождений олова [77], вольфрама, серебра и полиметаллов.

Проявления нерудных полезных ископаемых и строительных материалов района остаются практически не изученными, хотя они широко распространены и разнообразны.

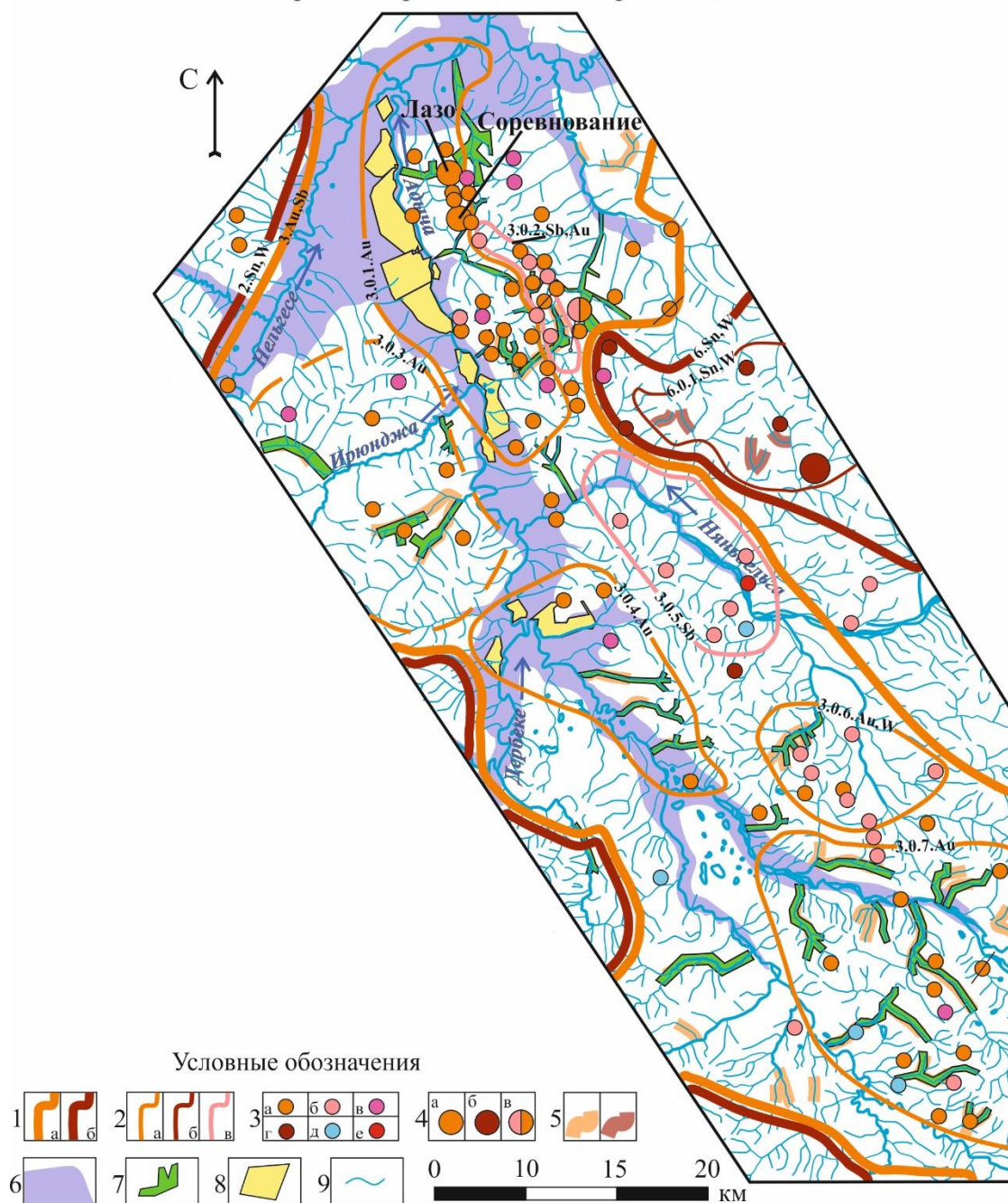
Из нерудных полезных ископаемых на левобережье р. Ирюнджа установлено проявление горного хрусталя, не представляющее практического интереса. Оно приурочено к зоне экзоконтакта гранитного массива и представлено жилами белого сливного кварца.

Отдельные исследователи указывают, что в качестве строительных материалов в районе могут быть использованы граниты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, галечники, гравий, песок, супеси и суглинки [85, 89]. Галечники и гравий террасовых, пойменных и русловых отложений рек можно использовать как балласт при дорожном строительстве и в качестве наполнителя бетона.

2.6.1. Золоторудные объекты района среднего течения р. Адыча

Главным полезным ископаемым территории является золото (рис.2.3). Золоторудные проявления относятся к двум разновозрастным рудным формациям: малосульфидной золото-кварцевой и антимонит-золото-кварцевой [49, 96, 98, 100].

Схема распределения месторождений россыпного золота
в районе среднего течения реки Адыча



1. Минерагенические зоны: а-золото-сурьмяная (3. Au, Sb-Адыча-Тарынская сурьмяно-золоторудная минерагеническая зона), б-вольфрамово-оловорудная и золото-вольфрам-оловорудная (2. Sn, W Адычанская золото-вольфрам-оловорудная минерагеническая зона, 6. Sn, W-Бургавли-Чалбинская вольфрамово-оловорудная минерагеническая зона; 2. Рудные и руднороссыпные узлы (а-золотые, б-вольфрамовые, в-сурьмяные): 3.0.1. Au-Лазовский золоторудно-россыпной узел, 3.0.2. Sb, Au-Сентачанский золото-сурьмянорудный узел, 3.0.3. Au-Ченкеленьинский прогнозируемый золоторудно-россыпной узел, 3.0.4. Au-Полярникский золоторудно-россыпной узел, 3.0.5. Sb-Нендельгинский потенциальный сурьмянорудный узел, 3.0.6. Au, W-Нитканский вольфрамово-золоторудно-россыпной узел, 3.0.7. Au-Делакагский золоторудно-россыпной узел, 6.0.1. Sn, W-Бургавлийский вольфрамово-оловорудно-россыпной узел; 3. Пункты минерализации: а-золото, б-сурьма, в-вольфрам, г-олово, д-цинк, е-ртуть; 4. Рудопроявления: а-золото, б-вольфрам, в-золото-сурьмяное; 5. Ореолы рассеяния: а-золото, б-сурьма; 6. Поверхность террасы III эрозионного уровня реки Адыча; 7. Россыпные объекты водотоков 1-4 порядков; 8. Россыпи отложений террасы III эрозионного уровня; 9. Водотоки

Рисунок 2.3 Схема распределения рудных объектов в среднем течении р. Адыча.

Малосульфидная золото-кварцевая формация

Рудные образования малосульфидной формации представлены среднетемпературными кварцевыми жилами, прожилками и минерализованными зонами дробления, в которых кроме небольшого количества сульфидов почти всегда присутствует шеелит. Жильные минералы, кроме кварца, представлены хлоритом, кальцитом и турмалином. Среди рудных отмечаются арсенопирит, халькопирит, галенит, шеелит, касситерит, минералы висмута, рутил. Пробность золота не высокая – от 550‰ до 700‰. Объекты данного типа представлены в исследуемом районе широко – рудопроявления Лазо, Соревнование, Делювиальный (рис.2.4), Полярник, Учуй, Вьюн и пр.

Золото-кварцевая минерализация тесно связана с развитием складчатых структур Адычанского района. В зависимости от морфологических особенностей складок золоторудная минерализация локализуется либо в пределах широких пологих сводов и (или) крутопадающих крыльев коробчатых антиклиналей, либо вдоль осевой части узких линейных антиклиналей и синклиналей [30, 76]. Рудные тела представлены жильно-прожилковыми образованиями, среди которых:

- межпластовые жилы;
- внутрипластовые зоны прожилкования;
- короткие пологие линзовидные жилы;
- субвертикальные прожилки в трещинах кливажа;

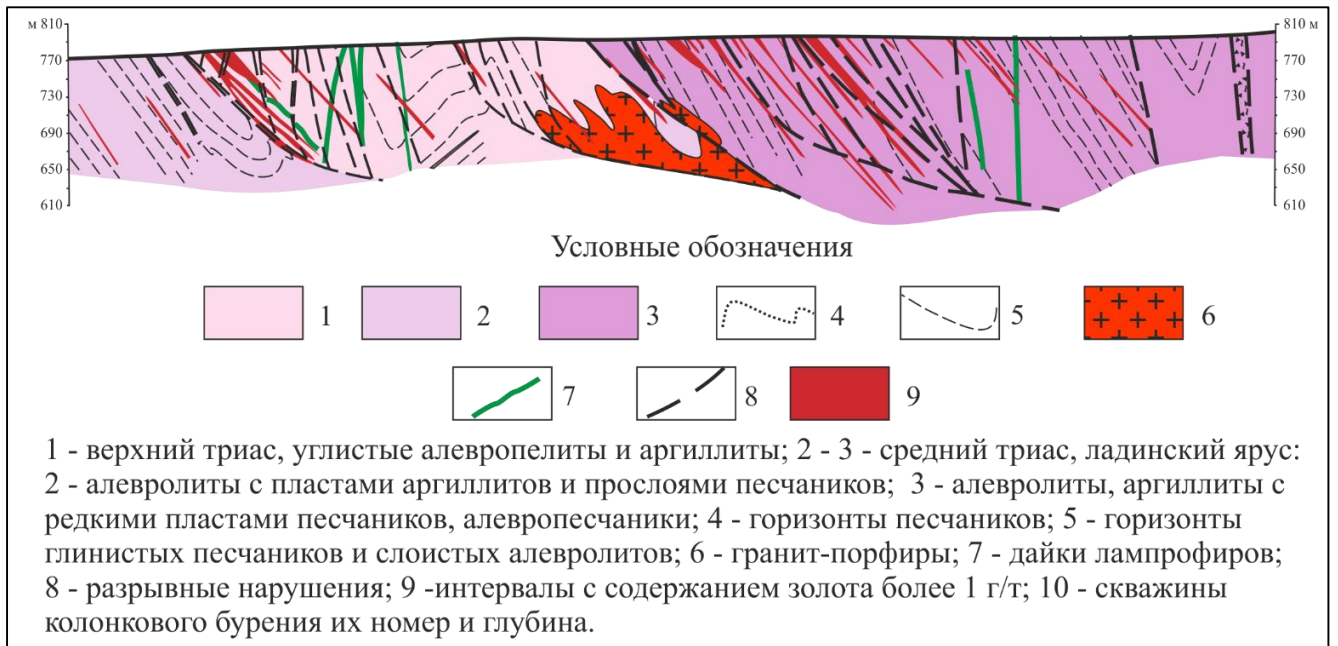


Рисунок. 2.4 Разрез месторождения Делювиальный. По данным Белокрылова (1980) с упрощениями.

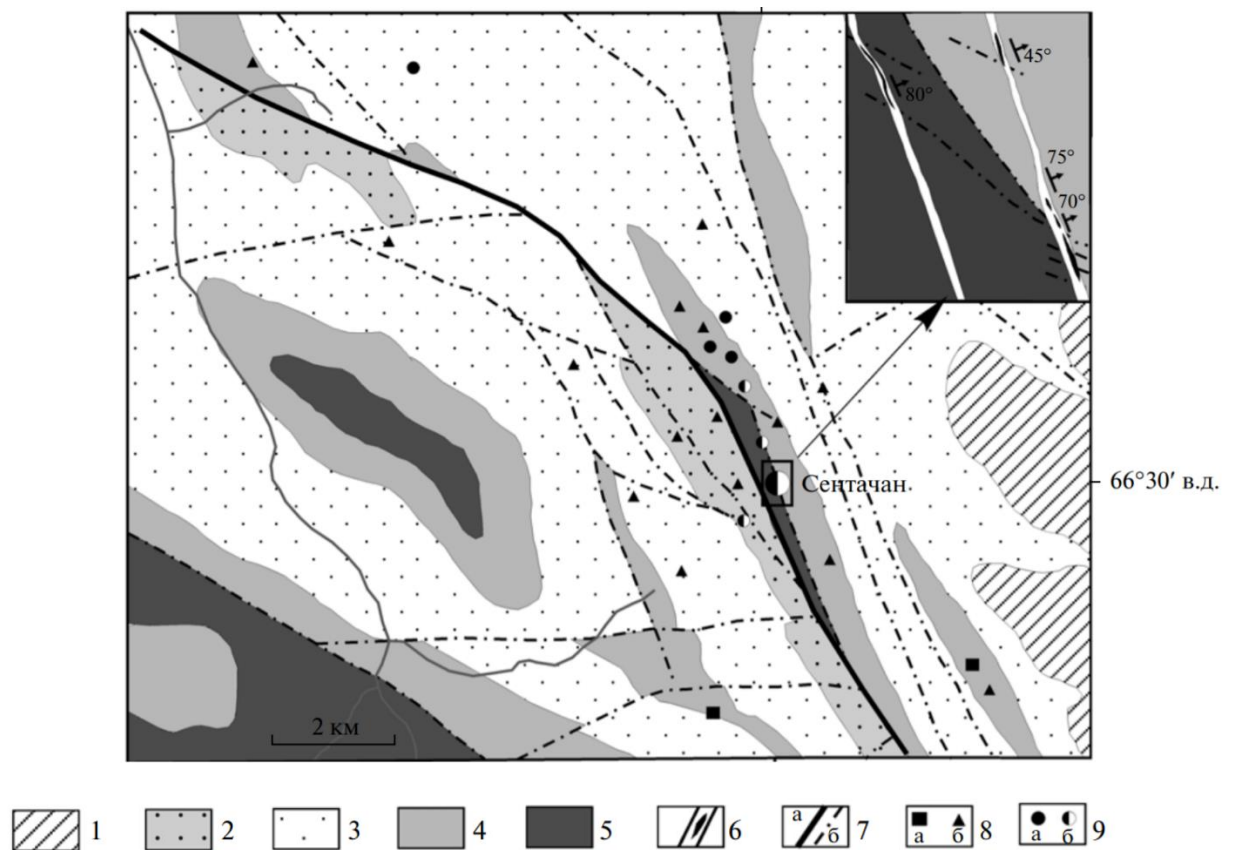
Золото-антимонит-кварцевая формация

Золотосурьмяные проявления значительно отличаются от обычных для района золоторудных проявлений как по количеству сульфидов, так и по минеральному составу [8], при этом именно наличие и содержание антимонита является определяющим фактором этого различия. Минеральный состав: жильные — кварц, кальцит, реже — хлорит; рудные — антимонит, арсенопирит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, спорадически — шеелит и вольфрамит. Золото средней (800‰-900‰) и высокой (более 940‰) пробы. Данный тип оруденения представлен в исследуемом районе несколькими объектами: месторождение Сентачан, рудопроявления Тихое, Бизон, Прощальное и др.

Месторождение Сентачан [4, 6, 10, 29, 32, 33].

Золото-сурьмяное месторождение Сентачан содержит весьма богатые руды: сурьма 24,6 %, золото 38,2 г/т и серебро 13,4 г/т. Запасы сурьмы (более 230 тыс. тонн), с учетом забалансовых, составляют 41 % от всех запасов сурьмы Республики Саха. Месторождение с 1983 г. поставлено в резерв, а в 1988 г. передано на баланс прииска «Адычанский». Прогнозные ресурсы по месторождению и его флангам оцениваются в количестве до 70 тыс. тонн сурьмы.

Сентачанское рудное поле представлено антиклинальной структурой. Богатые золото-сурьмяные тела приурочены к Сентачанскому разлому, разделяющим верхнетриасовые песчаники и алевролиты. Сентачанское месторождение (рис.2.5) представлено многочисленными гидротермальными образованиями: малосульфидные кварцевые и кварц-карбонатные жилы прослеживаются по простиранию на десятки - сотни метров [22]. Зоны окварцевания в пластах мелко- и среднезернистых песчаников представляют серии прожилков, параллельных напластованию песчаников и секущих их. Мощности прожилков от одного до десятков сантиметров, мощности зон — 5-10 м. Линейные зоны дробления с кварц-антимонитовым цементом имеют большую протяженность. Антимонитовые рудные тела приурочены к зонам дробления терригенных пород [10].



Схематическая геологическая карта месторождения Сентачан (Владимиров, 1977).

1–5 – терригенные породы: 1 – песчаники (J_2), 2 – алевролиты (T_3n_3+r), 3 – песчаники с линзами конгломератов (T_3n_3), 4 – алевролиты с прослоями песчаников (T_3n_2), 5 – алевролиты (T_3n_1); 6 – минерализованные зоны смятия и дробления (черное – рудные тела); 7 – разрывные нарушения: Адыча-Тарынский разлом (а), второстепенные разломы (б); 8, 9 – месторождения и рудопроявления: 8 – кварц-вольфрамитовые (а), малосульфидные золото-кварцевые (б), 9 – антимонитовые (а), золото-антимонитовые (б).

Рисунок 2.5 Схема геологического строения месторождения Сентачан [10].

Основными жильными минералами являются кварц [35] и антимонит, присутствуют карбонаты, пирит, пирротин, арсенопирит, сфалерит, тетраэдрит. В приповерхностной части рудных тел развиты сурьмяные и железные охры [26].

Таким образом, несмотря на значительный объём поисковых и разведочных работ, проведённых в районе, слабо изученными остаются многие проявления золота. Месторождения, как правило, разведаны только с поверхности и не оконтурены. Шурфовочными работами в различной степени к настоящему времени охвачено 162 водотока района. В целом ряде долин установлены промышленные и непромышленные концентрации золота. Некоторые частично отработаны; материалы разведки по некоторым участкам не сохранились. В аллювии целого ряда ручьёв и рек в шлиховых пробах содержится до 10 г/м^3 и более золота. Уровень эрозионного среза района среднего течения р. Адыча также не изучен, что затрудняет прогнозирование золоторудных объектов.

2.6.2. Россыпные объекты района среднего течения р. Адыча

Россыпи золота в возрастном отношении подразделяются на раннечетвертичные, позднечетвертичные и голоценовые [85].

Раннечетвертичные россыпи приурочены к древним тальвегам 70-100 метровых террас или неотектоническим впадинам. Образование их происходило за счёт интенсивного высвобождения золота в зонах окисленных рудных тел и переводе его в сферу деятельности водотоков.

Позднечетвертичные и голоценовые россыпи приурочены к низким и высоким террасам, поймам, руслам и косам современных водотоков. Образование их происходило как за счёт частичного или полного переотложения более древних россыпных концентраций, а также за счёт поступления металла из коренных источников.

По условиям залегания и морфологическим особенностям выделяются россыпи русловые (в т.ч. современных каньонов и косовые), долинные и террасовые (низких террас; террас 70-100 метрового уровня; погребённые в древних тальвегах).

Русловые россыпи современных каньонов характеризуются малой мощностью аллювия (от 0 до 0,8 метров), неравномерным гнездовым и струйчатым распределением золота. Ширина россыпей определяется, как правило, шириной днища каньона. Эти россыпи имеют широкое распространение и выявлены (частично отработаны) в долинах ряда водотоков (ручьи Ченкеленья, Тараканий и др.).

Наличие современных россыпей предполагается в современном каньоне р. Адыча на участке от устья руч. Полярник и ниже по течению. Шлиховым опробованием косовых отложений здесь установлены содержания золота в некоторых пробах до 50 г/м³ [85]. Ниже руч. Полярник в 1959-90 гг. пройдено несколько шурфовочных линий, показавших по ряду выработок содержания золота от 1,0 до 3,16 г/м³ [102].

Долинные (пойменные) россыпи представлены в районе наиболее широко. Они расположены, как правило, в средних частях долин и ближе к устью переходят либо в россыпи современных каньонов, либо разубоживаются и выклиниваются. По характеру распределения металла они обычно являются струйчатыми. Золотоносный пласт приурочен к нижним частям рыхлых отложений, приплотиковому аллювию и трещиноватым коренным породам, либо залегает на контакте аллювиальных галечников с песчано-глинистыми и глинистыми слоями «ложного» плотика. К долинным относится россыпь руч. Полярник.

Россыпи нескольких террас известны в бассейне руч. Весёлый. Они имеют струйчатый характер. Золото концентрируется в приплотиковом аллювии и трещиноватых породах плотика. Россыпи залегают на смешанных или аккумулятивных террасах метрового уровня.

Наиболее рентабельными в районе являются мелкозалегающие россыпи 70-100 метровых террас р. Адыча (отложения террасы III эрозионного уровня). Эти россыпи обладают значительными запасами металла, часть из них в настоящее время отрабатывается. Аллювиальные отложения высоких террас золотоносны на больших площадях, однако распределение золота в них как в плане, так и по вертикали весьма неравномерное. Повышенные содержания встречаются в широких струях, среди которых выделяются контуры промышленных содержаний. Такие золотоносные участки выявлены на 75-метровой террасе р. Адыча в районе руч. Самыр.

К погребённым россыпям неотектонических впадин относятся россыпи ручьёв Тараканий, Ченкеленя. Промышленная ценность выявленных россыпей несомненна. Для примера, погребённая россыпь руч. Ченкеленя была разведана на протяжении 1730 м и представляет собой в плане пластовую 90-метровую залежь со средней мощностью песков 2,0 м; среднее содержание золота-12 г/м³.

Шлиховым опробованием водотоков охвачен практически весь район работ. Однако, степень изученности и достоверность результатов в различных местах неодинакова.

Наиболее достоверные данные, соответствующие масштабу 1:50 000, получены в полосе вдоль долины р. Адыча (работы Средне-Адычанской ГРП [85]). На других площадях шлиховые пробы отбирались по более редкой сети. Некоторые работы прошлых лет вызывают сомнения в качестве их исполнения. Так, например, в котловинной части р. Ирюнджа в 1944-45 гг. проводились исследования масштаба 1:50 000. По шлиховому опробованию ни в одном из водотоков в этом интервале долины не отмечалось золото. В то время, как партией Лаврухина В.А. [85], были зафиксированы промышленные концентрации золота.

Минералы золота, олова и вольфрама встречаются по району в долинах многих ручьёв и рек. В шлиховых пробах отмечается среднее содержание золота от знаков до 20 г/м³, касситерита от знаков до 200 г/м³, от знаков до 50 г/м³ - вольфрамита и шеелита. Золото от знаков до 7,0 г/м³ часто присутствует в пробах, отобранных вдоль бровки высокой террасы р. Адыча.

Полезные компоненты фиксируются в единичных шлиховых пробах, но нередко знаковая зараженность аллювия отмечается на значительных интервалах по долине реки. Иногда на фоне сплошной знаковой золотоносности отмечаются небольшие весовые содержания металла в отдельных пробах.

Частое присутствие даже знаков золота в шлиховых пробах, которые обычно отбираются из самых верхних слоёв рыхлых отложений, позволяет ожидать концентрации металла на глубине [25] в нижних горизонтах аллювия, и планировать поисковые и оценочные работы в долинах таких ручьёв и рек, как Куранах, Сухой, Тубут, Пожелание и др. Выявление в неотектонических впадинах района промышленных россыпей золота выдвигает в ряд перспективных объектов идентичных в структурно-металлогеническом положении и строении впадины р. Ирюнджа и нижнего течения р. Нельгесе [74, 75, 101].

Отдельно следует выделить техногенные россыпи золота, сформировавшиеся в результате обработки исходных аллювиальных россыпей [57]. К таким россыпям относятся: руч. Куранах с притоком руч. Снежный, руч. Ченкельня, руч. Тараканий, руч. Медвежий, руч. Гранитный и пр. (всего 15 объектов). Обработка аллювиальных россыпей производится с 1970-ых годов по

настоящее время. Отличительная особенность техногенных россыпей – малая мощность вскрышных пород и, как правило, высокие содержания золота в эфелях. Также следует отметить неоднократность отработки некоторых объектов (руч. Снежный, руч. Куранах). Особый интерес для недропользователей представляют объекты, отработанные в 1980-х и 1990-х годах (руч. Ченкельня, руч. Куранах, руч. Медвежий) – когда имела место кустарная неполная, иногда хищническая отработка россыпей в 1990-х годах. Совершенствование технологий добычи при отсутствии данных об отработке многих россыпей в районе делает целесообразным исследование техногенных отложений.

Классификация россыпей

Россыпи района среднего течения р. Адыча по геолого-геоморфологической позиции разделяются на две группы: первая - террасовые, приуроченные к отложениям террасы III эрозионного уровня р. Адыча; россыпи аллювиальные и террасовые водотоков 1- 4 порядков [23, 24]. В районе среднего течения р. Адыча на участке Адыча-Тарынской минерагенической зоны Государственным балансом учтены запасы по 40 россыпным объектам. Суммарные запасы россыпного золота категорий C_1+C_2 составляют порядка 36 т (рис.2.6).

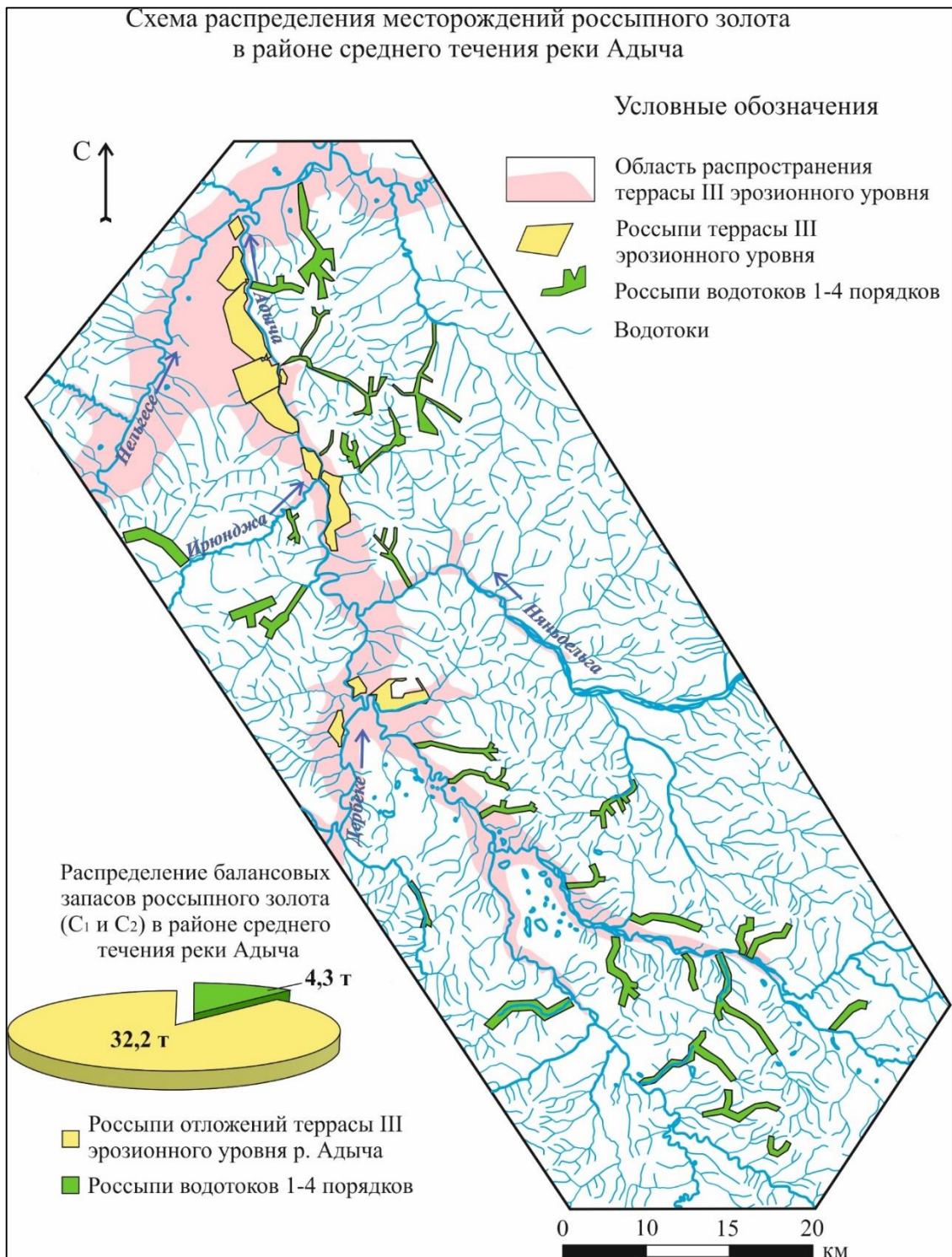


Рисунок. 2.6 Схема распределения месторождений россыпного золота в районе среднего течения р. Адыча.

Россыпи отложений террасы III эрозионного уровня р. Адыча

На сегодняшний день наиболее важным промышленным объектом в исследуемом районе [85] являются россыпи отложений эрозионной Адычанской террасы 75-ти метрового уровня (III эрозионный уровень). К этой группе относятся

11 россыпей с суммарными запасами золота категорий C_1+C_2 более 32 тонн. Обработка этих месторождений началась еще в 1970-х годах (месторождений Лазо) и продолжается до сих пор.

Россыпные месторождения данного типа характеризуются относительно невысокими содержаниями полезного компонента, но в то же время достаточно большими площадями распространения. Распределение золота в таких месторождениях весьма неравномерное [24], что характерно для террасовых россыпей [58, 74]. Так, на Южном участке месторождения Чугас, средние содержания шлихового золота по выработкам в промышленном контуре колеблются от 0,17-0,23 до 2,65-4,17 г/м³. Максимальные содержания, как правило, приурочены к щебнистому слою или самой верхней части коренных пород (0,2-1,0 м). Источник россыпей террас III эрозионного уровня до сих пор не установлен.

Очевидно, в процессе развития долины р. Адыча часть террас I и II уровней была эродирована, а отложения перенеслись на более молодую террасу III уровня. Однако, при проведении в 1959 году [85] поисковых работ масштаба 1:50 000, включавших в себя в том числе и проходку шурфов по отложениям террас эрозионных уровней, золотоносность отложений террас I и II уровней подтверждена не была. Предполагается, что причиной тому стала недостоверная поисковая сеть. Так, например, на стрелке р. Ирюнджа и р. Адыча по террасе I эрозионного уровня не было пройдено ни одного шурфа, а по террасе II эрозионного уровня на той же стрелке пройдено два шурфа: глубиной 2,6 и 2,8 м соответственно, в которых знаков золота обнаружено не было. Отсутствие золота в отложениях эрозионной террасы II уровня может быть объяснено недостаточным количеством пройденных шурфов [1, 36], не позволяющим выявить золотые концентрации, которые часто имеют неравномерное (струйное, гнездовое и пр.) распределение, а также недостаточной углубкой выработок.

Аллювиальные россыпи водотоков 1-4 порядков

Во вторую группу входят россыпи современных речных долин (водотоков 1-4 порядков) в количестве 27 объектов: террасовые, аллювиальные,

комбинированные, с суммарными запасами категорий C_1+C_2 порядка 4,3 т (средние содержания металла в россыпях составляют от 0,54 до 12 г/м³). В данную группу входят относительно молодые россыпи, поэтому появляется возможность установления типа их источников и, в некоторых случаях, их локализация.

По типу шлихового золота, россыпи водотоков 1 - 4 порядков явно разделяются на две группы. К первой относятся россыпи со средне и хорошо окатанным золотом. К второй – россыпи с золотом субрудного облика и низкой степенью окатанности.

Источником россыпей золота могут являться как коренные скопления металла, так и его промежуточные аккумуляции. Вопросы выявления источников золотых россыпей – важная практическая задача при прогнозных и поисковых геологоразведочных работах [11].

Россыпи аллювиальные с коренным источником

В среднем течении Адычи россыпи с предположительно коренным источником делятся на русловые (водотоков 1 - 4 порядков), террасовые – россыпи ранних циклов развития речных долин, элювиально-делювиальные – пространственно связанные со скоплениями элювия и делювия (такие россыпи расположены в непосредственной близости к рудному источнику).

Изучение потоков и россыпи золота позволяют локализовать коренные объекты, являвшиеся источником этих образований [60, 61]. По характеру золота и его распределению можно определить удаленность россыпи от коренного объекта, образовавшего ее. Так, например, месторождение Лазо-рудный питало россыпь Лазо, которая относится к русловому типу. Россыпь приурочена к руч. Лазо от его устья и до устья руч. Рудный и далее вверх по нему. В настоящее время россыпь отрабатывается. Она представляет собой узкую извилистую лентообразную залежь, морфология которой полностью определена морфологией современного каньона. Ширина россыпи редко превышает 10-15 м. На отдельных участках торфа практически отсутствуют. Общая мощность достигает 4,0 м. Мощность песков колеблется от 0,2 до 3,6 м. От других разрабатываемых россыпей сопредельных

территорий россыпь Лазо-Рудный отличается высокими содержаниями и вертикальными запасами золота. Содержания золота по россыпи изменяются от 1 до 35-40 г/м³, средние содержания в балансовых контурах составляют 1,4-2,05 г/м³.

Россыпь является возобновляемой, учитывая, наличие многочисленных коренных источников и значительную крутизну склонов и бортов долин ручьев. Золотины рудного облика встречаются на протяжении всей россыпи от коренного рудопроявления Лазо в верховьях руч. Рудного до устья руч. Лазо. Мелкого золота в россыпи мало из-за крутого продольного уклона долины. Видимо, мелкие фракции рассеивались и выносились в долину р. Адычи. В россыпи количество золота крупнее 1 мм превышало 80 %. Встречаются мелкие самородки весом 1 - 3 г, как правило, в сростках с кварцем. Средняя пробность золота составляет 845 ‰ [91].

Золото, поступившее в россыпь непосредственно из коренного источника, обладает характерными особенностями. В общем, для такого золота характерны следующие признаки:

1. Слабая степень окатанности золотин. Золотые россыпи с источником в виде коренного рудопроявления, как правило, образуются в пределах первых десяти километров от источника. Поэтому в таких россыпях золото обладает весьма слабой степенью окатанности. Часто такие золотины называют «субрудными».

2. Наличие сростков золота с минералами. Безусловно, минеральный состав руд на каждом коренном объекте уникален. Для большинства месторождений характерно наличие минералов-спутников, с которыми золото зачастую образует сростки (например - галенит, пирит, сфалерит и пр. сульфиды; кварц). Количество золотин в сростках с минералами характеризует удаленность россыпи от рудного источника.

Крупность золотин в россыпях обусловлена ее удаленностью от коренного источника. Чем ближе россыпь к коренному источнику, тем крупнее в ней золотины. Тяжелая шлиховая фракция в таких россыпях представлена рудными

минералами, присутствующими в коренном источнике (галенит, магнетит, пирит и пр.) [3].

Россыпи аллювиальные с источником в виде промежуточного коллектора

Промежуточный коллектор – выведенная в зону денудации и размыва толща рыхлых или литифицированных пород, содержащая обломочные зерна россыпеобразующих минералов. Промежуточный коллектор может служить основными или дополнительным источником питания россыпей. Нередко характеризуется низкими и весьма неравномерными содержанием полезного компонента; иногда представляет собой самостоятельное промышленное месторождение. Типичные промежуточные коллекторы - древние (протерозойские, палеозойские, мезозойские) конгломераты, гравелиты, песчаники различного генезиса, являющиеся важным источником питания золотых россыпей. Другую группу составляют подвергающиеся перемиыву рыхлые четвертичные металлоносные отложения, из которых полезный компонент переотлагается в более молодые россыпи [7, 21].

В качестве промежуточного коллектора в районе среднего течения р. Адыча могут выступать отложения древних террас (I, II, III эрозионных уровней).

Золото, поступившее в россыпь из промежуточного коллектора, обладает некоторыми особенностями:

1. в силу многоэтапности и длительности процесса переноса материала, золото имеет среднюю-высокую степень окатанности. Отсутствуют золотины «субрудного» облика;
2. отсутствуют сростки с минералами. Контрастные физико-химические условия формирования таких россыпей обеспечивают разрушение минералов, находящихся в сростании с золотом. Однако, микровключения минералов могут сохраниться внутри золотинов (галенит, пирит, магнетит, кварц и пр.).
3. Существенно разная пробность золота, как и его различный химический состав также может указывать на поступление металла из:

промежуточного коллектора, нескольких источников, с различных эрозионных уровней рудного источника.

Примечательно, что минералы тяжелой фракции могут быть представлены весьма ограниченно, а могут и вовсе отсутствовать [43], что обусловлено неоднократным переотложением рыхлого материала, в процессе которого минералы, обладающие плотностью ниже, чем у золота, выносились. Крупность же золотинок может быть различной и не иметь прямой связи с близостью коренного источника.

В районе среднего течения р. Адыча на сегодняшний день не было установлено россыпей с источниками в виде промежуточных коллекторов. Однако, наличие россыпей с хорошо окатанным золотом при фактически полном отсутствии тяжелой фракции (руч. Снежный, руч. Куранах) подразумевает возможность наличия промежуточных аккумуляций, продуктивных на россыпное золото.

3. ЛОГИКО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ИСТОЧНИКА РОССЫПЕЙ ВОДОТОКОВ НИЗКИХ ПОРЯДКОВ

В данной главе приведены доказательства первого защищаемого положения: *«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».*

Определение типа источника россыпи является важной практической и научной задачей для прогнозирования золоторудных и золотороссыпных объектов [43, 62, 64, 70]. Традиционно типизация источника россыпи происходит на основании эмпирических данных методом экспертных оценок. Компьютеризация некоторых операций не только позволяет значительно ускорять решение задачи, но и существенно снизить влияние человеческого фактора.

С целью определения типа источника россыпи, а также оценки возможности его локализации предлагается логико-информационный алгоритм, основанный на количественных и полуколичественных оценках вещественных и геолого-геоморфологических признаках россыпесодержащих водотоков и их отложений [13].

В районе среднего течения р. Адыча известно 56 аллювиальных россыпей. При этом выявлено только одно крупное золото-сурьмяное месторождение, и два рудопроявления Полярник и Делювиальное. Новые данные для прогнозирования рудных и россыпных объектов района открываются в том числе при исследовании россыпного золота [41].

Объект исследования – водотоки низких порядков (I и II), которые представляют первостепенный интерес при поиске золоторудных месторождений, так как связаны с современными этапами развития гидросети. Золотоносность таких водотоков указывает на наличие еще не эродированных рудных объектов –

источников россыпей [5, 63, 68]. Для россыпей водотоков низких порядков, как правило, предполагается, что их источниками являются коренные объекты. Однако, полученный автором материал, указывает на наличие значительного числа промежуточных коллекторов, с которыми могут быть связаны промышленно значимые россыпи [66, 69].

В случае, если источник россыпи – промежуточный коллектор, первостепенный интерес приобретают водотоки первого порядка, дренирующие коллектора. Промежуточные коллекторы в виде отложений древних террас едва ли представляют промышленный интерес (исключение составляют отложения террасы III эрозионного уровня). Однако локализация коллекторов позволит выявить перспективные на россыпи водотоки (в первую очередь ложкового типа).

3.1. Особенности россыпей водотоков низких порядков

Классификация россыпей водотоков именно низких порядков по типу источников важна и является основой для прогнозных построений золоторудных объектов.

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. По оценкам разных авторов [82, 87, 89, 91, 93, 98], прогнозные ресурсы россыпей водотоков I порядка могут составлять до 750 кг (рис. 3.1) [37].

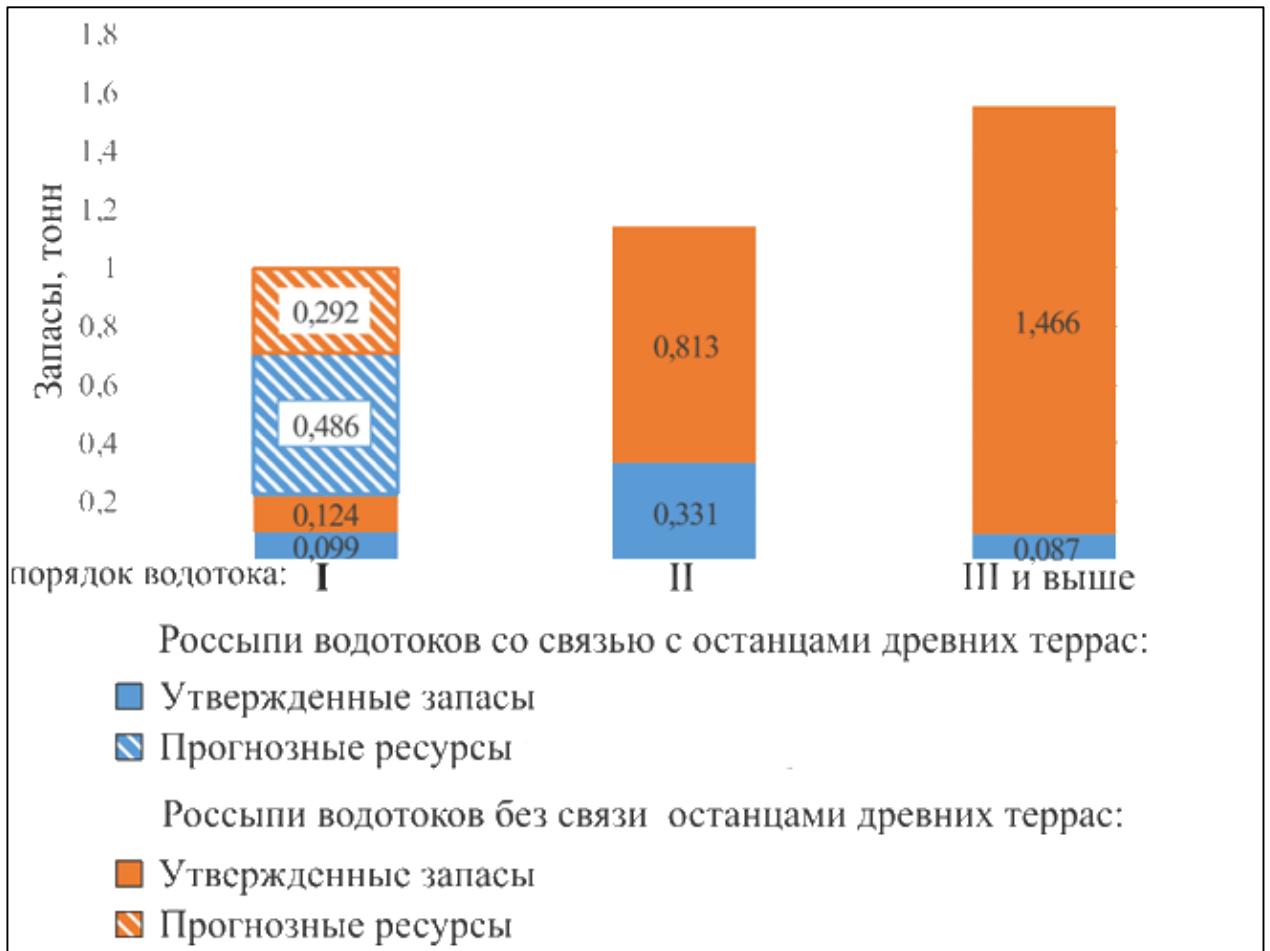


Рисунок. 3.1 Распределение запасов и ресурсов аллювиальных россыпей золота в районе среднего течения р. Адыча.

Несмотря на небольшие запасы, россыпи водотоков I и II порядка представляют первостепенный интерес для большинства недропользователей. Так как они, как правило, обладают высокими содержаниями золота; простыми горно-техническими условиями отработки; малой мощностью вскрышных пород (особенно для россыпей водотоков I порядка), что обуславливает их быстрое освоение и оборот инвестиций.

Пространственная приуроченность золотоносных водотоков к останцам древних террас подразумевает возможность того, что отложения этих террас питали россыпи.

Проанализировав характеристики водотоков I и II порядков, выявлены следующие закономерности.

Для россыпей водотоков I порядка, приуроченных к реликтам древних террас (6 россыпей), средние содержания золота составляют 5 – 8 г/м³. Балансовые запасы колеблются от 26 (руч. Попутный) до 73 кг (руч. Буюк). Россыпи, не имеющие пространственной связи с древними террасами (10 россыпей), характеризуются содержанием золота от 0,8 г/м³ до 1,75 г/м³ (руч. Забытый). Балансовые запасы составляют от 20 до 40 кг.

Для россыпей водотоков II порядка, приуроченных к реликтам древних террас (4 россыпи), среднее содержания золота составляет 1,42 г/м³. Балансовые запасы достигают 84 кг (руч. Отзол). Россыпи, не имеющие пространственной связи с древними террасами (12 россыпей), характеризуются содержанием золота от 0,89 г/м³, балансовые запасы достигают 300 кг (россыпь руч. Большая Гаргандья).

Из вышеизложенного следует, что наибольшие содержания золота свойственны россыпям водотоков I порядка, дренирующим останцы древних террас. Наибольшие запасы сосредоточены в россыпях водотоков II порядка, также имеющих пространственную связь с террасами древних эрозионных уровней. Для водотоков I порядка, не имеющих пространственной связи с древними террасами, в исследуемом районе характерны относительно небольшие запасы.

Таким образом, наибольший промышленный интерес среди россыпей водотоков низких порядков представляют россыпи, пространственно связанные с отложениями террас древних эрозионных уровней. Более 90 % таких россыпей приурочены к террасе III эрозионного уровня р. Адыча. Золото этих россыпей характеризуется высокой степенью окатанности [93, 98], что вероятно связано с поступлением золота в отложения ручьев из промежуточного коллектора (отложения террасы III эрозионного уровня). В качестве промежуточных коллекторов могут выступать и отложения более древних террас – I и II эрозионных уровней. Локализация таких коллекторов становится возможной по результатам геоморфологического изучения территории [67]. Подтверждение и уточнение данных, полученных при анализе рельефа, происходит после определения типа источника россыпи, дренирующей предполагаемый коллектор. В случае, если

россыпь с высокой вероятностью имеет источник в виде промежуточного коллектора, то выявленная геоморфологическая структура выделяется в качестве потенциально россыпепитающей, и непосредственный промышленный интерес приобретают водотоки низких порядков, дренирующие эту структуру.

Наличие промышленных концентраций неокатанного золота в водотоках низких порядков указывает на продолжающийся снос металла из рудного источника.

Выделение россыпей водотоков низких порядков с явно рудным источником в пределах исследуемого района является дополнительным поисковым признаком для золоторудных объектов.

3.2. Принцип работы логико-информационного алгоритма

Для определения типа источника россыпей, разработан логико-информационный алгоритм, который позволит не только выявить перспективные водотоки на обнаружение россыпной золотоносности, но и площади перспективные для обнаружения рудных объектов.

Этот алгоритм включает 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 последовательное сравнение каждого признака: окатанность золота, наличие сростков золота с другими минералами, наличие или отсутствие тяжелой фракции [40].

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 [36] окатанность каждой золотины.

Предварительный вывод и типе источника россыпи делается на основе данных анализа окатанности золотин (табл. 3.1.).

Таблица 3.1. Определение типа источника россыпи по параметрам окатанности

| Степень окатанности золотин по пятибалльной полуколичественной шкале | | | | | Наиболее вероятный тип источника россыпи |
|---|---|--|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Степень окатанности золотин по трехбалльной полуколичественной шкале | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | | | |
| наиболее частая степень окатанности | < 5% | < 5% | | | рудный |
| | > 5% | < 5% | | | |
| | < 5% | > 5% | | | несколько источников различного типа |
| | > 5% | > 5% | | | |
| < 5% | < 5% | наиболее частая степень окатанности | | | промежуточный коллектор |
| < 5% | > 5% | | | | |
| > 5% | < 5% | | | | несколько источников различного типа |
| > 5% | > 5% | | | | |
| > 5% | наиболее частая степень окатанности | < 5% | | | рудный |
| < 5% | | > 5% | | | промежуточный коллектор |
| > 5% | | > 5% | | | Несколько источников различного типа |
| < 5% | | < 5% | | | вероятный тип источника не определим |

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 в отложениях водотоков низких порядков будет с высокой степенью достоверности указывать на источник россыпи в виде промежуточного коллектора.

Наличие тяжелой фракции. Наличие или отсутствие тяжелой фракции в россыпных отложениях 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 незначительная тяжелая фракция.

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 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 [74]. Чем моложе россыпь, тем больше обоснованность вероятности обнаружения вероятного источника.

Приуроченность к останцам древних террас. Из всех древних террас, распространенных в исследуемом районе, явно картируется терраса III эрозионного уровня (70 - 100 метровая терраса). Террасы II (240 м) и I (360 м) распространены в районе среднего течения р. Адыча весьма фрагментарно. Однако золотоносность террасы 70-100 уровня предполагает, что отложения более древних террас также могли быть золотоносны. Следует ожидать, что при развитии долины р. Адыча, часть отложений террас II и I уровней была перенесена на более молодую террасу III уровня. Целесообразно рассматривать отложения древних террас как потенциальные промежуточные коллекторы.

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 (рис. 3.2).

| Вывод о типе источника по окатанности | Порядок водотока | Геолого-геоморфологические факторы | | Вещественные факторы | | | Выводы | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---|---|---|----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|---|----------------|------------------|------------------|---|---|---|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------|-----|
| | | Тип россыпи | Наличие останцов 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% золота 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 | средняя | | | | | | | | | | | | | |
| | | | III | | | | | | | высокая | средняя | | | | | | | | | | | | |
| | | нет | высокая | | | | | | | средняя | | | | | | | | | | | | | |
| | | I/II | высокая | | | | | | | средняя | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | русловая | III | | | | | | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | высокая | высокая | | | | | | | | |
| | | | нет | | | | | | | | | | | | средняя | | | | | | | | |
| | | | I/II | | | | | | | | | | | | высокая | средняя | | | | | | | |
| | | | III | | | | | | | | | | | | высокая | средняя | | | | | | | |
| | | террасовая | I/II | | | | | | | | | | | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | не опровергается | средняя | средняя | | |
| | | | III | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | I/II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| долинная | III | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | не опровергается | средняя | средняя | | | | | | | | | | | | | | |
| | нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | I/II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | III | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Рудный | 1 | ложковая | I/II | Наличие сростков с минералами обусловлено удаленностью от коренного источника россыпи | отсутствует | не опровергается | широко | подтверждается | высокая | высокая | | | | | | | | | | | | | |
| | | | III | | | | | | | высокая | высокая | | | | | | | | | | | | |
| | | нет | высокая | | | | | | | высокая | | | | | | | | | | | | | |
| | | I/II | высокая | | | | | | | высокая | | | | | | | | | | | | | |
| | русловая | I/II | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | | | | | | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | не опровергается | средняя | >5% | | | | | | | | |
| | | III | | | | | | | | | | | | | <5% | | | | | | | | |
| | | нет | | | | | | | | | | | | | >5% | | | | | | | | |
| | | I/II | | | | | | | | | | | | | <5% | | | | | | | | |
| | | террасовая | | | | | | | | | | | | | I/II | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | не опровергается | средняя | >5% |
| | | | | | | | | | | | | | | | III | | | | | | | | <5% |
| | | | | | | | | | | | | | | | нет | | | | | | | | >5% |
| | | | | | | | | | | | | | | | I/II | | | | | | | | <5% |
| | долинная | I/II | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | | | | | | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | не опровергается | средняя | >5% | | | | | | | | |
| | | III | | | | | | | | | | | | | <5% | | | | | | | | |
| | | нет | | | | | | | | | | | | | >5% | | | | | | | | |
| | | I/II | | | | | | | | | | | | | <5% | | | | | | | | |
| | | долинная | | | | | | | | | | | | | I/II | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | не опровергается | средняя | >5% |
| | | | | | | | | | | | | | | | III | | | | | | | | <5% |
| | | | | | | | | | | | | | | | нет | | | | | | | | >5% |
| | | | | | | | | | | | | | | | I/II | | | | | | | | <5% |
| | 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 золотины с высокой степенью окатанности) и отдельно для источника рудного типа (золотины низкой степени окатанности). Вероятность обнаружения источника обосновывается исключительно на основе геолого-геоморфологических критериев (тип россыпи и порядок водотока). | отсутствует | не опровергается | широко | не опровергается | высокая | средняя | | | | | | | |
| | | | | | | | | | III | | | | | | | высокая | средняя | | | | | | |
| | | | нет | | | | | | высокая | | | | | | | средняя | | | | | | | |
| | | | I/II | | | | | | высокая | | | | | | | низкая | | | | | | | |
| 2 | | русловая | III | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | низкая | | | | | | нет | | | | | | | | |
| | | | нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | I/II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | III | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | террасовая | I/II | | | | | | | | | | | | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | не опровергается | низкая | нет | |
| | | | III | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | I/II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| долинная | III | для оценки следует изучить водоток I/II порядка | отсутствует | подтверждается | широко | не опровергается | не опровергается | низкая | нет | | | | | | | | | | | | | | |
| | нет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | I/II | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | III | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 3.2 Вещественные и геолого-геоморфологические характеристики россыпей водотоков с различным типом источника, положенные в основу работы программного продукта.

На основе логики таблицы 3.1. и рисунка 3.2. разработана интерактивная программа (язык программирования – C#, рабочее название AGF- Adycha Gold

Finder), позволяющая оперативно проанализировать отдельно взятый водоток на предмет установления типа источника и возможности его локализации (рис. 3.3).

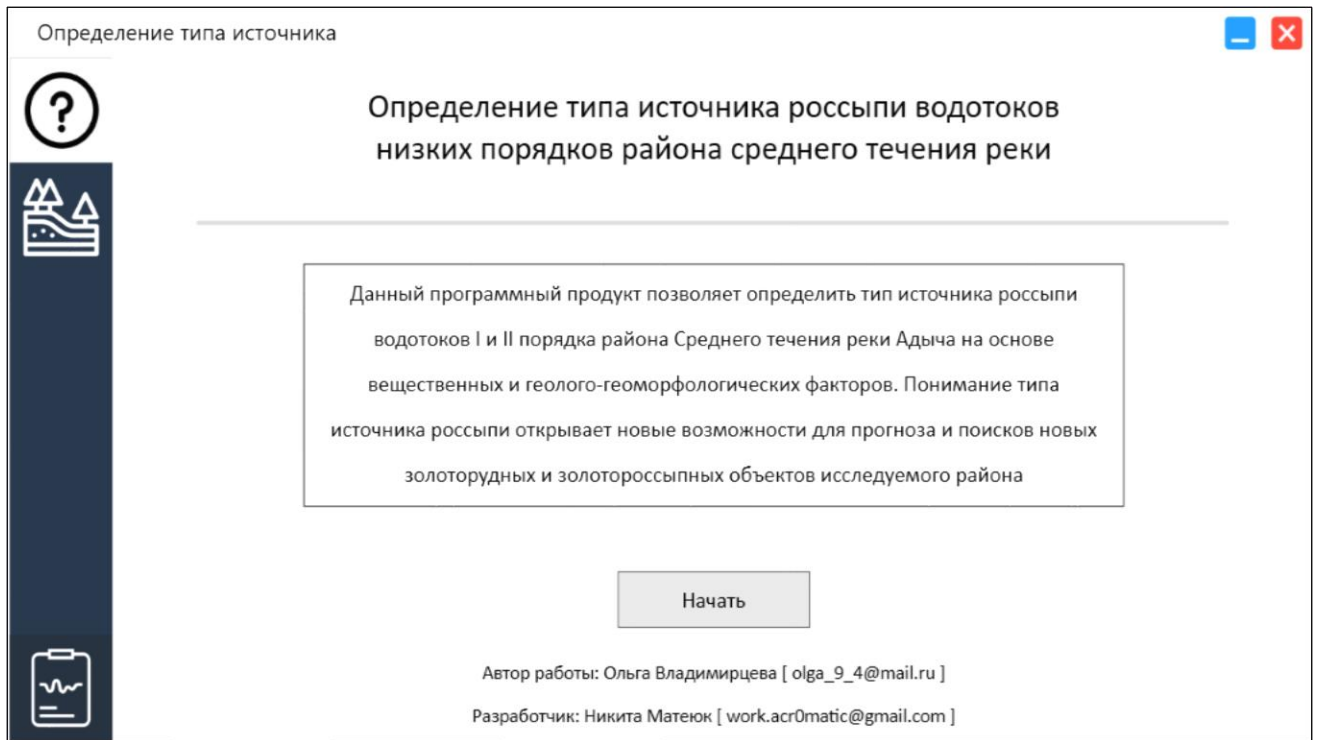


Рисунок 3.3 Приветственное окно программы AGF.

Данные о вещественных особенностях золота и геолого-геоморфологической характеристике водотока вносятся оператором в программу. Для получения достоверных результатов, выборка золотин, анализируемых из водотока, должна превышать 50 зерен. Заполнение данных начинается с группы вещественных факторов (рис. 3.4): окатанность золотин, наличие сростков золота с минералами, наличие и объем тяжелой фракции.

Определение типа источника

Группа вещественных факторов

| № Золотины | Пятибалльная шкала окатанности | Наличие сростков с минералами |
|------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | 2 | <input type="checkbox"/> |
| 3 | 1 | <input type="checkbox"/> |
| 4 | 2 | <input type="checkbox"/> |
| 5 | 2 | <input type="checkbox"/> |
| 6 | 1 | <input checked="" 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"/> |
| 14 | 0 | <input type="checkbox"/> |

Представленность тяжелой фракции

Отсутствует
Отсутствует
Широко

Группа геолого-геоморфологических факторов

Порядок водотока: 1

Тип россыпи: Террасовая

Пространственная связь с террасами древних эрозионных уровней: I уровень

Описание

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 локализации источника и вероятность продолжающегося сноса.

Расчет

Рисунок 3.4 Заполнение данных о золотинах (группа вещественных факторов).

3.3. Заполнение данных

Окатанность золотин. Заполнение происходит вручную. В ячейку допускается внесение только 5 значений: 1, 2, 3, 4, 5. При попытке внести число более «5» или дробного числа, значение ячейки автоматически присваивается «5». При попытке введения отрицательно числа, ячейка остается пустой. При введении буквенных значений, ячейка подсвечивается красным до исправления ошибки. Также, при заполнении окатанности золотин не допустимо оставление пустых ячеек. Программа не станет рассчитывать значения до тех пор, пока все ошибки не будут исправлены.

При расчете окатанности программа автоматически переводит пятибалльные значения в трехбалльные. Это обусловлено двумя причинами. Первая – фактически исключается человеческий фактор при оценке степени окатанности золота. Даже если исследователь не смог различить окатанность «4» и окатанность «5» по пятибалльной шкале, в трехбалльной шкале значение окатанности будет

соответствовать «3» – хорошо окатанное золото. Вторая причина – простота пересчета распределения окатанности золотин в выборке, исходя из трех возможных значений и дальнейшего сравнения их распределения. Далее программа определяет распространенность каждого класса окатанности. Для этого рассчитывается процентное соотношение каждого класса в выборке. Затем полученные данные сравниваются между собой, и делается предварительный вывод о типе источника россыпи.

Наличие сростков золота с минералами. В случае, если на золотине присутствует сросток с минералом, оператор выделяет данную золотину галочкой в окне программы (рис. 3.4). Программа автоматически пересчитает процентное соотношение золотин со сростками с минералами относительно всей выборки. Выделяется два вероятных результата: сростки с минералами составляют менее 5 % и сростки с минералами составляют более 5 %. В случае если по результатам анализа окатанности золота предполагаемый источник – рудное скопление металла, отсутствие сростков золота с другими минералами не является опровержением полученного вывода, а лишь отражает либо непредставительность выборки (в случае если было исследовано менее 50 золотин), либо особенности самого источника. Если по результатам анализа окатанности золота предполагаемый источник – промежуточный коллектор, наличие сростков золота с другими минералами (более 5 %) либо ставит под сомнение выявленный тип источника, либо предполагает наличие дополнительного источника россыпи.

Представленность тяжелой фракции. Данный критерий представлен выбором: «тяжелая фракция представлена широко» и «тяжелая фракция отсутствует». В случае, если предполагаемый источник россыпи – промежуточный коллектор, то отсутствие тяжелой фракции является доказательством данного вывода. Отсутствие тяжелой фракции при предполагаемом рудном источнике не опровергает полученный вывод о типе источника.

Порядок водотока. Заполнение показателя «порядок водотока» происходит путем выбора оператором из раскрывающегося списка одного из значений «1» или «2».

Тип россыпи. Заполнение показателя «тип россыпи» происходит путем выбора оператором из раскрывающегося списка одного из значений «террасовая», «русловая», «долинная», «ложковая».

Пространственная связь с террасами древних эрозионных уровней. Заполнение данного показателя также происходит путем выбора из раскрывающегося: списка «III уровень», «II уровень», «I уровень», «нет». В случае, если тип источника определен как рудный, то данный показатель не принимается во внимание программой. Если же тип источника – промежуточный коллектор, то вероятность локализации источника возрастает с уровнем террасы.

После заполнения таблицы, оператор нажимает кнопку «расчет». В случае, если таблица заполнена с ошибками, программа сообщит о неточности (рис. 3.5).

Определение типа источника

Группа вещественных факторов

| № Золотины | Пятибальная шкала окатанности | Наличие сростков с минералами |
|------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | 1 | <input type="checkbox"/> |
| 3 | 1 | <input type="checkbox"/> |
| 4 | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 | 0 | <input type="checkbox"/> |
| 6 | 2 | <input type="checkbox"/> |
| 7 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 8 | 2 | <input type="checkbox"/> |
| 9 | 1 | <input type="checkbox"/> |
| 10 | 1 | <input type="checkbox"/> |
| 11 | 1 | <input type="checkbox"/> |
| 12 | 1 | <input type="checkbox"/> |
| 13 | 0 | <input type="checkbox"/> |
| 14 | 0 | <input type="checkbox"/> |

Представленность тяжелой фракции:

Группа геолого-геоморфологических факторов

Порядок водотока:

Тип россыпи:

Пространственная связь с террасами древних эрозионных уровней:

Описание:

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 локализации источника и вероятность продолжающегося сноса.

Не вся таблица заполнена!

Рисунок 3.5 Пример ошибки заполнения полей.

Результат работы программы выдается в итоговом окне (рис. 3.6).

Определение типа источника

Выводы

| | | |
|--|--|-------------------------|
| Достоверность выборки | выборка достоверна, если проанализировано более 50 золотин | Достоверна |
| Тип источника | определяется на основании анализа окатанности золотин | Промежуточный коллектор |
| Вероятность продолжающегося сноса золота | обусловлена типом россыпи и порядком водотока | Высокая |
| Вероятность локализации источника | обусловлена порядком водотока, типом россыпи и: -представленностью тяжелой фракции - для коренных; -связью с древними террасами - для промежуточных коллекторов | Средняя |
| Подтверждение вывода на основании представленности тяжелой фракции | | Подтверждается |
| Подтверждение вывода на основании наличия сростков золота с минералами | | Подтверждается |

Рисунок. 3.6 Итоговое окно программы.

Разработанный программный продукт позволяет определить тип источника россыпи и возможность определения его местонахождения на основе морфологического анализа золотин, характеристик тяжелой шлиховой фракции и группы геолого-геоморфологических признаков россыпесодержащих водотоков.

Несомненно, факторов, влияющих на россыпеобразование значительно больше, чем шесть предложенных [65]. Однако, именно эти критерии являются наиболее значимыми при решении поставленной задачи. Комплексное исследование различных вещественных и геолого-геоморфологических характеристик россыпных образований позволяет не только оценивать промышленный потенциал водотоков, но и составлять прогнозно-поисковые модели экзогенной золотоносности, что в свою очередь способствует открытию новых россыпных объектов.

3.4. Результаты анализа

Анализируя группы водотоков в исследуемом районе и классификации их по типам источников, становится возможным выделение площадей, перспективных на обнаружение месторождений (группа водотоков, содержащих россыпи с рудным золотом) или же промежуточных коллекторов (группа водотоков с хорошо окатанным золотом), которые в свою очередь могут быть весьма продуктивными в качестве источника россыпей водотоков низких порядков.

С использованием разработанного логико-информационного алгоритма (AGF) анализировались водотоки, на которых автор лично проводил шлиховое опробование (руч. Куранах, руч. Снежный, руч. Белка, руч. Первый), а также россыпи, данные по опробованию которых, позволяют провести исследование по разработанному логико-информационному алгоритму: руч. Делювиальный, руч. Вечерний, руч. Зеленый, руч. Скалистый. В программу вводились вещественные данные: окатанность золота, наличие сростков золота с другими минералами, представленность тяжелой фракции; и данные о геолого-геоморфологической позиции россыпей – порядок водотока, тип россыпи, приуроченность к древним террасам. По результатам работы программы, россыпи классифицировалась по типу источника.

Прогнозируемая россыпь ручья Белка.

Потенциальный россыпной объект приурочен к долинам водотоков I порядка правая и левая Белка, сливающимися в водоток II порядка – Белка (рис. 3.7). Долина ручья дренирует террасу III эрозионного уровня. Истоки ручьев Правая и Левая Белка располагаются на крутых водоразделах. Мощность аллювиальных отложений водотоков I порядка не превышает 3,5 метров. Мощность аллювиальных отложений руч. Белка колеблется от 1 до 5,5 метров. Плотик представлен алевролитами карнийского яруса нижнего триаса.

В результате шлихового опробования знаки золота установлены во всех ручьях: Белка, Правая и Левая Белка. Было отобрано 35 шлиховых проб, шаг

опробования 200 метров. Глубина отбора проб составляла 1 метр. Всего было выявлено 34 золотины.

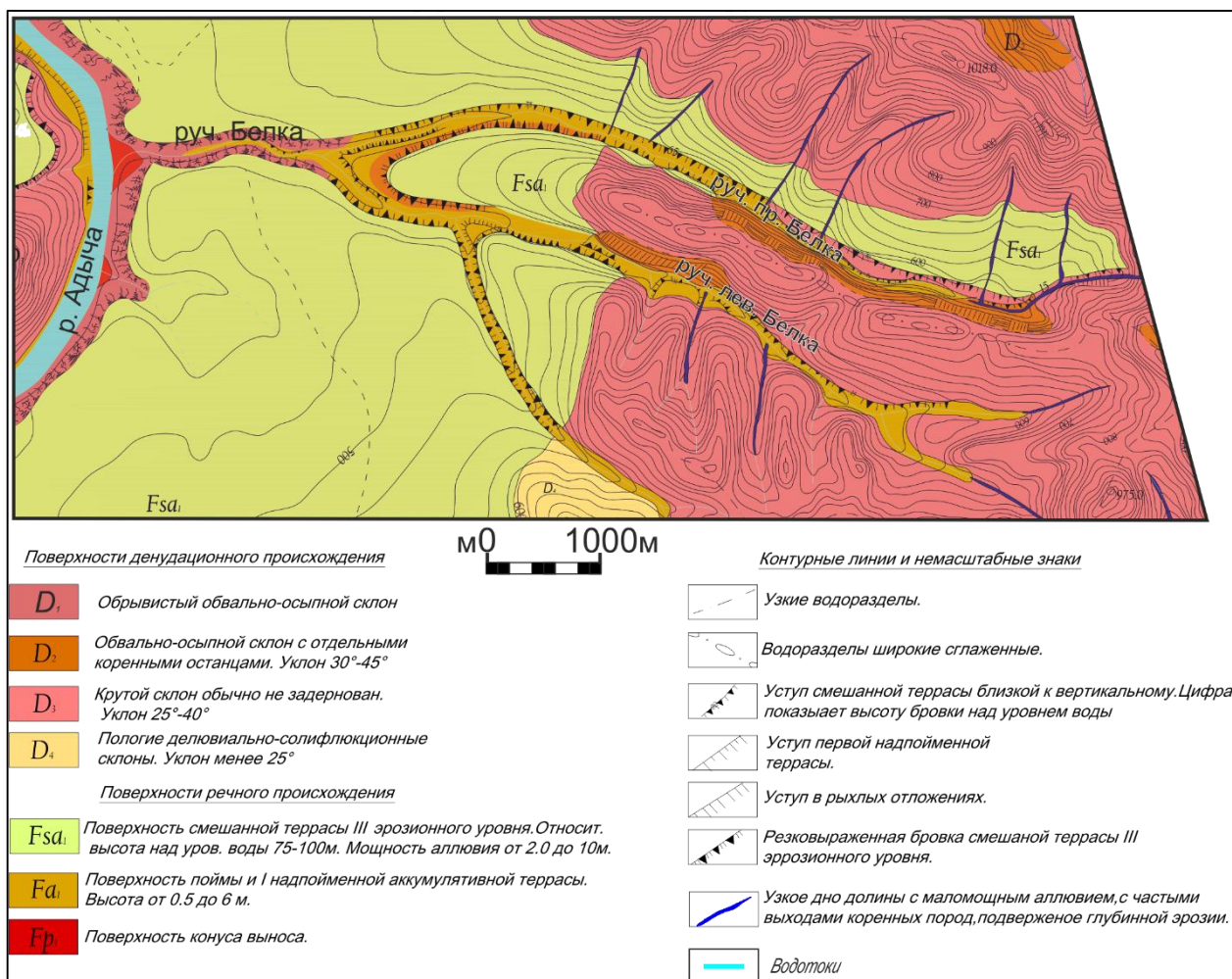


Рисунок 3.7 Геолого-геоморфологическая схема руч. Белка.

Золото в основном представлено средне и хорошо окатанными зернами. Зерна «субрудного» облика (рис.3.8) обнаружены в значительных количествах (6 из 15) в истоках руч. Левая Белка (класс крупности -0,75мм).

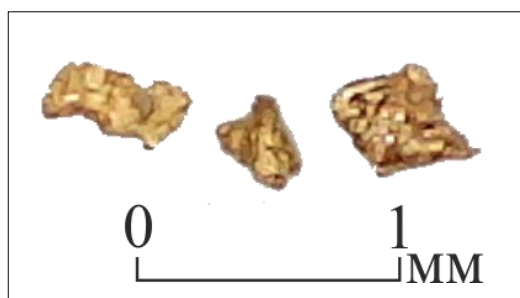


Рисунок. 3.8 Золото из верховьев руч. Белка Левая.

Следует отметить, что сростки золота с другими минералами в отложениях руч. Белка и Правая Белка не обнаружены. Тяжелая шлиховая фракция представлена золотом, пиритом, галенитом, арсенопиритом. При исследовании критериев водотоков и их отложений с помощью разработанной программы, установлено, что россыпь руч. Белка сформировали источники различного типа: *промежуточный коллектор и источник рудного типа*.

Учитывая, что золото низкой степени окатанности (1 и 2) приурочено только к руч. Левая Белка, целесообразно рассматривать россыпь руч. Белка и россыпь руч. Левая Белка, как два отдельных объекта с различными источниками питания. Однако, для наиболее достоверного анализа вещественных характеристик золота, необходимо проведение более детального опробования с углубкой в рыхлые породы до плотика (оценочные и разведочные работы).

Техногенная россыпь руч. Первый

Ручей Первый является водотоком III порядка, правым притоком руч. Соревнование. В настоящее время россыпь руч. Первый отработана и русло ручья перекрыто техногенными отложениями мощностью до 1,5 метров. В ходе шлихового опробования, проведенного автором в 2018 году, было отобрано 20 шлиховых проб (по 2 стандартных лотка каждая). Было получено 45 золотин (рис.3.9).

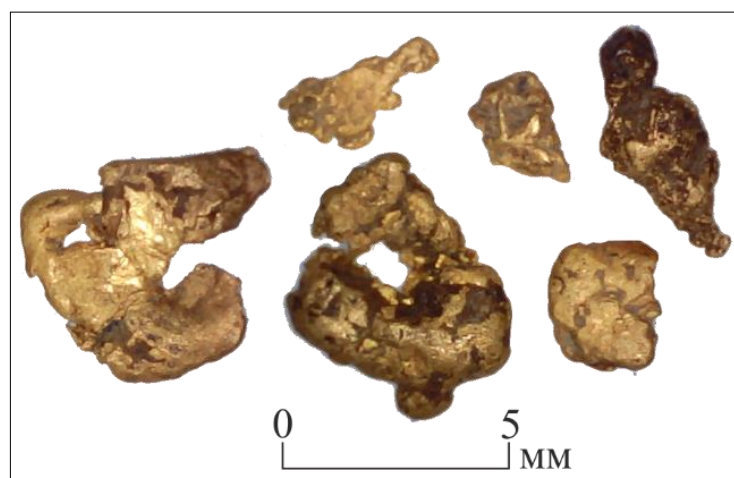


Рисунок 3.9 Золото из техногенных отложений руч. Первый.

Золото представлено средне и плохо окатанными зернами. Встречаются сростки золота с кварцем (рис. 3.10). В результате изучения золота техногенных отложений верховьев руч. Первый, установлено, что с высокой степенью вероятности *источником россыпи являлось коренное проявление.*

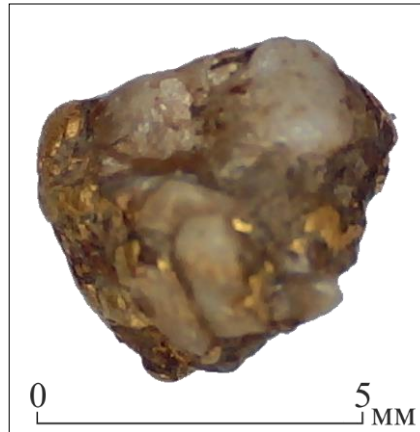


Рисунок 3.10 Сросток золота с кварцем, техногенные отложения руч. Первый.

Россыпи руч. Зеленый и руч. Вечерний.

Россыпные месторождения ручьев Вечерний, Зеленый расположены в верховьях руч. Соревнование. Ручей Вечерний – правый приток руч. Соревнование, ручей Зеленый – правый приток руч. Вечерний. Русло ручьев перекрыто толщей аллювиальных четвертичных отложений. Коренные породы представлены алевролитами триасового возраста (норийский и рэтский ярусы). Аллювиальные отложения частично перекрыты делювием. По генетическому типу россыпи относятся к русловым [90].

По данным предшественников [90] золото руч. Зеленый золотисто-желтого цвета, часто (до 30 % рудного облика), тяжелая фракция представлена преимущественно пиритом. У 7 % зерен установлены сростки золота с кварцем. Использование авторской программы позволило предположить, что источник россыпи руч. Зеленый *с высокой степенью достоверности отнесен к рудному типу.*

Золото россыпи руч. Вечерний обладает схожими характеристиками с золотом отложений руч. Зеленый. По результатам исследования, источник россыпи руч. Вечерний со средней степенью достоверности (степень достоверности вывода понижена из-за порядка водотока) отнесен к *рудному типу*. У 4 % зерен установлены сростки золота с кварцем. Зерен рудного облика встречается меньше (до 25 %), что, вероятно, обусловлено большей удаленностью от предполагаемого рудного источника.

Россыпь руч. Делювиальный.

Ручей Делювиальный является водотоком II порядка. На сегодняшний день россыпь отработана, русло перекрыто маломощными техногенными отложениями. Впадает в руч. Ченкельня – правый приток р. Адыча. Шлиховое золото в ложке Делювиальном (верховья руч. Ченкельня) и ближайшей части долины Ченкельни имеет субрудный облик [31, 88]. Морфология его весьма неправильная, зерна отростковидные с резкими выступами. Часто встречаются сростки золота с кварцем (до 15 %). По результатам обработки данных по россыпи руч. Делювиальный, с высокой степенью вероятности, *источник, питавший россыпь представлял коренное проявление.*

Примечательно, что по данным предшественников [31], золото отложений руч. Ченкельня (водоток III порядка) в нижней части ее долины представлено хорошо окатанными зернами. Это, вероятно, связано с удаленностью от предполагаемого рудного источника.

Таким образом, исследование водотоков именно низких порядков (I и II) целесообразно для выявления золоторудных объектов. На примере россыпей руч. Первый и руч. Делювиальный (и руч. Ченкельня) показано, что удаленность от рудного источника на несколько километров, даже в рамках одного водотока, существенно сказывается на степени окатанности золота.

На примере потенциальной россыпи руч. Белка показано, что для водотоков единой гидросети целесообразно раздельное исследование россыпного золота. Так, факт обнаружения золотинок со сростками с кварцем только в руч. Левая Белка указывает на вероятное поступление металла в аллювиальные отложения из

источника рудного типа. В то время как хорошо окатанное золото без сростков с кварцем и другими минералами, вероятно, поступило в отложения руч. Белка из промежуточного коллектора. Скорее всего им являлись отложения террасы III эрозионного уровня, которые дренирует руч. Белка.

Таким образом, полученные практические результаты являются обоснованием первого защищаемого положения. 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. Установление типа источника исходных россыпей руч. Снежный и руч. Куранах с применением грануло-морфометрического анализа золота подробно изложено в следующей главе.

4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОРФОЛОГИИ И ГРАНУЛОМЕТРИИ ТЕХНОГЕННОГО ЗОЛОТА НА ПРИМЕРЕ РОССЫПЕЙ РУЧЬЕВ СНЕЖНЫЙ И КУРАНАХ

В данной главе приведены доказательства второго защищаемого положения *«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».*

При определении типа источника россыпи для нескольких ручьев единой гидросети, помимо групп вещественных и геолого-геоморфологических факторов, необходимо проведение исследований гранулометрических характеристик золота, так как распределение золота по классам крупности в связанных водотоках может способствовать установлению не только типов источников, но их количества.

Фактический материал для исследования представлен сведениями об исходных россыпях руч. Куранах – объемы разведки и добычи [90], распределение золота по классам крупности, пробность металла, а также авторские данные шлихового опробования техногенных отложений руч. Снежный и нижнего течения руч. Куранах, проведенного в 2018 году в объеме 100 проб по руч. Снежный и 160 – руч. Куранах. Шаг опробования составил 10 м. Промывка проб проводилась ручным способом на шлиховальных лотках. Каждая шлиховая проба была проситована. Для проведения ситового анализа шлихов использовались лабораторные сита с диаметром ячеек 5 мм, 2,5 мм, 1,25 мм, 0,75 мм [1, 14]. Установлены характеристики золота: распределение металла по классам крупности, размеры, типизированы формы золотинок, определена степень окатанности, рассчитаны соотношения длины, ширины и толщины частиц. Всего было проанализировано 439 золотинок. По результатам исследования сделаны выводы о вероятном источнике золота в россыпях руч. Снежный и руч. Куранах.

4.1. Характеристика долины ручьев Куранах и Снежный

Ручей Куранах – водоток второго порядка, является правым притоком р. Ирюнджа, впадающего в р. Адыча – главную водную артерию района. Ручей Снежный является водотоком первого порядка ложкового типа, правым притоком руч. Куранах. В долинах ручьев Куранах и Снежный распространены останцы террас I и II эрозионных уровней (рис 4.1).

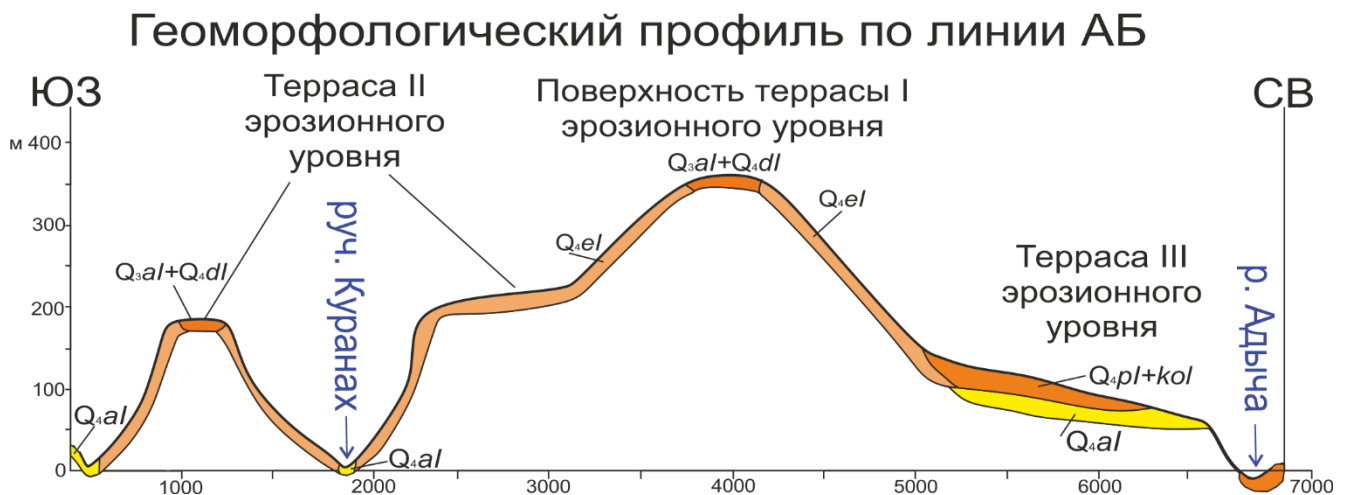


Рис.4.1. Геоморфологический профиль через долину руч. Куранах.

В 1950-х годах в ходе поисковых работ масштаба 1:50 000 были пройдены шурфы, в том числе и по отложениям террас I и II эрозионного уровня в 5 км к востоку от долины руч. Куранах.

Промышленно золотоносными являются отложения террасы III эрозионного уровня. Очевидно, в процессе развития долины р. Адыча часть террас I и II уровней была эродирована, а отложения перенеслись на более молодую террасу III уровня. Однако, при проведении в 1959 году [85] поисковых работ масштаба 1:50 000, включавших в себя в том числе и проходку шурфов по отложениям террас эрозионных уровней, золотоносность отложений террас I и II уровней подтверждена не была (рис.4.2). Предполагается, что причиной тому стало недостаточным количество пройденных шурфов, не позволяющее выявить золотые концентрации, которые часто имеют неравномерное (струйное, гнездовое и пр.)

распределение [20, 85]. Так, например, на стрелке р. Ирюнджа и р. Адыча по террасе I эрозионного уровня не было пройдено ни одного шурфа, а по террасе II эрозионного уровня пройдено два шурфа: глубиной 2,6 и 2,8 м соответственно, в которых знаков золота обнаружено не было.

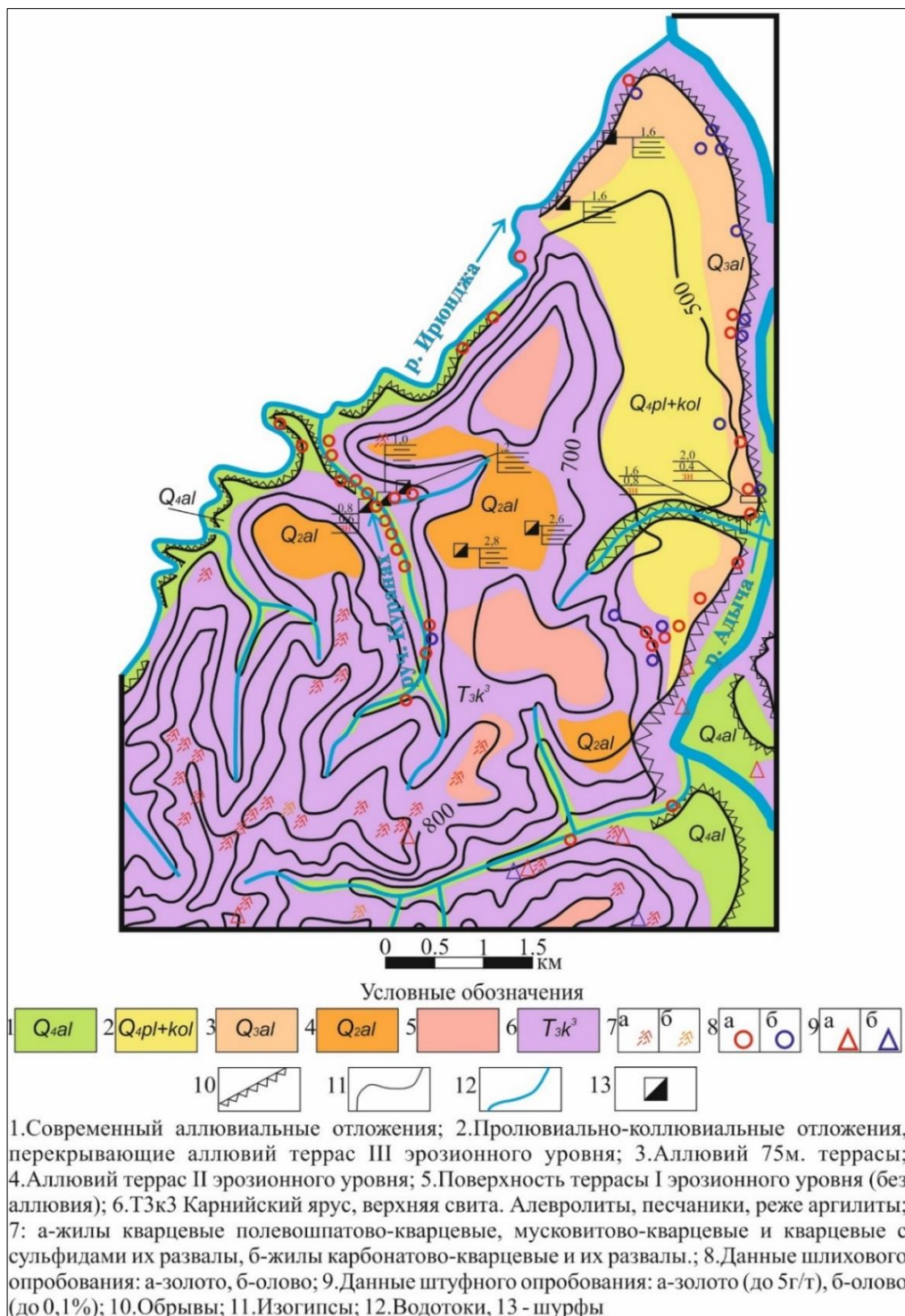


Рис 4.2. Карта полезных ископаемых района руч. Куранах составлена автором по данными поисковых работ масштаба 1:50 000 Средне-Адычанской детальной геолого-поисковой партии (1959 год).

Таким образом, данные об отсутствии золота в отложениях террасы II эрозионного уровня обусловлены недостаточной изученностью исследуемого района. Учитывая, что руч. Снежный берет свое начало с поверхности этой террасы, целесообразно изучение вещественных особенностей золота для установления типа источника россыпей руч. Снежный и Куранах.

4.2. Характеристика исходных россыпей руч. Куранах

Ручей Куранах начинается на водоразделе на высоте 900 м и впадает в Ирюнджу на отметке 300 м, длина ручья 6 км, уклон тальвега неравномерный и в среднем составляет 100 м/км. Долина ручья имеет корытообразную форму шириной от 25 до 100 м [90]. Ручей Куранах прорезает фрагменты террас I и II эрозионного уровня р. Адыча. По левому борту у слияния руч. Куранах и р. Ирюнджа наблюдается терраса I эрозионного уровня. Ширина площадки 500 м, длина – 1250 м.

Поскольку часть аллювиальной россыпи руч. Куранах на данный момент отработана, долину ручья следует разделить на две части (рис.4.3.). Первая освоенная часть охватывает нижнее течение руч. Куранах – от устья до слияния с руч. Снежным.

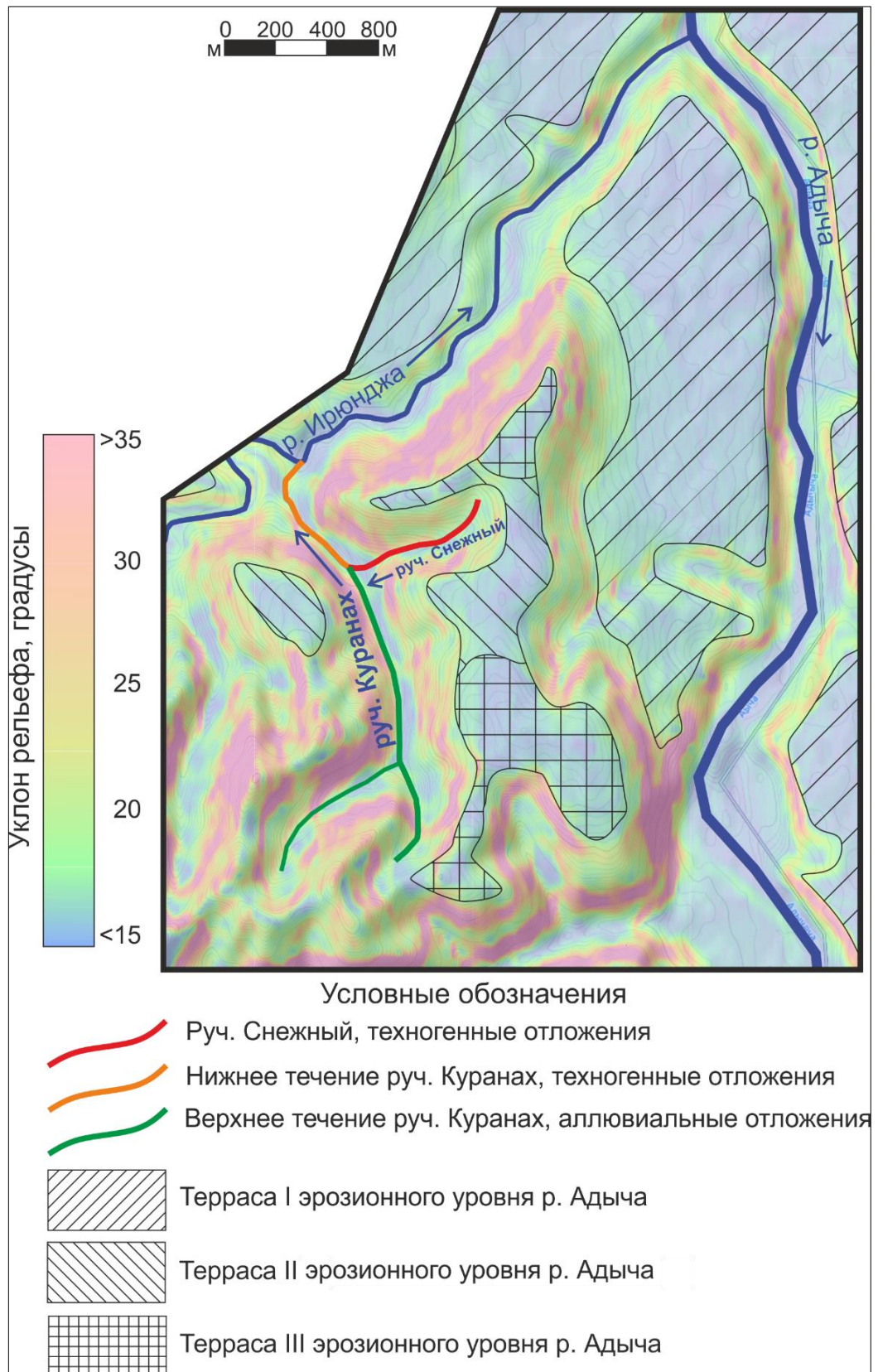


Рисунок 4.3 Строение долины руч. Куранах по горно-техническим условиям.

Всего из россыпи нижнего течения р. Куранах было добыто 140 кг золота. Отработанная часть террасовой россыпи имела ширину от 50 до 100 м, длину –

250 м. По результатам разведочных работ [90], россыпь имела следующие параметры: средняя мощность торфов – 3,1 м; средняя мощность песков – 1,3 м; среднее содержание золота – 1,27 г/м³.

Вторая неосвоенная часть россыпи охватывает верхнее течение руч. Куранах – от слияния с руч. Снежный до истока. Долина руч. Куранах представлена русловыми отложениями, отложениями низкой и высокой пойм, а также отложениями первой надпойменной террасы с высотой бровки 1,5-2,0 м. Здесь ширина долины составляет 25-50 м. Золотоносные отложения охватывают нижнюю часть аллювия и верхнюю часть коренных пород, с просадкой золота в плотик до 1,2 м.

По результатам разведочных работ [90] выделенная россыпь обладает следующими параметрами: средняя мощность торфов составляет 2,1 м; средняя мощность песков - 0,9 м; среднее содержание золота – 0,68 г/м³. По результатам разведочных работ, проводимых в 2005-2007 гг. [90], установлено, что промышленного значения россыпь верхнего течения р. Куранах не имеет.

На рисунке 4.4 приведено распределение золота по классам крупности исходных россыпей руч. Куранах. Сравнивая два рассмотренных участка долины руч. Куранах, следует отметить, что доминирующими для нижнего течения руч. Куранах является крупное и среднее золото, которые суммарно составляют 58 % (классы +5 мм, - 5+2,5 мм, -2,5 +1 мм), а доминирующим для верхнего течения руч. Куранах является золото средних классов крупности, которое составляет 63 % (классы крупности -1+0,5 мм, -0,5+0,25 мм). Это позволяет предположить, что источники россыпи у нижнего и верхнего течения руч. Куранах были различные.

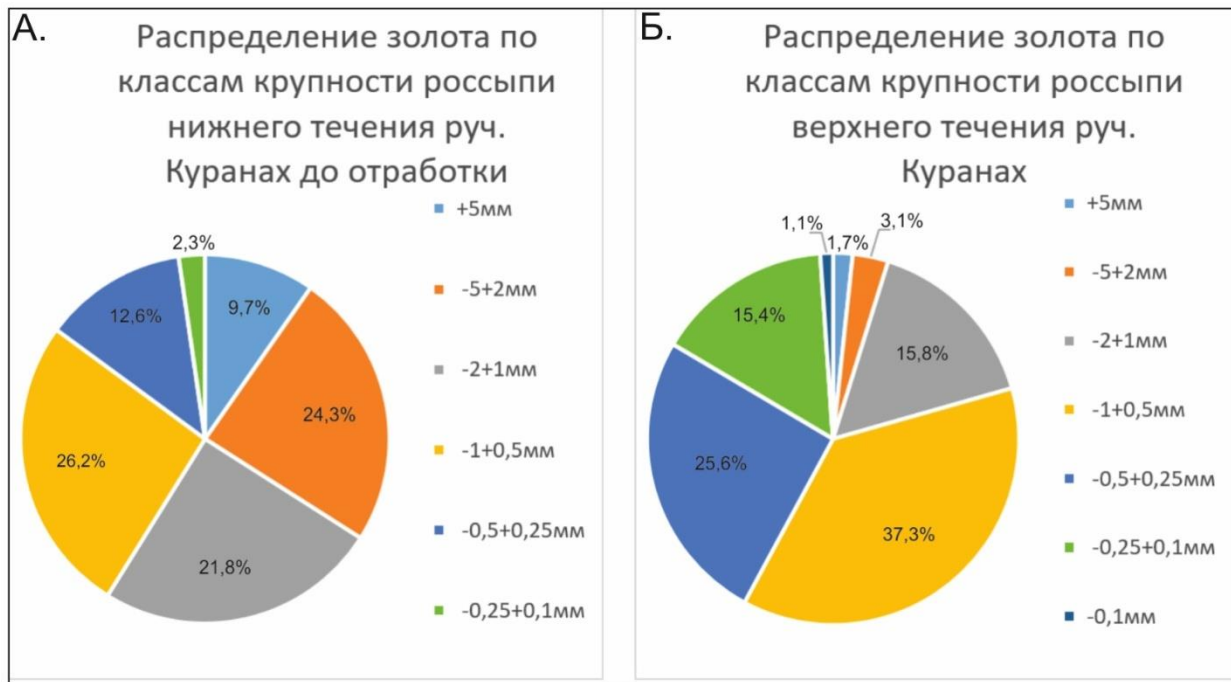


Рисунок 4.4 Распределение золота по классам крупности исходных россыпей руч. Куранах.

При условии отсутствия данных о вещественных характеристиках золота исходной россыпи руч. Снежный, целесообразно проведение исследования техногенных отложений руч. Снежный и руч. Куранах.

4.3. Техногенные образования ручья Снежный

Ручей Снежный имеет протяженность 1 км, является правым притоком руч. Куранах, который впадает в р. Ирюнджу – правый приток р. Адыча. Поперечное сечение долины ручья имеет V-образную форму. Уклон ручья Снежный достигает 100 м/км. Исток руч. Снежный располагается на поверхности террасы II эрозионного уровня р. Адыча. Россыпь руч. Снежный отработывалась несколько раз: первый – в начале 1990-х годов хищническим способом, второй раз – 1999 году полуручным способом, третий раз – в 2005 году механизированным способом [90]. Данные по разведке и отработке руч. Снежный, а также о морфологии и гранулометрии золота весьма отрывочны: известно, что среднее содержание золота составляло 15 г/м³. На фракцию >2мм приходилось порядка

90 % металла. Вскрыша фактически отсутствовала, пески начинались на глубине 0,2 м под поверхностью. Мощность аллювиальных отложений не превышала 3 м.

Учитывая неоднократность отработки россыпи руч. Снежный, а также ручной и полуручной методы отработки, при анализе техногенных отложений руч. Снежный следует ожидать завышенные процентные соотношения мелкого золота по отношению к крупному.

В связи с отсутствием систематических данных по морфологии и гранулометрическому составу золота отложений руч. Снежный, целесообразно проанализировать морфологические характеристики золота из техногенных отложений руч. Снежный и сравнить их с золотом из техногенных отложений руч. Куранах.

В настоящее время русло руч. Снежный заполнено гале-эфельными отвалами, сложенными несортированным песчаным материалом с валунами и глыбами.

Золото из техногенных отложений руч. Снежный можно разделить на три типа по форме и степени окатанности (рис. 4.5) [50]: золото хорошо окатанное, имеет форму от округлой до овальной (рис. 4.5 А.1, А.2); золото комковидное, относительно простой формы с округлыми краями (рис. 4.5 Б.1, Б.2); золото комковидное со сложными краями (рис. 4.5 В.1, В.2). Форма золотин также отображает степень их окатанности (табл. 4.1)

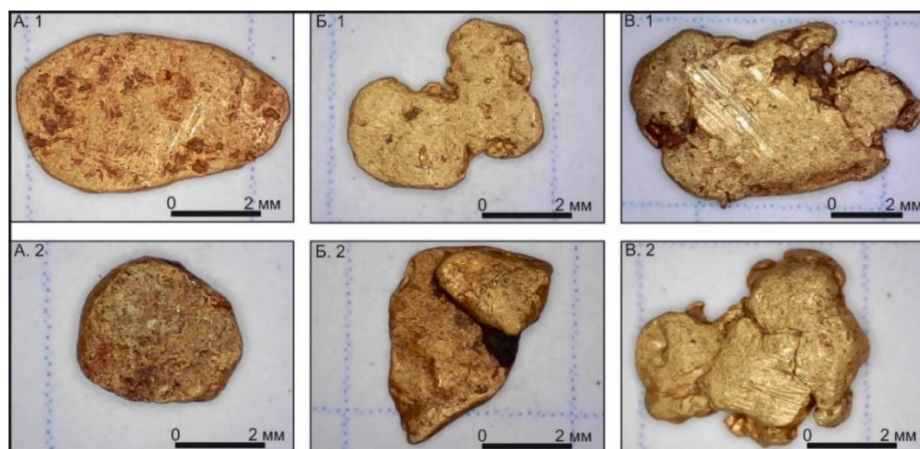


Рисунок 4.5 Формы золотин техногенных отложений руч. Куранах.

Характерной особенностью золотин техногенных отложений руч. Снежный является уплощенность. Цвет преимущественно желтый. Степень окатанности – высокая и средняя, отсутствуют зерна рудного облика. На 30 % золотин отмечаются гнезда от растворенных сульфидов. Тяжелая фракция представлена исключительно золотом, отсутствуют сростки золота с другими минералами. Встречаются золотины в «рубашке» (17 %).

Золото в «рубашке» характерно для нижних частей россыпей, где гидрохимические условия позволяют формироваться пленкам оксидов и гидроксидов железа [21]. Факт обнаружения золотин в «рубашке» в техногенных образованиях руч. Снежный, где мощность первоначальных рыхлых отложений не превышала 3 м, может указывать на то, что золото поступило в ручей из промежуточного коллектора – мощной толщи с контрастными гидрохимическими условиями. Различная степень окатанности золотин, с одной стороны, очевидно, отражает гидродинамические условия переноса и аккумуляции с другой – может указывать на неоднократность переотложения металла.

Распределение золота по классам крупности отложений руч. Снежный имеет следующие параметры: $-5+2,5\text{мм} - 51,7 \%$; $-2,5+1,25\text{мм} - 46,4 \%$; $-1,25+0,75\text{мм} - 1,89 \%$.

Распределение золотин по классам крупности с геометрическими характеристиками и классификацией по сложности формы отображено в таблице №4.1.




Таблица 4.1 Характеристика золотин техногенных отложений руч. Снежный

| Класс крупности | | - 2,5+5 мм | -2,5+1,25 мм | -1,25+0,75 мм |
|---|--------------|---------------|-----------------|------------------|
| Количество золотин | | 98 | 127 | 12 |
| Длина золотин, мм | Минимальная | 3,2 | 1,5 | 1,2 |
| | Максимальная | 9,2 | 6,5 | 2,3 |
| | Средняя | 5,1 | 3 | 1,8 |
| Ширина золотин, мм | Минимальная | 2,65 | 1,6 | 0,51 |
| | Максимальная | 5,37 | 2,87 | 1,24 |
| | Средняя | 3,54 | 1,85 | 1,12 |
| Толщина золотин, мм | Минимальная | 0,78 | 0,3 | 0,08 |
| | Максимальная | 2,45 | 0,9 | 0,46 |
| | Средняя | 1,3 | 0,6 | 0,14 |
| Вес фракции | | 6,95 | 7,62 | 0,29 |
| Количество золотин хорошо окатанных округлой/овальной формы | | 20 | 21 | 4 |
| Количество золотин комковидных с простыми краями | | 38 | 64 | 8 |
| Количество золотин комковидных с сложными краями | | 40 | 42 | - |

На основании приведенного выше логико-информационного алгоритма проанализированы условия россыпи руч. Снежный. Источником этой россыпи с высокой долей вероятности являлся промежуточный коллектор (рис.4.6).

Определение типа источника

А
[-] [X]

Группа вещественных факторов

| № Золотины | Пятибальная шкала окатанности | Наличие сростков с минералами |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 33 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 34 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 35 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 36 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 37 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 38 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 39 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 40 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 41 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 42 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 43 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 44 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 45 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 46 | 5 | <input type="checkbox"/> |

Представленность тяжелой фракции Отсутствует

Группа геолого-геоморфологических факторов

Порядок водотока: 1

Тип россыпи: Ложковая

Пространственная связь с террасами древних эрозионных уровней: I уровень

Описание

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 локализации источника и вероятность продолжающегося сноса.

Расчет

Б
[-] [X]





Выводы

Достоверность выборки: Достоверна

Тип источника: Промежуточный коллектор

Вероятность продолжающегося сноса золота: Высокая

Вероятность локализации источника: Средняя

Подтверждение вывода на основании представленности тяжелой фракции: Подтверждается

Подтверждение вывода на основании наличия сростков золота с минералами: Подтверждается

Рисунок 4.6 Ввод данных (А) и результат анализа по руч. Снежный (Б) с применением авторской программы AGF.

Учитывая, что руч. Снежный берет свое начало с поверхности террасы II эрозионного уровня, скорее всего ее отложения и служили источником первоначальной россыпи. Помимо этого, достаточно высокие содержания золота в шлиховых пробах (от 1 до 10 знаков, в среднем 3) в техногенных отложениях при условии неоднократной отработки россыпи, свидетельствуют о продолжающемся сносе золота в долину ручья.

Для установления типа источника первоначальной россыпи нижнего течения руч. Куранах, целесообразно исследование техногенных отложений руч. Куранах.

4.4. Техногенные образования нижнего течения ручья Куранах

Русловая россыпь нижнего течения руч. Куранах была отработана в период с 1985 по 1994 гг., добыча золота из террасовых отложений проходила 1999 по 2009 гг. На данный момент русло перекрыто техногенными отложениями, сформировавшиеся в период отработки россыпи, представленными плохо сортированными гравийно-галечными отложениями с включениями валунов.

Техногенные образования руч. Куранах характеризуются плохой сортировкой материала, обусловленной тем, что исходная россыпь перемывалась в несколько этапов на протяжении более 20 лет.

Особенностью техногенных образований руч. Куранах можно считать отсутствие сростков золота с кварцем и сульфидами, которые в целом характерны для россыпных объектов Адычанского золотоносного района. Тяжелая фракция представлена исключительно золотом.

Глубина отбора проб составила 1,5 м. Пробы отбирались из гале-эфельных отвалов, руслового материала и целиков.

Золото из техногенных отложений руч. Куранах (рис. 4.7) можно разделить на два типа по форме: золото хорошо окатанное, имеет форму от круглой до овальной (рис. 4.7 А); золото комковидное, относительно простой формы с округлыми краями (рис. 4.7 Б.1, Б.2). Форма золотин отражает их степень окатанности. (табл. 4.2).

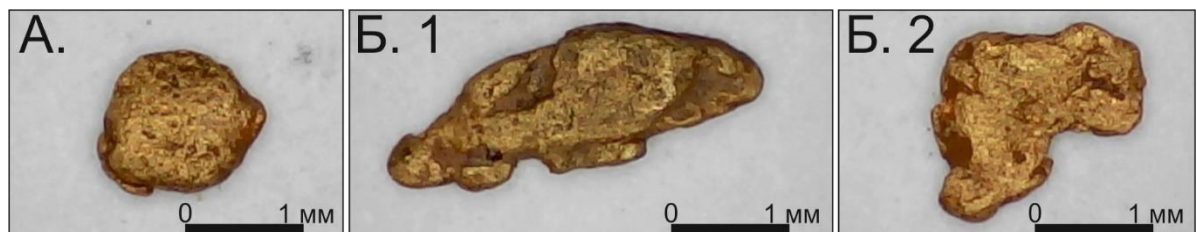


Рисунок 4.7 Формы золотин техногенных отложений руч. Куранах.

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

Распределение золотин по классам крупности с геометрическими характеристиками и классификацией по сложности формы приведено в таблице №4.2.

Таблица №4.2 Характеристика золотин техногенных отложений руч. Куранах

| Класс крупности | | - 2,5+5 мм | -2,5+1,25 мм | -1,25+0,75 мм | -0,75 мм |
|---|--------------|---------------|-----------------|------------------|-------------|
| Количество золотин | | 4 | 148 | 35 | 16 |
| Длина золотин, мм | Минимальная | 3,05 | 1,52 | 1,13 | 0,49 |
| | Максимальная | 8,38 | 5,86 | 3,29 | 0,78 |
| | Средняя | 4,9 | 2,93 | 1,91 | 0,63 |
| Ширина золотин, мм | Минимальная | 2,5 | 1,29 | 0,52 | 0,2 |
| | Максимальная | 4,56 | 3,01 | 1,25 | 0,7 |
| | Средняя | 3,2 | 1,77 | 1,13 | 0,5 |
| Толщина золотин, мм | Минимальная | 0,68 | 0,18 | 0,02 | 0,04 |
| | Максимальная | 2 | 0,88 | 0,34 | 0,09 |
| | Средняя | 1,15 | 0,55 | 0,1 | 0,08 |
| Вес фракции | | 0,704 | 7,228 | 1,704 | 0,452 |
| Количество золотин хорошо окатанных округлой/овальной формы | | - | 94 | 24 | 3 |
| Количество золотин комковидных с простыми краями | | 4 | 54 | 11 | 13 |
| Количество золотин комковидных с сложными краями | | - | - | - | - |

По результатам анализа источником россыпи руч. Куранах с высокой вероятностью являлся промежуточный коллектор (рис.4.8).

Определение типа источника

A - x

Группа вещественных факторов

| № Золотины | Пятибальная шкала окатанности | Наличие сростков с минералами |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 10 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 11 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 12 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 13 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 14 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 15 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 16 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 17 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 18 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 19 | 5 | <input type="checkbox"/> |
| 20 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 21 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 22 | 4 | <input type="checkbox"/> |
| 23 | 4 | <input type="checkbox"/> |

Представленность тяжелой фракции Отсутствует

Группа геолого-геоморфологических факторов

Порядок водотока: 2

Тип россыпи: Русловая

Пространственная связь с террасами древних эрозионных уровней: II уровень

Описание

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 локализации источника и вероятность продолжающегося сноса.

Расчет

Определение типа источника

B - x

Выводы

| | |
|--|-------------------------|
| Достоверность выборки | Достоверна |
| Тип источника | Промежуточный коллектор |
| Вероятность продолжающегося сноса золота | Высокая |
| Вероятность локализации источника | Средняя |
| Подтверждение вывода на основании представленности тяжелой фракции | Подтверждается |
| Подтверждение вывода на основании наличия сростков золота с минералами | Подтверждается |

Рисунок 4.8 Ввод данных (А) и результат анализа по руч. Куранах (Б) с применением авторской программы AGF.

Таким образом, и у россыпи руч. Куранах и у россыпи руч. Снежный источник представлен промежуточным коллектором. Грануло-морфометрический анализ способен ответить на вопрос – являлись ли эти коллектора различными обособленными образованиями или же питание происходило из одних и тех же отложений.

4.5. Грануло-морфометрические особенности золота техногенных отложений руч. Снежный и руч. Куранах

По степени окатанности золото техногенных отложений руч. Снежный и руч. Куранах по пятибалльной полуколичественной шкале относится к 4-5 группе, что в переводе на трехбалльную шкалу – 3 степень окатанности.

Следует подчеркнуть, что для обеих россыпей характерно отсутствие золота субрудного облика, тяжелая фракция представлена исключительно золотом, сростки золота с другими минералами не обнаружены.

При сравнении сложности форм золотинок техногенных образований руч. Снежный и руч. Куранах (рис. 4.9), выявлено, что золото из отложений руч. Снежный имеет более сложную форму - преобладают комковидные золотины, в то время как для отложений руч. Куранах характерны хорошо окатанные золотины изометричной и овальной формы. Это означает, что золото руч. Снежный проделало незначительно, но все же меньший путь от источника до своего нынешнего местоположения, нежели золото из техногенных образований руч. Куранах.

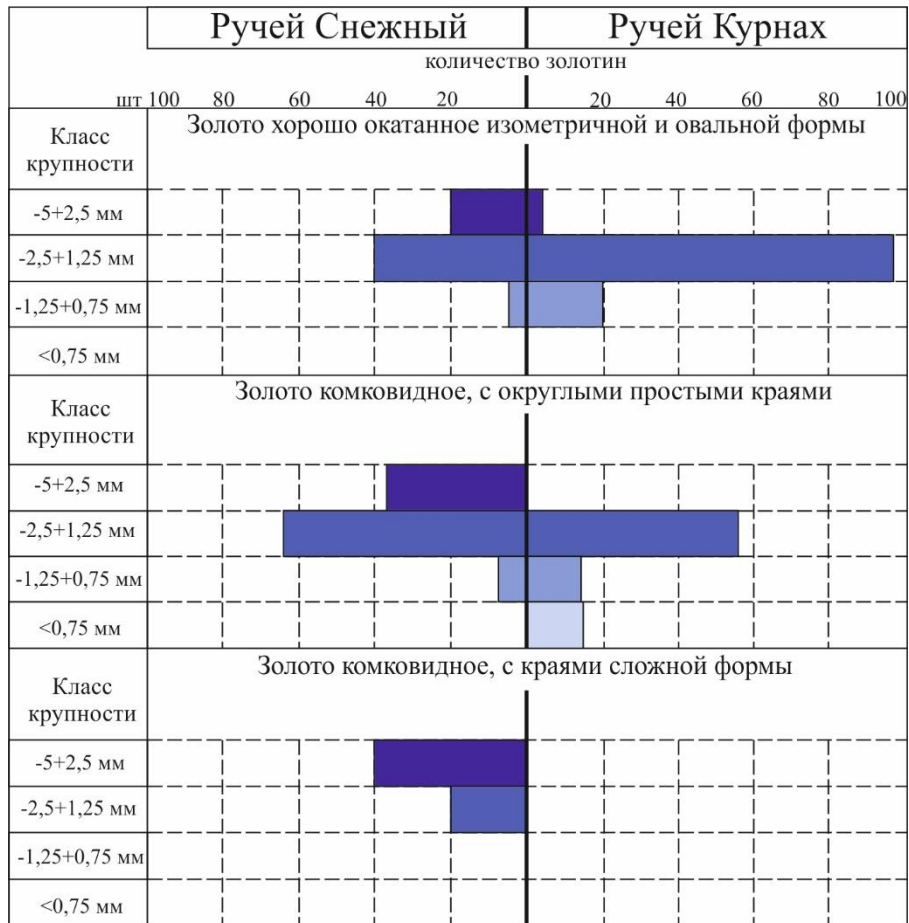


Рисунок 4.9 Сравнение сложности форм золота техногенных отложений руч. Снежный и руч. Куранах по классам крупности [14].

Для сопоставления геометрических характеристик золота из обоих ручьев выбран представительный класс крупности $-2,5+1,25$ мм, из которого в руч. Снежный 127 шт, руч. Куранах – 148 шт (табл. 4.3.). Среднее отношение длины золотины к ширине рассчитывалось как среднеарифметическое между отношениями параметров в каждой золотине в данном классе. Для золота техногенных отложений руч. Снежный среднее отношении длины к ширине составило 1,62; длины к толщине – 5. Для золота техногенных отложений руч. Куранах среднее отношении длины к ширине составило 1,65; длины к толщине – 5,32. Золотины техногенных образований руч. Куранах и Снежный имеют весьма схожие геометрические параметры, что может указывать на единый источник золота.

Таблица 4.3. 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 |

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. 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, в условиях частичного или полного отсутствия данных о разведке и разработке исходных россыпей, для установления типа источника россыпи целесообразно исследование техногенных отложений.

Выполненный грануло-морфометрический анализ позволил дополнить данные, полученные в результате исследования окатанности золота, наличия его сростков с другими минералами, представленности тяжелой фракции. Установлено, что исходная россыпь руч. Снежный питала россыпь нижнего течения руч. Куранах.

Вышеизложенный материал является обоснованием второго защищаемого положения и позволяет перейти к выяснению вопроса об источниках золота отложений террасы II эрозионного уровня, который может быть установлен путем исследования химического состава золотин и особенностей их внутреннего строения. Этому посвящена следующая глава.

5. ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОЛОТА ТЕХНОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РУЧЬЯ СНЕЖНЫЙ

В данной главе приведены доказательства третьего защищаемого положения: *«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»*

Определение вещественного состава россыпного золота позволяет установить формационную принадлежность рудного источника, сформировавшего россыпь. В районе среднего течения р. Адычи известны проявления двух рудных формаций – золото-антимонит-кварцевой и малосульфидной золото-кварцевой. Описание проявлений и месторождений этих формаций приведено в главе 2. Основные вещественные характеристики формаций приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Сравнение вещественных характеристик малосульфидной золото-кварцевой и золото-антимонит-кварцевой формаций

| Критерий | Формация | |
|------------------|--|---|
| | Малосульфидная золото-кварцевая | Золото-антимонит-кварцевая |
| Пробность золота | от 550‰ до 700‰ | от 800‰ до 940‰ |
| Жильные минералы | кварц, хлорит, кальцит и турмалин | кварц, кальцит, реже — хлорит |
| Рудные минералы | арсенопирит, халькопирит, галенит, шеелит, касситерит, минералы висмута, рутил | антимонит, арсенопирит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, спорадически — шеелит и вольфрамит |

Для исследования золота было выбрано 11 золотин (рис. 5.1), отобранных из техногенных отложений руч. Снежный. Золотины относятся к наиболее распространенному классу крупности $-5+2,5$ мм [15]. Цвет золота – ярко-желтый, золотины 5 и 8 более тусклые. Большинство из них можно охарактеризовать как комковидные уплощенные. Выделяются следующие разновидности по форме: золото хорошо окатанное изометричное (4, 10), золотины средней степени окатанности с простыми краями (5, 7, 8, 9, 11), золотины средней степени окатанности со сложными краями (1, 2, 3, 6).

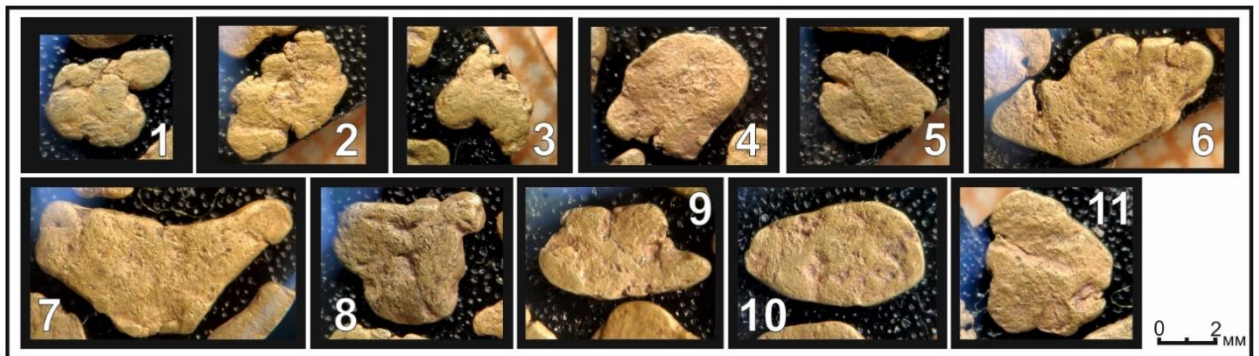


Рисунок 5.1 Золотины техногенных отложений руч. Снежный, класс крупности $-5+2,5$ мм.

Золотины были отполированы параллельно поверхности уплощения. Полировка проходила на войлочном диске. При исследовании под оптическим микроскопом установлено, что золотины различаются по цвету: золотины 2, 3, 4, 7, 10, 11 имеют ярко желтый цвет, 1, 5, 6, 9 – серебристо-желтый, а золотины 8 – серебристый цвет (рис. 5.2).

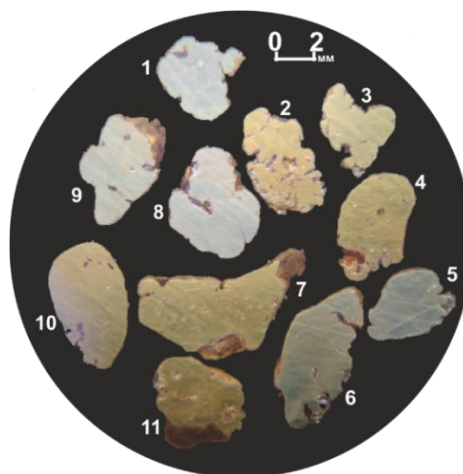


Рисунок 5.2 Золото техногенных отложений руч. Снежный. Фото в отраженном свете, николи ||

Для изучения химического состава золотин выполнен рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ. Он проведен на микроанализаторе JXA-8200 фирмы JEOL в ЦКП «ИГЕМ-аналитика» и на модернизированном микроанализаторе Camebax-microbeam с волновой дисперсией в ФГБУ ИМГРЭ. Анализировалось распределение Au, Ag, Cu, Pb, Sb, Hg, Bi, Fe, S, As в золотинах и включениях минералов. При этом каждая золотина измерялась в трех точках. При наличии зерен минералов, высокопробных каемок и прочих образований проводились дополнительные измерения. Всего было проведено 75 измерений. В составе золота, кроме него, установлены лишь Ag и Hg. В зернах минералов выявлены Fe, Ti, S, Pb и Bi. Во всех золотинах обнаружены зерна кварца.

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).

По результатам микронзондового анализа выделены две разновидности золотин (рис. 5.3) по пробности:

- 1) относительно высокопробных золотин (от 879‰ до 949‰) в количестве 6 зерен;
- 2) относительно низкопробных золотин (от 570,5‰ до 723‰) в количестве 5 зерен.

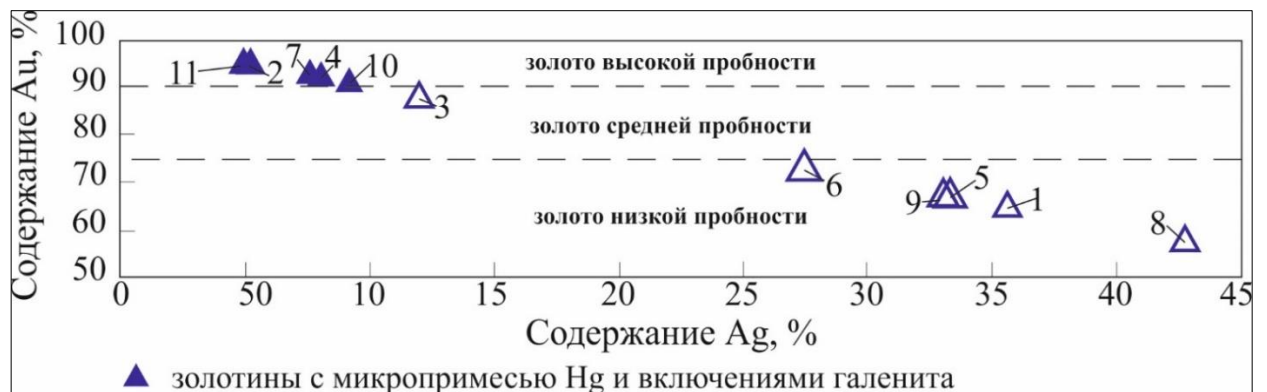


Рисунок 5.3 Распределение золотин по пробности.

5.1. Группа относительно высокопробных золотин

В группу относительно высокопробных золотин входят зерна высокой и золотины средней пробыности (850-864‰). Во всех высокопробных золотинах присутствуют включения галенита. В его составе по пяти промеренным зернам установлена примесь Вi до 0,5 %. В золотине № 4 встречено зерно пирита. Химический состав пирита: Fe - 46 %, S - 53 % (рис.5.4).

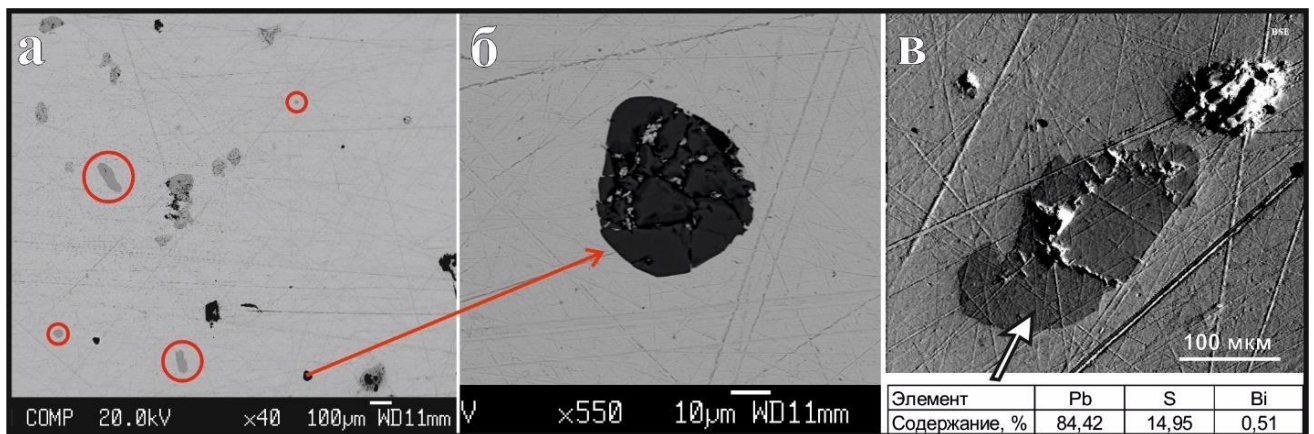


Рисунок 5.4 Зерна минералов в золотине №4

а – зерна минералов в золотине (красным обведены зерна галенита, б – зерно пирита, приближение x550, в – зерно галенита. Режим BSE.

На золотилах 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. 5.5) и отчетливо видны в режиме BSE (back-scattering electrons – отраженные электроны; заключается в регистрации вторичных электронов, используются для получения топографии поверхности образца.).

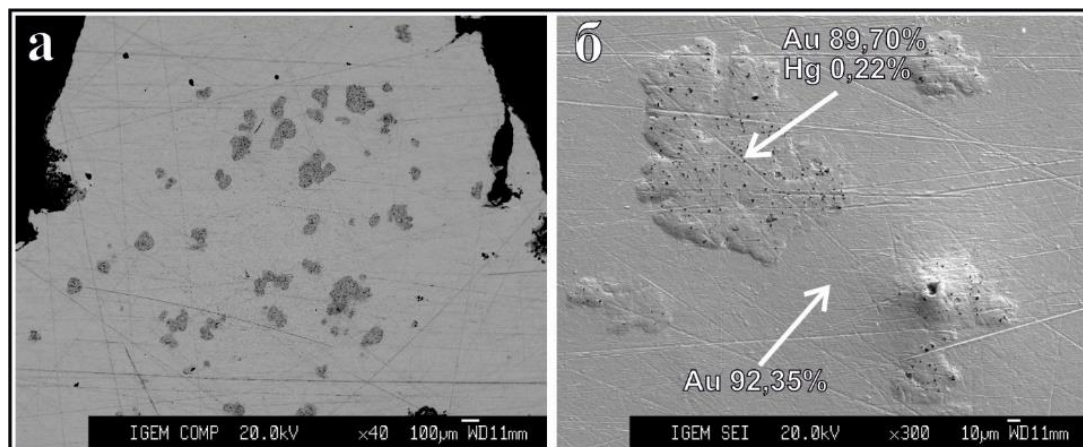


Рисунок 5.5 Зерно 7. Участки с повышенным содержанием серебра и микропримесями ртути.

По результатам многоступенчатого структурного травления, проведенного в лаборатории ЦНИГРИ, установлено, что для высокопробного золота характерно деформированное строение с элементами двойникования (зерна 2, 11, рис. 5.6) с проявленной пятнистой неоднородностью (зерна 7, 10). Отмечено также обрастание раннего высокопробного (918‰) золота относительно низкопробным (812‰).

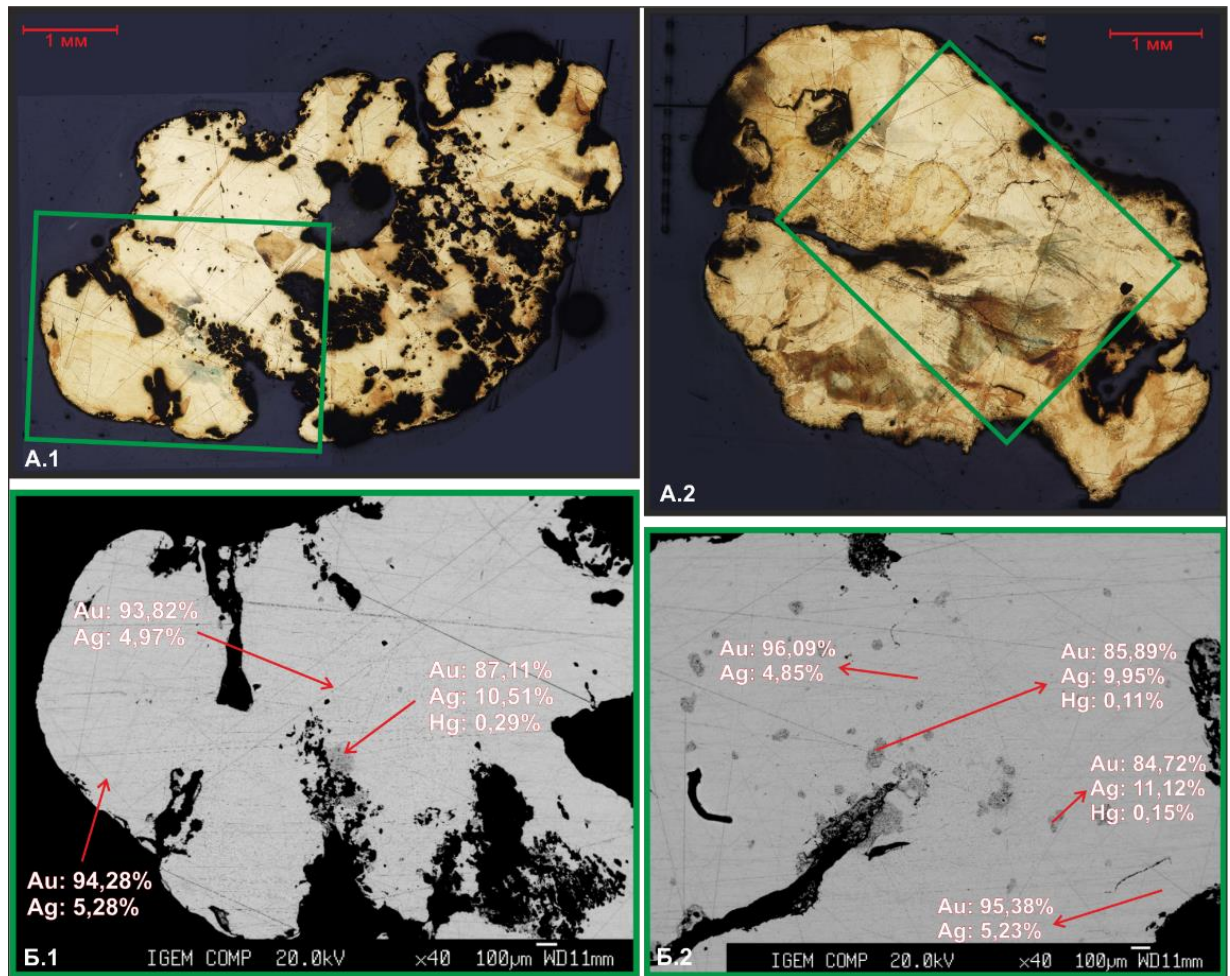


Рисунок. 5.6 Высокопробное золото (953-960%) зернистого строения (А.1 и Б.1 – зерно 2; А.2 и Б.2 – зерно 11), с признаками деформации двойников и фрагментарно проявленной тонкой коррозионной оболочкой (А.1. и А.2), округлые обособления пробности 847-858‰ в высокопробной матрице (Б.1 и Б.2). Монтированный полированный шлиф (А.1 и А.2 – травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$, Б.1 и Б.2 – в отраженных элекронах).

Пятнистая неоднородность характеризуется преобладанием окраски лилово-бурого цвета. Подобные цвета окраски, нетипичные для высокопробного золота, вероятно, связаны с наличием в золотилах тончайших (1-2 мкм) микровключений ауристита, который при реакции с HCl образует темно-бурый налет (рис. 5.7) [18, 19].

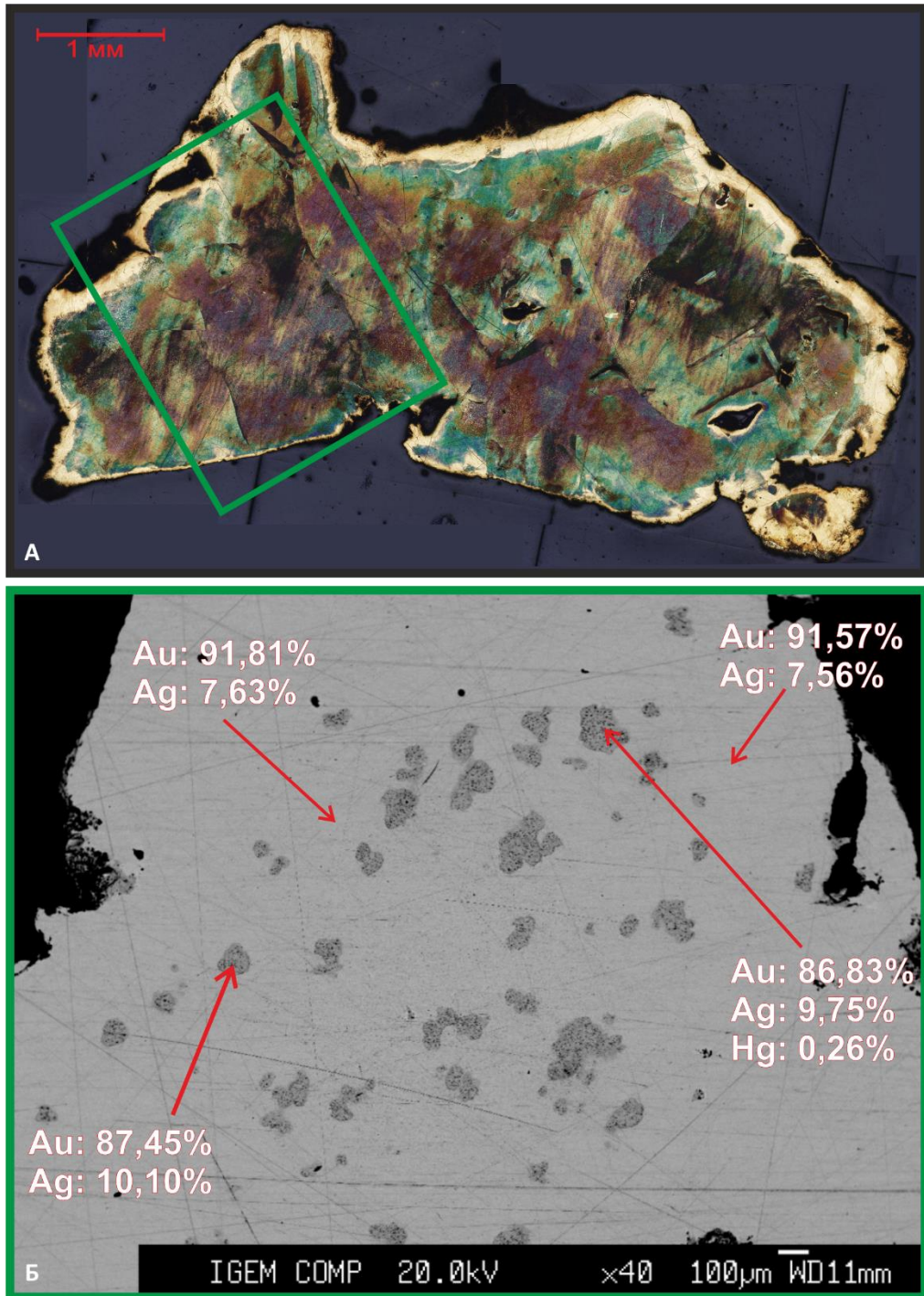


Рисунок 5.7 Зерно 7. Золото неоднородного состава крупнозернистого деформированного строения, с проявлениями в строении пятнистой неоднородности и коррозионным преобразованием неравномерной мощности по периферии (А), многочисленные обособления средней пробыности 868-874‰ в высокопробной 915-918‰ матрице (Б). Монтированный полированный шлиф (А – травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$, Б – в отраженных электронах).

Также присутствует высокопробное золото (920‰), обрастающее относительно низкопробным (810‰) пятнисто-неоднородного строения, с

образованием зоны промежуточного состава (865–875‰), возможно, за счет диффузионных процессов (рис. 5.8).

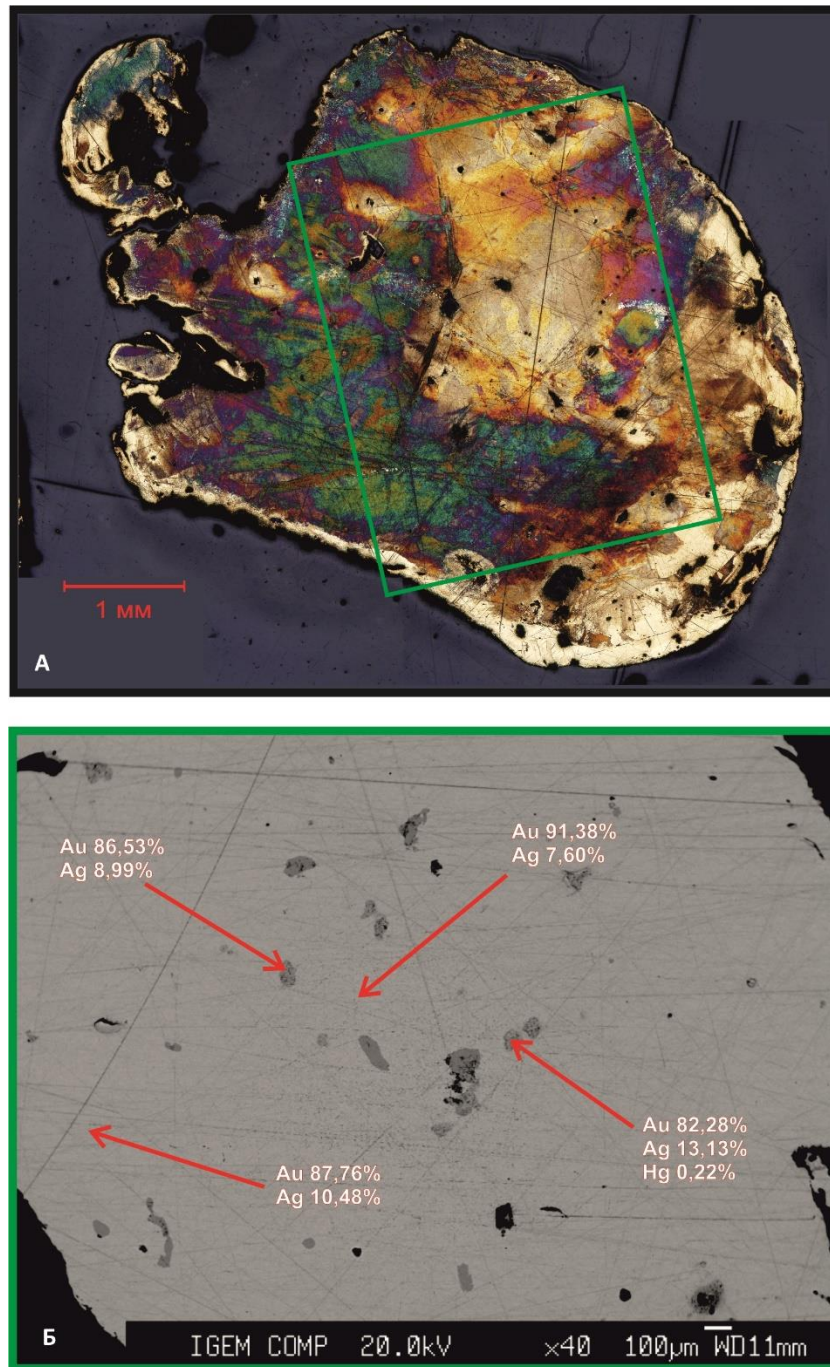


Рисунок 5.8 Зерно 4. Обрастание высокопробного золота (913‰) относительно низкопробным (822‰) пятнисто-неоднородного строения (А), неоднородное строение матрицы (Б).
Монтированный полированный шлиф (А – травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$, Б – в отраженных электронах).

В золоте средней (850-864‰) пробыности по данным РСМА матрица относительно однородная, а при структурном травлении выявляется зернистое пятнисто-неоднородное строение с признаками деформаций (рис. 5.9).

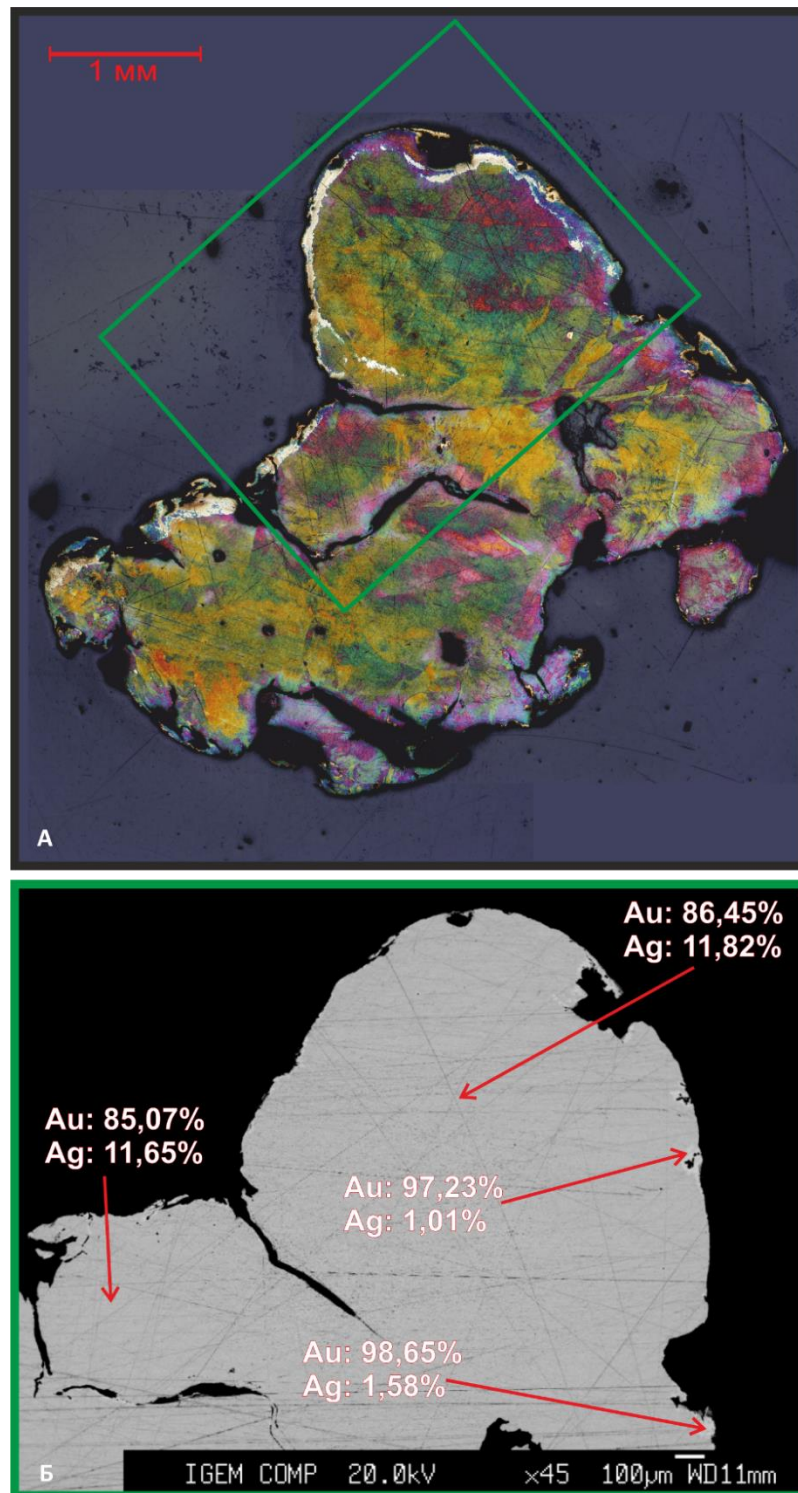


Рисунок 5.9 Зерно 3.Золото средней пробыности (850-864) зернистого пятнисто-неоднородного деформированного строения с зародышевой коррозионной оболочкой (А), фрагмент золотины (Б).
Монтированный полированный шлиф (А – травление CrO_3+HCl , Б – в отраженных электронах).

Вещественный состав золота данной группы можно охарактеризовать следующими особенностями: высокая (900‰ - 949‰) и средняя (879‰) прощность золотин, наличие во всех золотилах включений зерен галенита, и зерна пирита (золотина №4), во всех золотилах установлены микропримеси Hg, выявлены микровключения аурустибита. Перечисленные вещественные особенности позволяют отнести золото к золото-антимонит-кварцевой формации.

5.2. Группа относительно низкопробных золотин

Данная группа включает в себя все низкопробные золотины. В одном зерне №8 (рис. 5.10) обнаружено включение рутила. Химический состав – TiO₂– 98,15 %, FeO – 1,75 %.

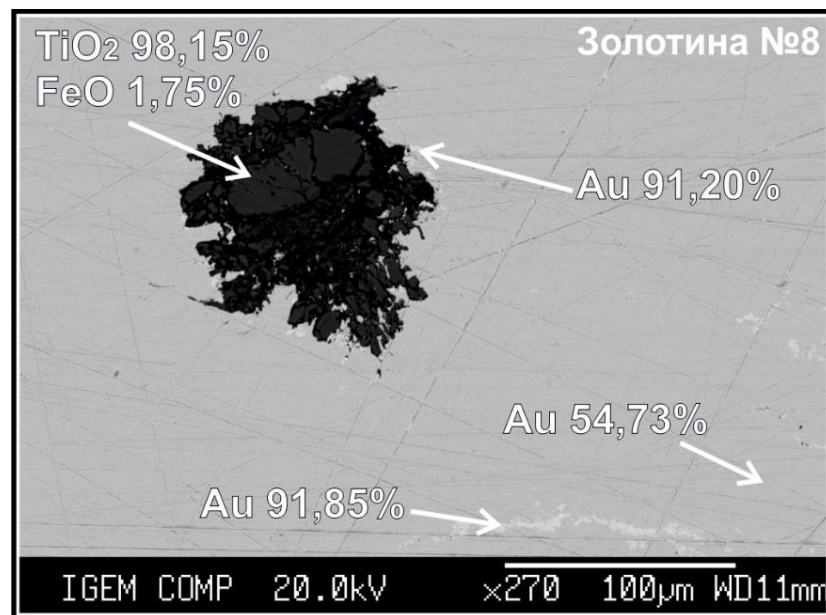


Рисунок 5.10 Зерно 8. Рутил.

Низкопробное 545-700‰ золото по результатам рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа также характеризуется однородной матрицей. Структурное травление выявляет наличие двух генераций низкопробного золота, формирующих как самостоятельные выделения (рис. 5.11), так и срастания (рис. 5.12). Для выделений пробыности 545-650‰ типично монозернистое слабозональное ненарушенное строение (рис. 5.13), а для золота пробыности 695-

700% – крупнозернистое пятнисто-неоднородное с элементами зональности и следами деформаций.

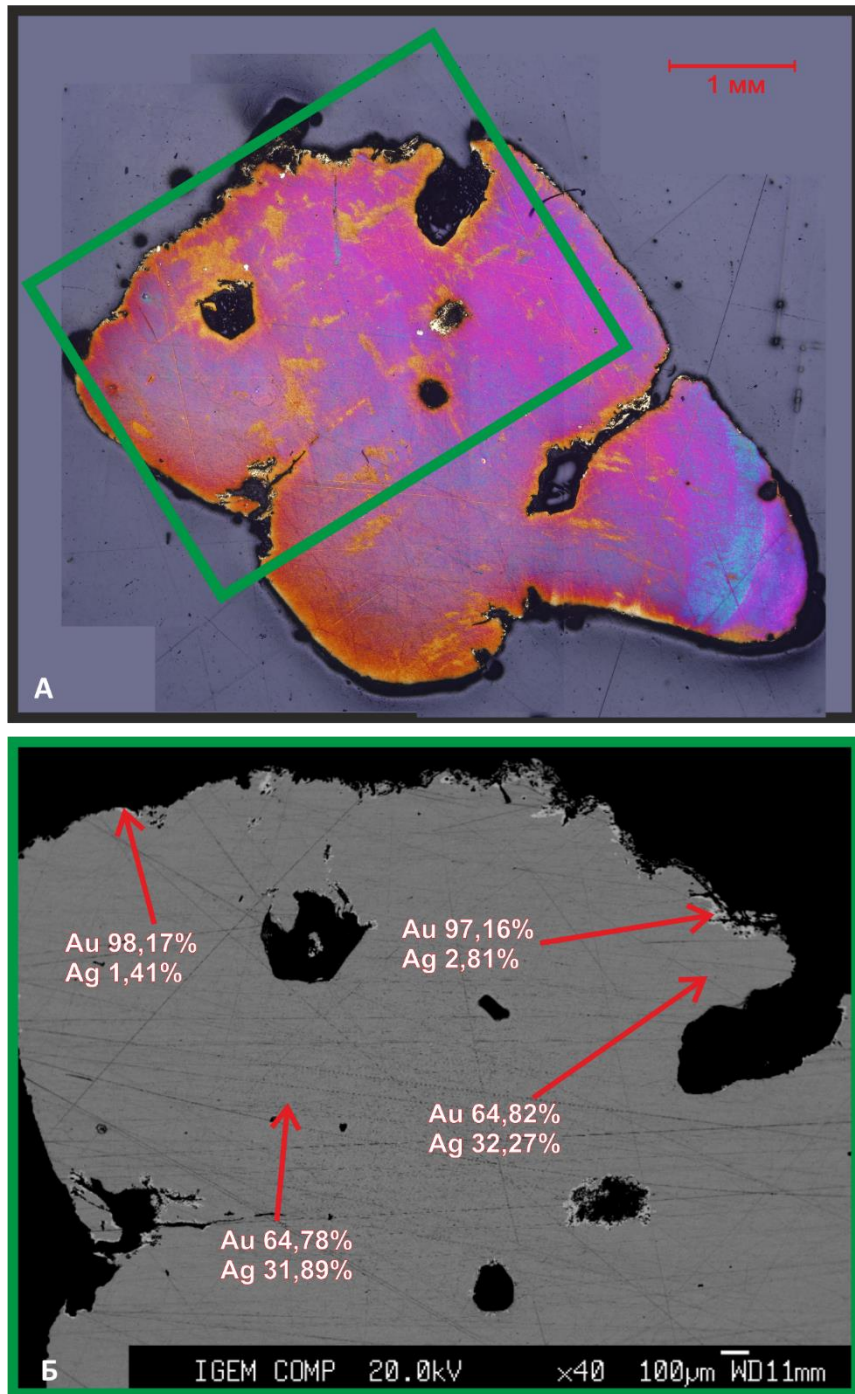


Рисунок 5.11 Зерно 9. Монозернистое слабо зональное строение низкопробного 648‰ золота с фрагментарной зародышевой коррозией (а), фрагмент золотины (б). Монтированный полированный шлиф (А – травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$, Б – в отраженных электронах).

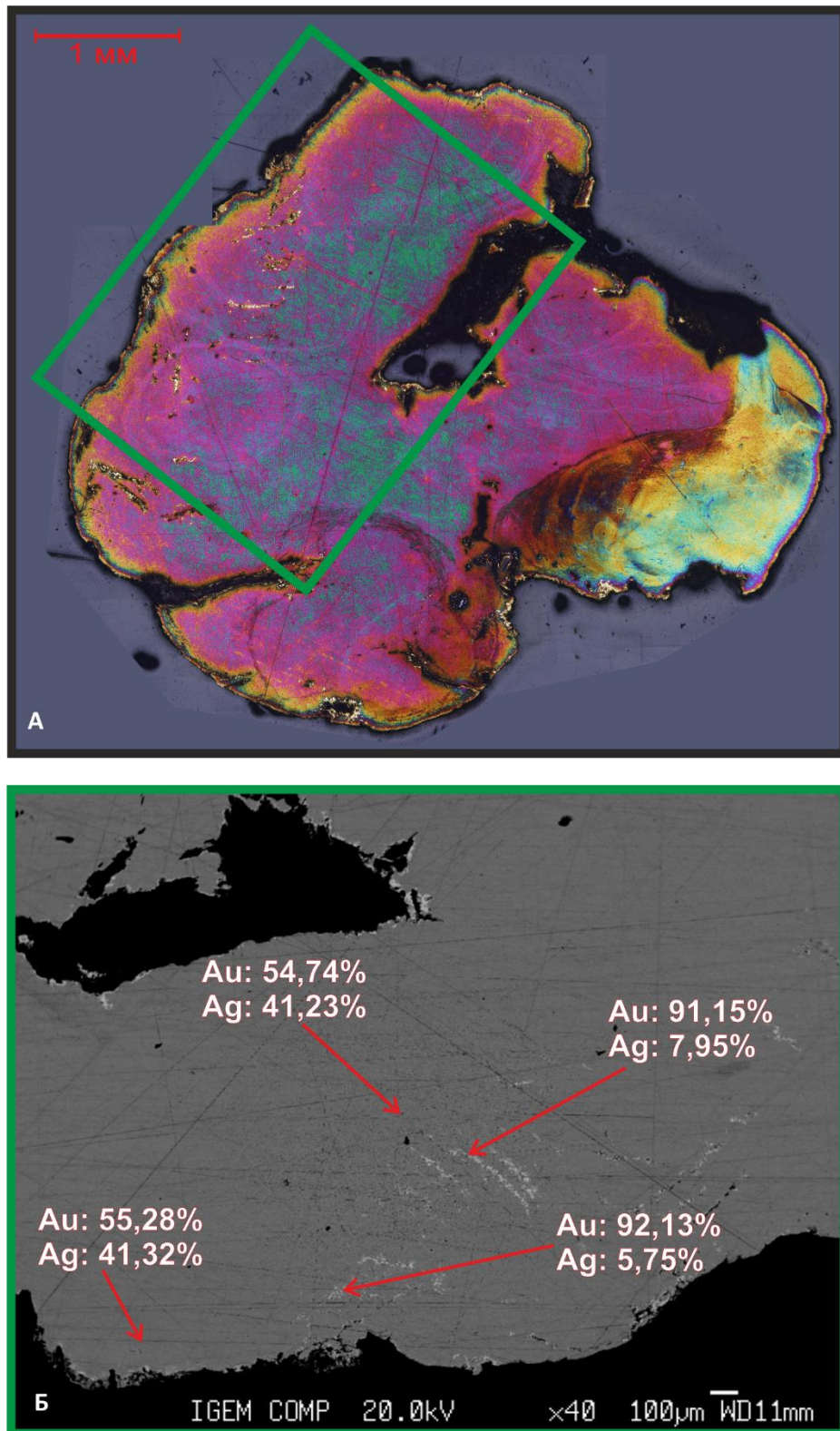


Рисунок 5.12 Зерно 8. Срастание низкопробного золота двух генераций (а), фрагмент золотины (б). Монтированный полированный шлиф (А – травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$, Б – в отраженных электронах).

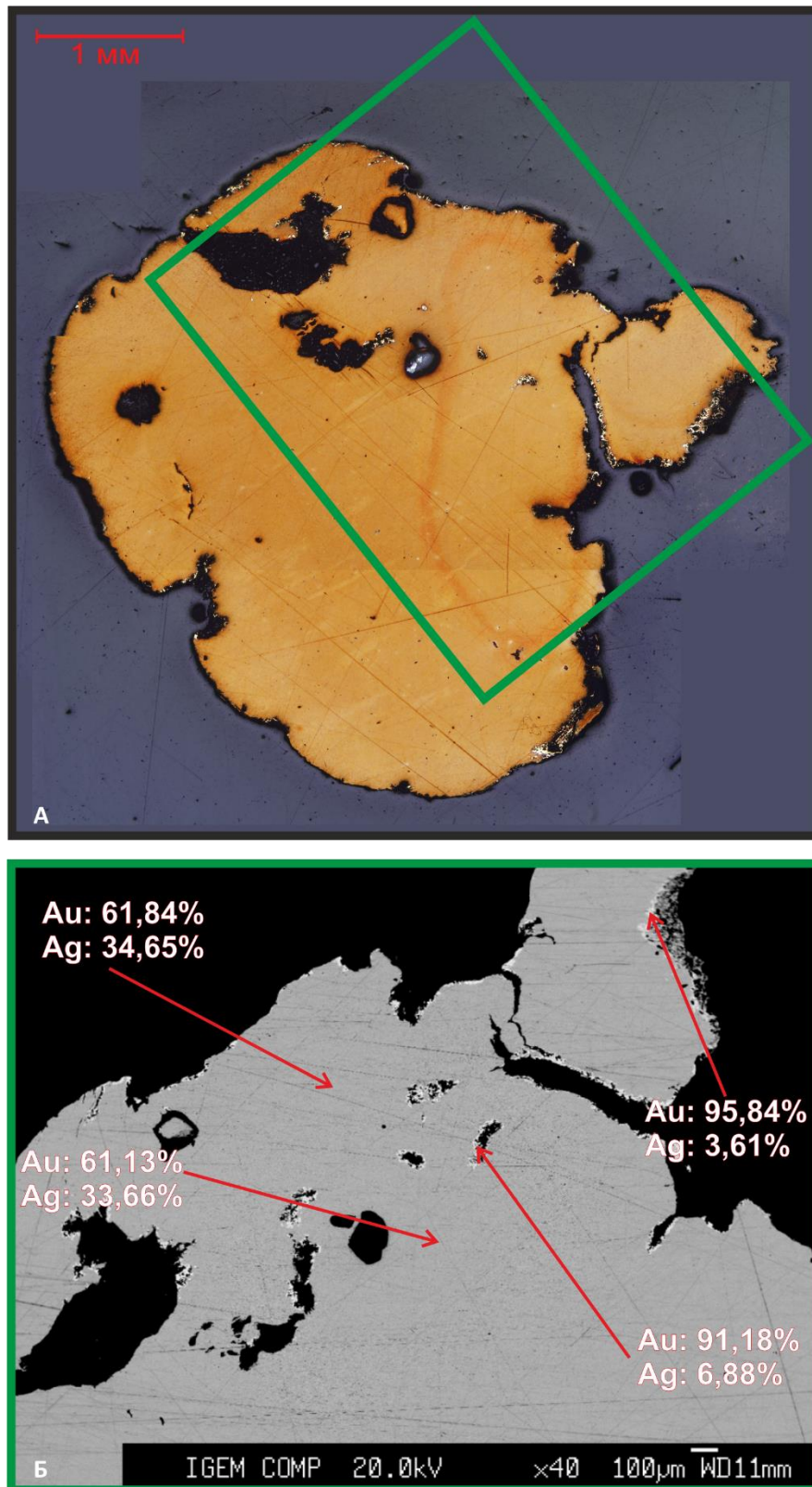


Рисунок 5.13 Зерно 1. Монозернистое строение низкопробного золота. Монтированный полированный шлиф (А – травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$, Б – в отраженных электронах).

Вещественные особенности низкопробных золотин существенно отличаются от вещественных особенностей группы относительно высокопробных золотин:

пробность золота (от 570,5‰ до 723‰), равномерное внутреннее строение золота, наличие рутила в золоте, отсутствие микропримесей в матрице золотины. Данные характеристики [67] позволяют отнести низкопробное золото к малосульфидной золото-кварцевой формации.

5.3. Гипергенные образования на золотинах

Гипергенные образования на золотинах представлены высокопробными каймами Au-Ag состава. Высокопробные каймы выявлены на всех золотинах. На золотинах с пробностью от 570,5‰ до 913,2‰ они отчетливо видны на фотографиях, полученных при проведении рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа анализа. Каймы располагаются фрагментарно по краям золотины и по границам включений зерен минералов (рис. 5.14). На золотинах с пробностью выше 913,2‰ каймы установлены при проведении многоступенчатого структурного травления.

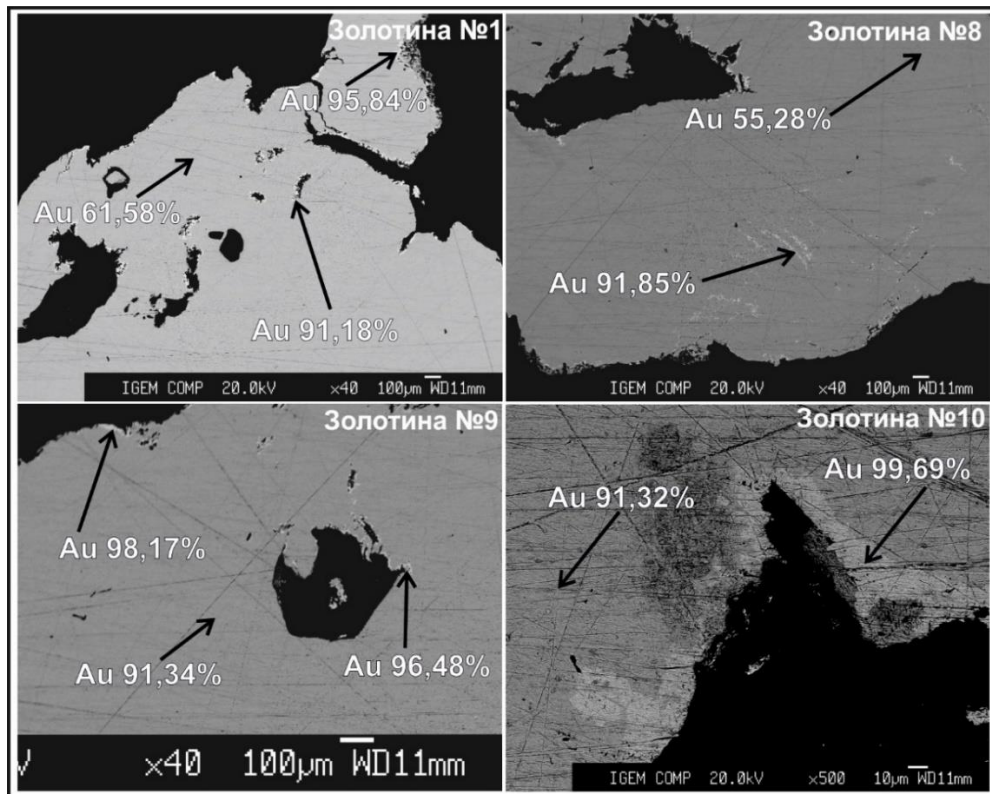


Рисунок 5.14. Высокопробные каймы на золотинах из техногенных отложений руч. Снежный, выявленные при проведении рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа.

Толщина кайм на золотилах, колеблется от первых микрон до 50 микрон (рис. 5.15). Для сравнения толщины гипергенных кайм внутри золотин были выбраны краевые участки. Наблюдается прямая зависимость между пробностью золотины и толщиной каймы.

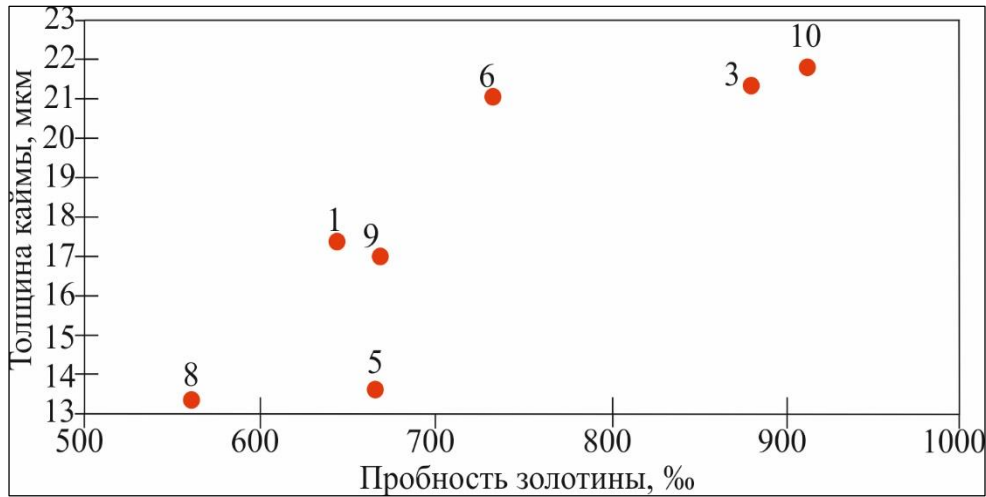


Рисунок 5.15. Зависимость толщины гипергенной каймы на краевых частях золотины от пробности остаточного гипогенного золота.

Гипергенные каймы сложены высокопробным золотом (пробность от 940,8‰ до 993,4‰). Коэффициент корреляции (рис. 5.16) между пробностью остаточного гипогенного золота и толщиной гипергенной каймы составляет 0,82, что свидетельствует о присутствии положительной связи между этими показателями (рис. 5.17).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \text{ где}$$

\bar{X} – среднее значение пробности гипогенного золота

X_i – значение пробности гипогенного золота в исследуемой золотине

\bar{Y} – среднее значение пробности каймы

Y_i – значение пробности каймы в исследуемой золотине

Рисунок 5.16 Формула для расчета коэффициента корреляции.

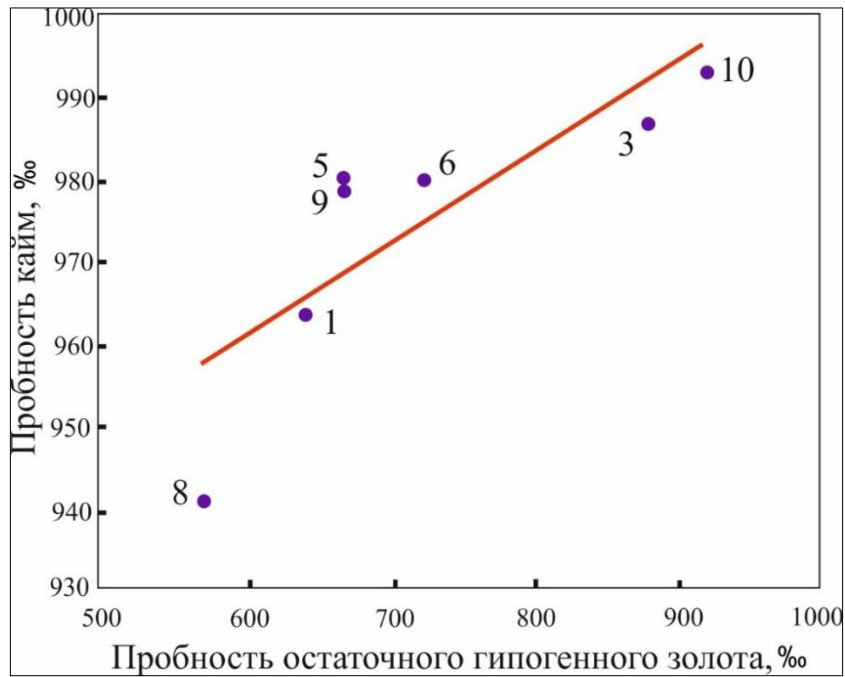


Рисунок. 5.17 Зависимость пробности остаточного гипогенного золота от пробности кайм.

Если рассмотреть зависимость пробности остаточного гипергенного золота от процента увеличения пробности каймы, выяснится, что степень изменения пробности золота на каймах имеет обратно пропорциональную зависимость с пробностью золотины. Это изменение пробности краевых кайм описывается уравнением, выведенным по линии тренда (рис.5.18):

$$Y = -1.6142 \times \text{ПР}_3 + 154.65$$

Где Y – процент увеличения пробности каемки

ПР_3 – пробность золотины

Величина достоверности аппроксимации (R^2) при этом составляет 0,994

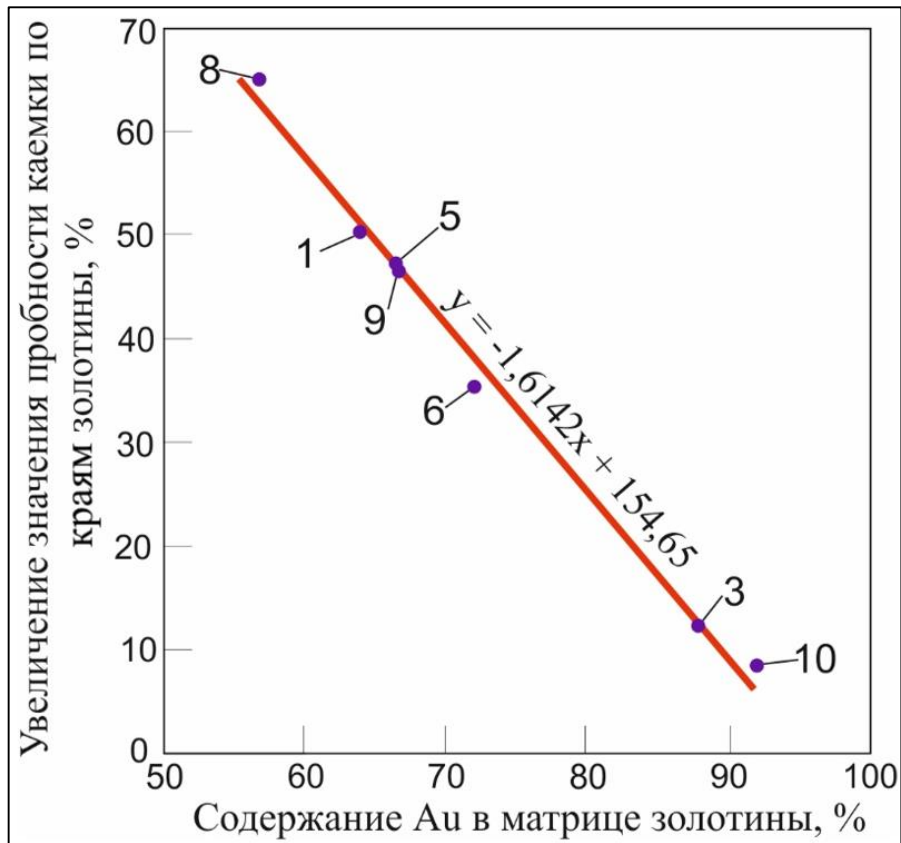


Рисунок 5.18 Изменение пробности каемки по краям золотины относительно пробности золотины

Этот результат обуславливается близкими значениями пробности гипергенной каймы, которые в свою очередь указывают на единый процесс формирования кайм.

Данный подход возможно применять для восстановления условий, при которых формировалась высокопробная кайма на золотины. Если все золотины подчиняются данной зависимости, то справедливо утверждать, что формирование данных кайм проходило на протяжении одного процесса. В случае, если не все золотины подчиняются такому распределению, то это свидетельствует о том, что каймы образовались в результате различных процессов.

Гипергенная кайма на золотине образуется в результате как процессов выщелачивания серебра и других металлов из гипогенного золота, так и в результате образования «нового» золота.

Образование «нового» золота связано с осаждением металлов из циркулирующих в россыпи растворах. Наличие золота и серебра в растворах может

быть вызвано рядом причин: расположением россыпи вблизи зоны окисления рудного объекта, поступлением из окисляющихся сульфидов, растворением поверхности золота в процессе коррозии [38]. До сих пор нет единого мнения на происхождение высокопробных кайм. С одной стороны, считается, что они формируются в результате выщелачивания, с другой стороны – образование высокопробного слоя в приповерхностных частях золотинок происходит при выщелачивании серебра.

Корреляционная зависимость между пробностью каймы и пробностью остаточного гипогенного золота указывает на то, что при формировании высокопробных кайм доминирующим процессом было *выщелачивание серебра*.

Для золота россыпей промежуточных коллекторов зачастую характерно слоистое строение кайм [39, 40], которое связано с многостадийным процессом их образования. Отсутствие такого типа зон в исследуемых золотинок позволяет предположить, что каймы сформировались одновременно.

Гипергенные новообразования на золотинок можно охарактеризовать как зародышевые. Наличие таких кайм обуславливается холодным климатом исследуемого района [40, 42]. Однако, наличие кайм на золоте современных отложений ручья ложкового типа, свидетельствует о переотложении этих зерен из более древних коллекторов. Вышесказанное подтверждает второе защищаемое положение.

Таким образом, данные изучения состава золота из техногенных отложений позволяют судить о поступлении его в промежуточный коллектор из источника [45, 81, 83] золото-антимонит кварцевой формации. Характер гипергенных образований на золотинок 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 другой формационной принадлежности.

6. ОЦЕНКА РОССЫПНОЙ И КОРЕННОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ АДЫЧА НА ОСНОВЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Определение типов источников россыпей вместе с другими данными позволяет выделять перспективные для обнаружения золоторудных объектов площади. Очевидно, что золото водотоков низких порядков проделало наименьший путь от источника. Поэтому вещественные характеристики золота водотоков именно низких порядков (I и II) позволяют наиболее достоверно выявить тип источника питания россыпи.

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

Площади, перспективные на выявление золоторудных месторождений

С использованием разработанной авторской программы (AGF) анализировались площади водотоков Куранах, Снежный, Белка и Первый, на которых автор лично проводил шлиховое опробование, а также россыпи, которые по данным предшественников позволяют установить вероятный тип источника питания (ручьи Ченкельня, Тараканий, Горняк, Вечерний, Зеленый, Соревнование). В программу вводились следующие вещественные характеристики: окатанность золота, наличие сростков золота с другими минералами, представленность тяжелой фракции; и данные о геолого-геоморфологической позиции россыпей – порядок водотока, тип россыпи, приуроченность к древним террасам.

В результате обработки введенных данных, россыпи классифицировалась по типу источника. По результатам работы выявлено 3 площади, перспективные на обнаружение золоторудных объектов.

Площадь № 1. Район руч. Делювиальный

Наличие промышленного оруденения в пределах данной площади отмечалось многими исследователями [6, 30, 85]. Гидросеть дренирует аргиллиты и алевролиты ладинского и карнийского ярусов среднего и верхнего триаса (рис. 6.1). На современной денудационной поверхности вскрыты два крупных гранитоидных купола – Ченкелевский и Ирюнджинский, являющиеся выступами единой крупной интрузии [30].



Рисунок 6.1 Геологическая схема района долин руч. Тараканий и руч. Ченкельня (По данным В.В. Аристова, С.Г. Кряжева и пр., 2016 год [6]).

В верховьях руч. Делювиальный локализовано рудопроявление Делювиальное. Оно приурочено к экзоконтакту Ченкеленя-Ирюнджинского гранитоидного массива, прорывающего своды брахиантиклинали северо-западного простирания. Вдоль свода в полосе шириной 0,5 км и протяженностью до 3 км в ороговикованных ладинских алевролитах развиты преимущественно поперечно-секущие зоны кварцевого прожилкования и зоны сульфидизации северо-восточного и северо-западного простирания мощностью от 1 до 20 м. Рудопроявление представлено штокверком, состоящим из серии сближенных жильно-прожилковых зон и отдельных жил, прожилков кварца с примесью (0-20 %) сульфидов и хлорита, реже биотита, полевого шпата и карбоната. Содержание золота в окварцованных, сульфидизированных роговиках – от следов до 19,2 г/т, в прожилках и жилах порядка 1-5 г/т, в отдельных пробах до 73,8 г/т. Выделено 14 зон с содержанием золота свыше 5 г/т. В рудах установлены примеси свинца, цинка – 0.1 %, трехокси вольфрама – до 3 %, мышьяка до 1.1 %.

Значительная золотоносность отложений руч. Ченкеленя и Тараканий предполагает наличие дополнительных рудных источников в районе рудопроявления Делювиальное.

Площадь № 2. Район руч. Белка

Истоки руч. Белка (руч. Правая и Левая Белка) берут свое начало с крутых водоразделов. Характеристика золота из отложений верхнего течения руч. Левая Белка указывает на наличие рудного источника. По материалам предшественников [85, 102] в верховьях руч. Левая Белка отмечены несколько пунктов минерализации золота малосульфидной золото-кварцевой формации (рис.6.2).

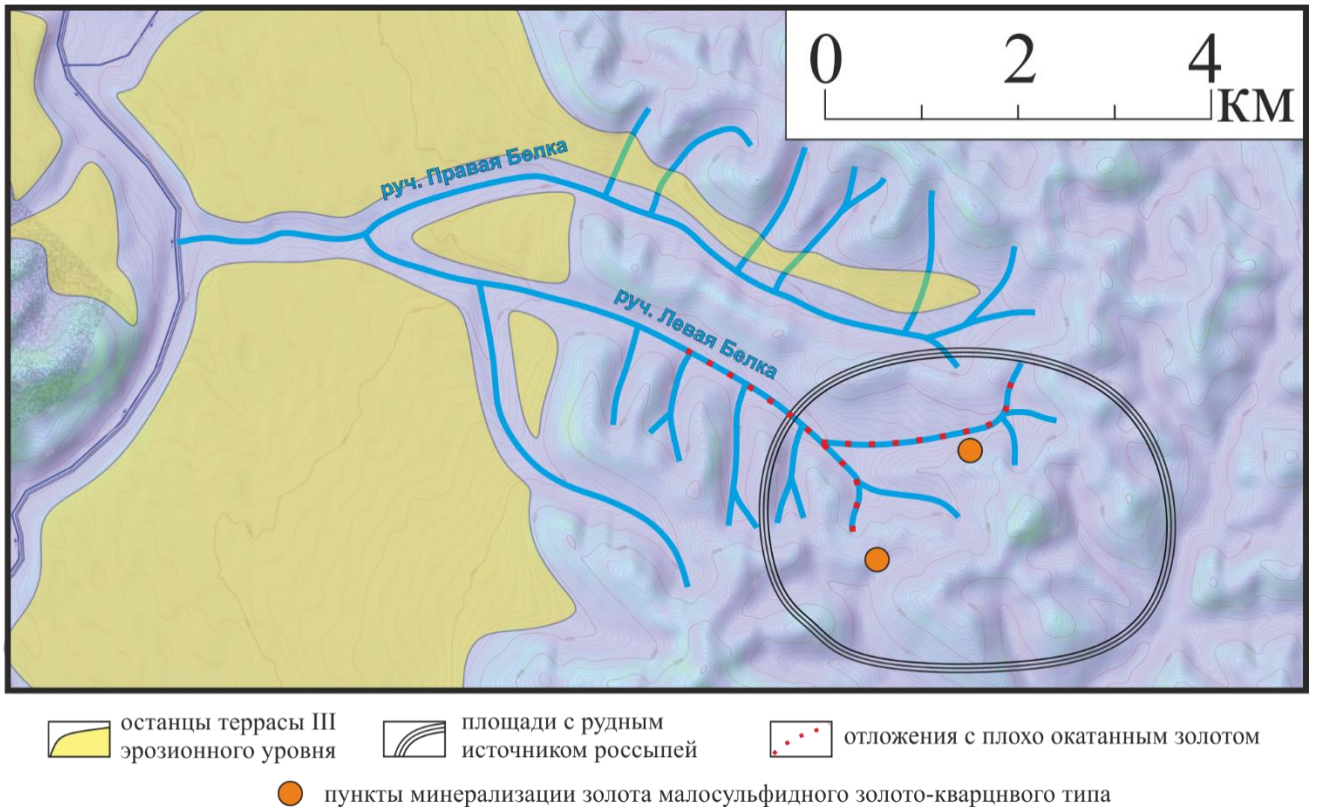


Рисунок 6.2 План руч. Белка.

Пункты минерализации расположены в непосредственной близости от рудопроявления Полярник. Они входят в южную часть Полярнического золоторудно-россыпного узла. Полярнический рудно-россыпной узел (рис. 6.3) расположен на правом берегу р. Адычи, охватывая Адыча-Няньдельгинское междуречье. По структурному положению, геологическому строению и характеру минерализации сходен с Ченкеленьинским узлом, являясь, по существу продолжением последнего. По результатам поисковых работ (Вишневецкий и др., 1980 г.), тип оруденения объекта Полярник определен как штокверковый. По результатам работ [85] рудопроявление Полярник отнесено в разряд высокоперспективных.



Рисунок 6.3 Перспективная площадь №2.

Площадь № 3. Район долины руч. Соревнование: руч. Первый, Зеленый и ручей Вечерний

По результатам анализа типа источника россыпи для верховьев руч. Первый, установлено, что с высокой степенью вероятности, источником золота для аллювиальных отложений этих водотоков являлось коренное проявление золота. Это обусловлено низкой – средней степенью окатанности золотин, многочисленным наличием сростков золота с кварцем. Хорошо окатанное золото приурочено к отложениям среднего течения руч. Первый, где он уже является водотоком III порядка. Также, в своем среднем и нижнем течении, руч. Первый прорезает останцы террасы III эрозионного уровня р. Адыча (рис. 6.4). Наличие хорошо окатанного золота в этих отложениях обусловлено либо поступлением золота в долину ручья из отложений террасы, либо значительной удаленностью от рудного источника.

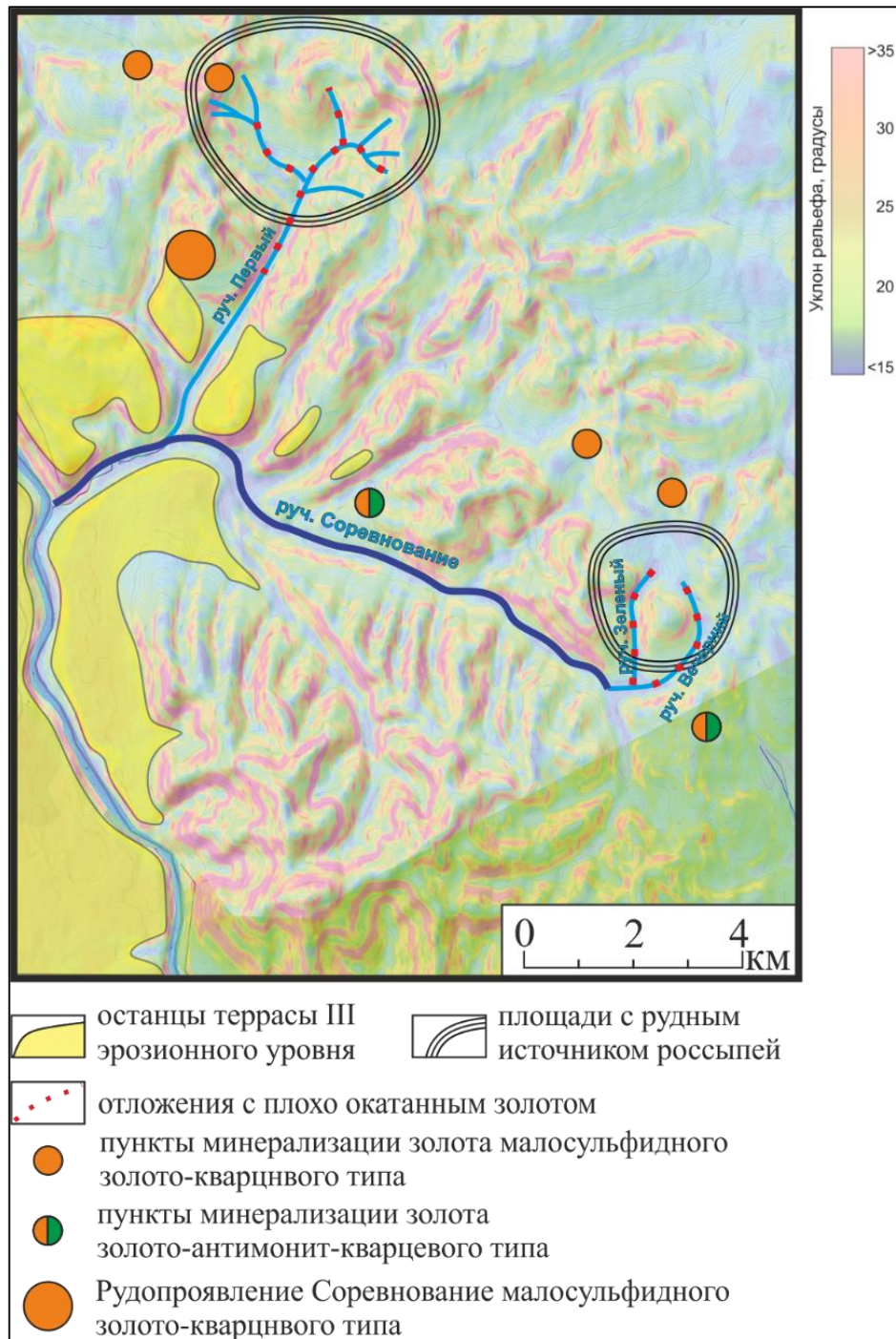


Рисунок. 6.4 Положение руч. Первый, руч. Зеленый, руч. Вечерний.

По материалам предшественников [102] в верховьях руч. Первый находится рудопроявление малосульфидного золото-кварцевого типа (рис. 6.5). Однако, золотоносность обоих ручьев предполагает наличие еще не обнаруженных рудных объектов, питающих россыпь. В верховьях руч. Зеленый также выявлено рудопроявление малосульфидного золото-кварцевого типа.

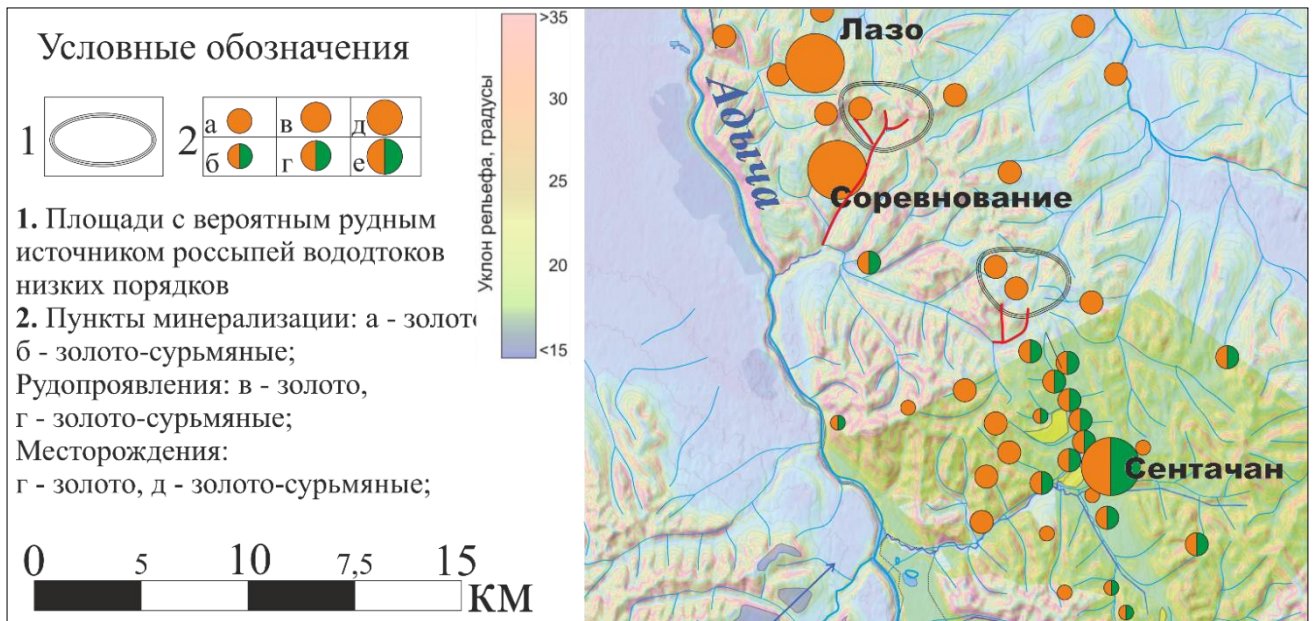


Рисунок 6.5 Известные рудопроявления и месторождения золота в районе руч. Соревнование.

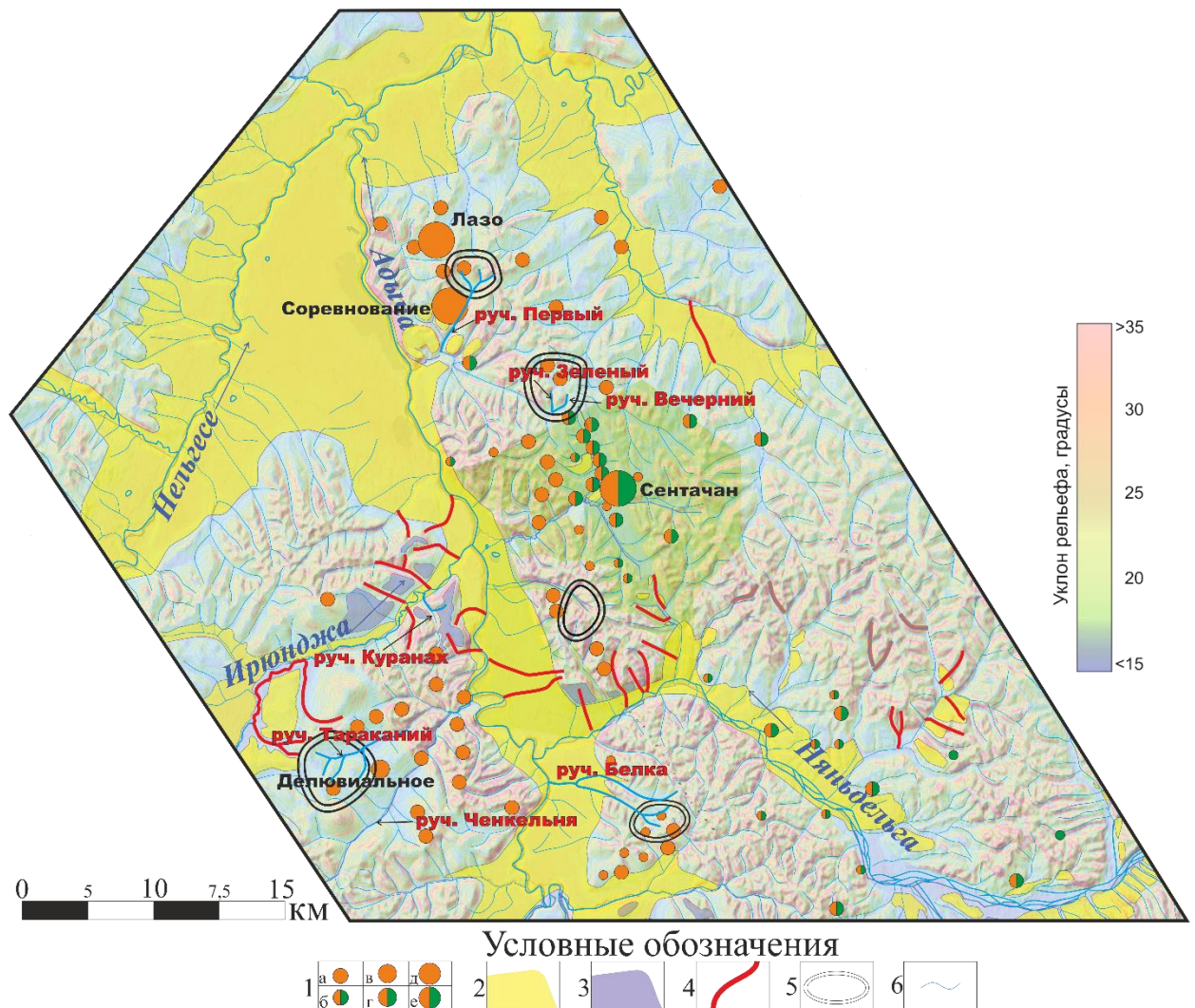
Таким образом, определение типов источников россыпей вышеописанных объектов позволило локализовать площади, перспективные для выявления золоторудных объектов малосульфидной золото-кварцевой формации. Наличие внутри этих площадей известных пунктов минерализации и рудопроявлений подтверждает золотоносность этих площадей.

Водотоки, перспективные для обнаружения россыпей по геолого-геоморфологическим условиям

Установленные типы источников россыпей в виде промежуточных коллекторов (руч. Снежный, руч. Куранах,) указывают на вероятную продуктивность отложений нескольких 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 р. Адыча весьма ограничено. Однако, на примере россыпи руч. Снежный, показано, что и эти отложения могут питать значительные по запасам россыпи.

По результатам анализа рельефа была составлена схема, показывающая области распространения террас II и III эрозионных уровней. Основа схемы – цифровая карта с относительными уклонами рельефа, которая позволяет идентифицировать древние террасы с достаточно высокой достоверностью.

На составленной схеме выделены водотоки низких порядков, которые по совокупности геолого-геоморфологических критериев имеют перспективы золотоносности. Такие водотоки дренируют останцы террас II и III эрозионного уровня.



1. Пункты минерализации: а - золото, б - золото-сурьмяные; Рудопроявления: в - золото, г - золото-сурьмяные; Месторождения: г - золото, д - золото-сурьмяные; 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.

Рисунок 6.6 Прогнозная схема района среднего течения р. Адыча.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа выполнена на основе морфологического и гранулометрического анализов более 400 золотин из техногенных отложений руч. Куранах и руч. Снежный, а также данных, изложенных в геологических отчетах и научных статьях, посвященных золотоносности исследуемого района. Вещественный состав золотин исследовался методами рентгеноспектрального электронно-зондового микроанализа, а также путем многоступенчатого травления золота раствором $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$.

В итоге получены следующие результаты:

1. Классифицированы россыпные объекты водотоков низких порядков по типам источников питания. Понимание типа источника россыпи делает возможным комплексный анализ водотоков и вероятных источников их питания, что в свою очередь выявляет новые предпосылки для поисков потенциально золотоносных объектов.

2. На основе разработанного оригинального 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.

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

4. 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.

5. 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.

6. 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.

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

8. 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная

1. Агейкин А.С., Байрон И.Ю., Беккер А.Г. и др. Методическое руководство по разведке россыпей золота и олова. Издательство Магадан, 1974 г.
2. Акинин В.В., Миллер Э.Л. Эволюция известково-щелочных магм Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Петрология. 2011. Т. 19, № 3. С. 249–290.
3. Амузинский В. А., Анисимова Г. С., Жданов Ю. Я. Самородное золото Якутии (Верхне-Индигирский район). - Новосибирск: Наука, 1992.
4. Амузинский В.А., Анисимова Г.С, Жданов Ю.Я., Иванов Г.С, Кокшарский М.Г., Недосекин Ю.Д., Полянский М.П. Сарылахское и Сентачанское золото-сурьмяные месторождения. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. - 218 с.
5. Аристов В.В. Перспективы выявления крупных богатых золото-кварцевых месторождений в Тарынском рудно-россыпном узле // Разведка и охрана недр. 2009. № 6. С. 3–11.
6. Аристов В.В., Кряжев С.Г., Рыжов О.Б., Вольфсон А.А., Прокофьев В.Ю., Сидорова Н.В., Сидоров А.А. Источники флюидов и рудного вещества золотой и сурьмяной минерализации Адычанского рудного района (Восточная Якутия) // Докл. АН. 2017. Т. 476, № 2. С. 174–180.
7. Арманд Н.Н., Белоусов В.Д., Быховский Л.З. и др. Словарь по геологии россыпей. Москва, Недра, 1985 г. С.134
8. Бергер В.И. Сурьмяные месторождения. Л.: Недра, 1978. 276 с.
9. Бортников Н.С., Гамянин Г.Н., Викентьева О.В., Прокофьев В.Ю., Алпатов В.А., Бахарев А.Г. Состав и происхождение флюидов в гидротермальной системе Неждановского золоторудного месторождения (Саха-Якутия, Россия) // Геология руд. месторождений. 2007. Т. 49, № 2. С. 99–145.

10. Бортников Н.С., Гамянин Г.Н., Викентьева О.В., Прокофьев В.Ю., Прокопьев А.В. Золото-сурьмяные месторождения Сарылах и Сентачан (Саха-Якутия): пример совмещения мезотермальных золото-кварцевых и эпитеpmальных антимонитовых руд // Геология руд. месторождений. 2010. Т. 52, № 5. С. 381–417.
11. Быховский Л.З., Гурвич С.И., Патык-Кара Н.Г., Геологические критерии поисков россыпей. Москва, Недра, 1981 г.
12. Вишневский А.Н. и др. Государственная геологическая карта м-ба 1:200 000. Листы Q-53-XVII, XVIII. Ленинград, ВСЕГЕИ, 1964 г.
13. **Владимирцева О.В.** Метод определения источника россыпного золота. Горные науки и технологии. 2019;4(4): С. 273-281.
14. **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
15. **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
16. **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
17. Волков А.В., Сидоров А.А., Савва Н.Е., Прокофьев В.Ю., Колова Е.Е., Савчук Ю.С., Мурашов К.Ю., Сидорова Н.В., Земскова М.И., Аристов В.В., Вольфсон А.А. Золотокварцевые месторождения Яно-Колымского складчатого пояса: геохимические особенности руд и флюидов, условия рудообразования // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2016. № 3. С. 3–21.
18. Гамянин Г.Н. Минералого-генетические аспекты золотого оруденения Верхояно-Колымских мезозоид. М.: ГЕОС, 2001. 222 с.
19. Гамянин Г.Н., Некрасов И.Я., Жданов Ю.Я., Конюшок А.А., Суплецов В.М. Условия нахождения и образования аурустибита // ЗВМО. 1984. Часть 113. Вып. 2, С. 196-204

20. Корчуганова Н. И., Сурков А. В. Генетические типы россыпей // учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 130300 «Прикладная геология» /; Российский гос. геолого-разведочный ун-т им. Серго Орджоникидзе. Москва, 2010.
21. Геологический словарь, М.: Недра, 1978, т.1, т.2
22. Геология СССР. Гл. ред. Е.А. Козловский. Том XVIII. Якутская АССР. Полезные ископаемые. Ред. тома Ю.В. Архипов. М., «Недра», 1979, - 411 с. (стр. 265-266)
23. Гольдфарб Ю.И. Преимущества генетической (динамической) классификации аллювиальных россыпей золота Северо-Востока России // Отечественная геология. 2011. № 2. С. 30-39.
24. Гольдфарб Ю.И. Террасы горных речных долин - генетический подход (на примере гор Северо-Востока Азии) // Геоморфология. 2015. № 2. С. 3-15.
25. Гольдфарб Ю.И., Петров А.Н., Прейс В.К., Скурида Д.А. Геологические предпосылки дифференцированного подхода к поискам и разведке аллювиальных россыпей золота (на примере Северо-Востока России) // Тихоокеанская геология, 2015, том 34, № 3, с.13-26
26. Горячев Н.А. Геология мезозойских золото-кварцевых жильных поясов Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1998. 210 с.
27. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист 053-Верхоянск. / Р.И. Протопопов, А.М. Трущелев, Г.Х. Протопопов, С.С. Федорова, Л.П. Жарикова и др. Объяснительная записка. - СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. - 437 с.
28. Государственная геологическая карта СССР. Карта полезных ископаемых. Масштаб 1:1 000 000. Серия Новая. Лист Q-52, 53 (Верхоянск) / Владимирцева Ю.А., Владимирцев В.М., Миледин А.К., и др. составлена: ФГУНПП Аэрогеология, 1982 г.

29. Жданов Ю.Я., Суплецов В.М. Вариации пробности самородного золота Сентачанского рудного узла. - Минералогические особенности эндогенных образований Якутии. - Якутск. 1979. С. 95-99
30. Задорожный Д.Н., Рыжов О.Б., Аристов В.В., Султанаев Р.Г., Тихонова Н.В. Крупнотоннажное месторождение золота Делювиальное // Руды и металлы. 2011. № 2. С. 11–18.
31. Избеков Э.Д., Шаров Г.Н. К вопросу о поисках рудных тел в бассейне Ченкеленьи и на террасах реки Адычи // в сборнике статей «Поиск и опыт реконструкций источников золота по разведанным россыпям», Якутск, изд. Якутского филиала СО АН СССР, 1975 год, С. 149-160.
32. Индолев Л.М., Жданов Ю.А., Суплецов В.М. Сурьмяное оруденение Верхояно-Колымской провинции. Новосибирск: Наука, 1980. 232 с.
33. Калюжный В.А. Основы учения о минералообразующих флюидах. Киев: Наук. думка, 1982.
34. Кашковский и др. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых. Недра, 1986.
35. Кряжев С.Г., Аристов В.В. Органическое вещество флюидных включений в жильном кварце Адычанского золоторудного района: Материалы XIII Междунар. конф. по термобарогеохимии и IV симпозиума APFIS. Т. 2. М.: ИГЕМ РАН, 2008. С. 249–252.
36. Методика разведки россыпей золота и платиноидов. ЦНИГРИ, Москва, 1992 г.
37. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Россыпные месторождения. Москва, МПР РФ, 2007 г.
38. Николаева Л.А. Генетические особенности самородного золота как критерии при поисках и оценке руд и россыпей. – М.: Недра, 1978
39. Николаева Л.А., Гаврилов А.М., Некрасова А.Н., Яблокова С.В., Шатилова Л.В. Самородное золото рудных и россыпных месторождений России.

Атлас. 1-е изд. Отв. ред. А.И. Кривцов. – М.: ЦНИГРИ, 2003, 184с. 2-е изд. Отв. Ред. Б.К.Михайлов. – М: Акварель, 2015, 200 с.

40. Николаева Л.А., Яблокова С.В. Типоморфные особенности самородного золота и их использование при геологоразведочных работах, ЦНИГРИ, Москва, 2007 г., С.1-17

41. Остапенко Л.А., Рыжов О.Б., Щегольков Ю.В., Аристов В.В. Типоморфные особенности россыпного золота бассейна р. Адыча (Восточная Якутия), состав и генезис рубашек на его поверхности // Отеч. геология. 2011. № 1. С. 29–42.

42. Патык-Кара Н.Г. Россыпеобразование в аридных обстановках // Литология и полезные ископаемые 1995. №2. С. 138-150.

43. Патык-Кара Н.Г. Россыпные формации и их значение для типизации металлоносных площадей // Литология и полезные ископаемые 1980. №2. С. 49-60.

44. Протопопов Р.И., Трущелев А.М. и др. Государственная геологическая карта РФ. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение), Серия Верхояно-Колымская, Лист Q-53Верхоянск. Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ, 2016 г.

45. Прушинская Э.Я., Манучарянц Б.О., Владимиров В.Г. Основы геолого-генетической модели золото-сурьмяных месторождений востока СССР. Рудообразование и генетические модели эндогенных рудных формаций. Новосибирск: Наука, 1988. С. 279–285.

46. Российская геологическая энциклопедия в трех томах. Москва-Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ, 2011 г.

47. Скорняков П.И. Систематика золоторудных месторождений СВ СССР: Материалы по геологии СВ СССР. М., 1949. № 4. С. 52–62.

48. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1985. 294 с.

49. Стружков С.Ф., Кряжев С.Г., Наталенко М.В., Голубев С.Ю. Отличия золото-кварцевых и золото-полисульфидно-кварцевых месторождений Центральной Колымы по термобарогеохимическим данным: Материалы XIII

Международ. конф. по термобарогеохимии и IV симпозиума APFIS. Т. 2. М.: ИГЕМ РАН, 2008. С. 124–127.

50. Сурков А.В. Атлас форм самородного золота (золотин): Зарисовки и измерения под микроскопом / А.В. Сурков. - М.: Студиа, 2000.

51. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Отв. ред. Л.М. Парфенов. М.: Наука, 2001.

52. Третьяков Ф.Ф. Стадии надвигового этапа позднемезозойских деформаций Верхояно-Колымской орогенной области // Отеч. геология. 2015. № 5. С. 89–95.

53. Фридовский В.Ю. Структуры золоторудных полей и месторождений Яно-Колымского рудного пояса (Восточная Якутия – территория Верхояно-Колымской коллизионной металлогенической области) // Металлогения рядов коллизионных геодинамических обстановок. В 2-х томах. Т. 1. М.: ГЕОС, 2002. С. 6–241.

54. Читалин А.Ф. Сдвиговая тектоника и золотоносность Колымского региона // Золото и технологии. 2016. № 4 (34). С. 128–133.

55. Шахтыров В.Г. Сдвиговые структурные ансамбли и золотое оруденение Яно-Колымской складчатой системы: Автореф. диссертации д-ра геол.-минер. наук. Иркутск, 2010. 35 с.

56. Шило Н.А. Четвертичные отложения Яно-Колымского золотоносного пояса, условия и этапы их формирования // Тр. ВНИИ-1. Вып. 66. 1961. 129 с.

57. Шило Н.А., Патык-Кара Н.Г., Шумилов Ю.В. Геотехногенные формации минеральных месторождений // Минералогия техногенеза. 2005. Т. 6. С. 6-11.

58. Шило Н.А., Шумилов Ю.В. Новые экспериментальные данные о поведении частиц золота в водной среде // Доклады Академии наук СССР. 1970. Т. 195. № 1. С. 193-196.

59. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). Сыктывкар: Геопринт, 2011. 742 с

60. Яблокова С.В. Новые данные по типохимизму самородного золота в различных типах месторождений / С.В. Яблокова, С.А. Миляев, Н.Н. Позднякова // Руды и металлы. – М.: ЦНИГРИ, 2011. С. 29-31.
61. Яблокова С.В., Позднякова Н.Н., Бисиркина Г.М. Типоморфизм самородного золота россыпи р. Чай - Юрья как показатель связи ее с коренными источниками. // Руды и металлы. 2011.
62. Bakker R.J. // Chem. Geol. 2003. V. 194. P. 323.
63. Brown J., Yin J. (2009) Technical Report on the 2000-2008 Exploration Programs on the Golden Cariboo Project Wells, British Columbia Cariboo Mining Division Technical Report.
64. Chapman R. J., Mortensen J. K Characterization of placer- and lode-gold grains as an exploration tool in east-central British Columbia (parts of NTS 093A, B, G, H) // Geoscience BC Summary of Activities 2010; Geoscience BC. Report 2011-1. Pp. 109–122.
65. Chapman R. J., Mortensen J. K., 2006. Application of microchemical characterization of placer gold grains to exploration for epithermal gold mineralization in regions of poor exposure. J. Geochem. Explor. 91 (1–3), pp. 1–26.
66. Duk-Rodkin A., Barendregt R.W., White J.M., Singhroy V.H. Geologic evolution of the Yukon River: implications for placer gold // Quat. Int. – 2001. – 82 (1). –P. 5–31.
67. Goryachev N., Pirajno F. Gold deposits and gold metallogeny of Far East Russia // Ore Geol. 2014.
68. Jenkin G. R. T., Lusty P. A. J., Mcdonald I., Smith M. P., Boyce A. J., Wilkinson J. J. Ore deposits in an evolving Earth: An introduction (2014) Geological Society Special Publication, 393, pp. 1-8.
69. Smith D., Jenkin G., Naden J. Finding solomon's gold? (2010) Planet Earth, (SPRING), pp. 10-11.
70. Stacey J.S., Kramers J.D. // Earth and Planet. Sci. Lett. 1975. V. 26. P. 207 – 221.

71. Александрова С.Д., Козлов В.А., Чибисов Н.П. Отчет о результатах литохимических исследований в Центральном-Янском районе (1968-1970 гг.). Якутская тематическая экспедиция, Якутск, 1971, №2750.

72. Кривошапкин М.Н., Захаров В.А. Отчет о групповой геологической съемке и доизучении м-ба 1:50000 на территории листов Q-53-78-Б, В, Г; 89-А, Б, В, Г; 90-А, Б, В, Г (междуречье Нельгесе-Дербеке) по работам 1980-84 гг. Бургочанской поисково-съёмочной партии № 7/79. Якутск, 1984, №3737.

73. Артемов А.В., Пичугин Л.П. и др. Геологическое дешифрирование материалов аэро- и космических съемок с комплексов работ по наземной проверке с целью выяснения геологической природы отдешифрированных объектов и их поискового значения на территорию Восточной Якутии на площади листов R-52, 53, 54; Q-52, 53, 54 за 1977-80 г. Аэрогеологическая экспедиция №3. М., 1980, №3494.

74. Батыгин Н.Г., Дрыдо Н.П. Отчёт на производство поисково-оценочных работ на россыпное золото в долине руч. Ирюнджи и в верхней части долины руч. Тараканьего за 1979 - 1981 гг. Батагай, 1981 г.

75. Батыгин Н.Г., Луцаков А.В., Шмаров П.С. Отчёт о результатах поисков россыпей золота в бассейне ручьёв Тараканий и Ирюнджа в 1975 - 1978 гг. Батагай, 1979 г.

76. Белокрылов В.А., Габышев В.В. и др. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на штокверковом рудопроявлении Делювиальном в 1976-80 гг. Батагай, 1980, №3491.

77. Бельчанская Л.Н., Максимова В.П., Разумихин А.Г. Отчет по теме: "Разработка методики геохимических поисков месторождений олова сульфидно-касситеритовой формации по эндогенным и экзогенным геохимическим ореолам". ИМГРЭ, М., 1970, №2593.

78. Бобров С.И., Масленников В.В., Любцова Г.М. и др. Комплекс работ по наземной проверке данных дешифрирования материалов аэро- и космических

съемок с целью выяснения поискового значения отдешифрированных объектов на золото-сурмяноеоруденение в пределах Яно-Омолойского междуречья на части листов R-52, 53 и Q-52,53. Космоаэрогеологическая экспедиция №3. М., 1983, №3725.

79. Бояршинов В.В., Вдовина Л.Г. Отчет о результатах геологической съемки, доизучения и поисков масштаба 1: 200000 на территории листа Q-53-IX в 1978-81 гг. Батагай, 1982, №3589.

80. Бояршинов В.В., Вдовина Л.Г., Петухов В.И. Отчет о результатах геологосъемочных и поисковых работ масштаба 1: 200000 в Центрально-Янской группе оловорудных месторождений (1969-1974 гг.) Эге-Хайская геологосъемочная партия. Батагай, 1975, №3074.

81. Бояршинов В.В., Вдовина Л.Г., Чернов С.Л. и др. Отчет о результатах геологической съемки, доизучения, поисков масштаба 1: 50000 в бассейне верхнего течения р. Арга-Биллях (листы Q-53-16-Г-в, г; Q-53-17-В-в, г; Q-53-17-Г-в, г; Q-53-28-А, Б; Q-53-29-А; Q-53-29-Б-а, б) и поисковых работ на рудном поле Билляхского золото-сурмяного месторождения в 1975-1978 гг. Батагай, 1980, №3574.

82. Вдовина Л.Г., Скуба В.Д. Отчет о геологическом доизучении, пересоставлении и подготовке к изданию Государственной геологической карты Российской Федерации (Россия) масштаба 1: 200000 (новая серия) листа Q-53-III, IV [Батагай (Эге-Хайя)] в 1995-2002 гг. Батагай, 2002, №5043.

83. Вишневский А.Н., Панфилов В.И. и др. Отчет о результатах геологической съемки, доизучения и поисков масштаба 1: 50000 в северо-западной части Адыча-Тарынской золото-сурмяной зоны в 1973-80 гг. (листы Q-53-57-Б,Г; Q-53-58; Q-53-59-В-а; Q-53-69-Б; Q-53-70; Q-53-71; Q-53-72-А-в, г; Q-53-72-В; Q-53-72-Г-в, г; Q-53-83-А, Б; Q-53-83-В-а,б; Q-53-83-Г-а,б; Q-53-84) (Южная геологосъемочная партия и Право-Нитканский поисковый отряд). Батагай, 1980, №3501.

84. Грачев Я.Д., Аверченко А.И. и др. Отчет о групповой геологической съемке масштаба 1:50000 на территории листов Q-53-68-В,Г; 69-В,Г; 79, 80, 91-А,Б и геологическом доизучении части листов Q-53-68-В; 79; 80 в Дербек-

Нельгесинском междуречье (по работам Алыс-Хайской поисково-съёмочной партии № 6/79 за 1980-85 гг.). Якутск, 1985, №3826.

85. Лаврухин В.А., Царьков В. Отчёт о работе Средне-Адычанской геологопоисковой партии м-ба 1:50 000 за 1959 г. Батагай, 1960 г.

86. Макаров В.Н., Козлов Г.Г. и др. Отчет по теме “Гидрогеохимическое опробование северо-западной части Адыча-Тарынской зоны”. ЦКТЭ, Якутск, 1975, №3084.

87. Малютин Е.И., Мусалитина В.П. Государственная геологическая карта масштаба 1: 200000, лист Q-53-XV, XVI (Налыаччийа). 1990, №704 гк.

88. Моякунов Э.В., Шарин А.М., Павлова Л.И. и др. Отчет о результатах общих и детальныx поисков в Тенкелийском узле Дербек-Нельгесинской рудной зоны, проведенных отрядом № 19/83 на Южно-Харатасской площади в 1983-1986 гг. ГФЭ №6. Якутск, 1986, №3853.

89. Мусалитин Л.А. Государственная геологическая карта масштаба 1:200000. Новая серия. Серия Верхоянская, листы Q-53-XVII, XVIII. Объяснительная записка. (составительский отчет). Батагай, 1993, №706 гк.

90. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на россыпное золото в бассейне руч. Соревнование (выше развед. линии 101), руч. Вечерний, руч. Зеленый, руч. Горняк, руч. Куранах /Бурмакина И.Н. и др. 2007

91. Проект на производство работ по объекту: «Поисково-ревизионные работы на крупнообъемное золотое оруденение в центральной части Янского района республики Саха (Якутия) в 2007-2010 гг» / Книга 1, ОАО «Янгеология», 2007 год.

92. Пономарев Д. Отчет о результатах геолого-геофизических и детальныx поисковых работ м-ба 1:10000 в междуречье рр. Куранах и Берелех в 1977-81 гг. Батагай, 1982 г.

93. Савченко А.Г., Казанцев А.С., Кутимский К.П. Геоморфология и россыпная золотоносность среднего течения р. Адычи. Якутск, 1971 г.

94. Спониор Ю.Н., Рычагова И.К. Отчет по поискам месторождений олова в пределах Яно-Адычанского междуречья на основе комплекса работ по наземной

проверке объектов, отдешифрованных на материалах аэро- и космических съемок за 1978-81 гг. Космоаэрогеологическая экспедиция №3, М., 1982, №3773.

95. Стрельцов В.Л., Шур В.И. Отчет о результатах работ по теме "Геохимические и минералого-кристаллографические критерии поисков и оценки оловорудных месторождений Восточной Якутии и их минералого-генетические особенности". Центральная комплексная тематическая экспедиция. Якутск, 1982, №3603.

96. Султанаев Р.Г. Отчет о результатах поисковых работ на рудное золото в пределах Дербек-Нельгесинской рудной зоны в 1994-1998 гг. Батагай, 1997, №4632.

97. Черепанов Е.Ф., Троицкий Д.И. Отчет о поисково-геоморфологических работах на междуречье Джолакаг-Няньдельга масштаба 1:50000 (Средне-Адычанская партия) за 1966 г. ВИГРЭ, Усть-Нера, 1967, №2719.

98. Шарин А.М., Павлова Л.И. и др. Отчет о результатах поисковых работ, проведенных отрядом № 19/85 в северной части Тенкелийского рудного узла Дербек-Нельгесинской зоны в 1984-1987 гг. ГФЭ №6, Якутск, 1987, №3924.

99. Шур В.И., Стрельцов В.Л. Отчет о результатах работ по разработке геолого-геохимических критериев поисков и оценки оловорудных проявлений Дербек-Нельгесинской рудной зоны за 1974-75 гг. ЦКТЭ ЯТГУ. Якутск, 1976, №3237.

100. Яковлев Я.В. и др. Рудные формации, состав, золотоносность, эрозионный срез и закономерность локализации месторождений Дербек-Нельгехинской рудной зоны. ИГ ЯФ СО АН СССР. Якутск, 1984.

101. Яковлев Я.В. Соловьев Л.Н. Вещественный состав и геохимические особенности руд золотых и оловянных проявлений северной части Тенкелийского узла, закономерности их локализации. ИГ ЯФ СО АН СССР. Якутск, 1987, №3923.

102. Ярослав Ю. Б. Отчёт о результатах геологоразведочных работ в Адычанском золотоносном районе (бассейн руч. Полярник, Тараканий) в 1985 - 86 гг. с подсчётом запасов по состоянию на 1.01.1987 г. (подземные горные работы, ударно-канатное бурение). Батагай, 1987 г.