

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР

СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЕ

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

0'
W

ГЕОЛОГИЯ
РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА
СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР



МАГАДАНСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

1979

Коллектив авторов. Геология россыпей золота Северо-Востока СССР. 200 с., 26 табл., 49 рис., 181 библ. Магадан, 1979.

В работе освещаются результаты исследований и обобщения материалов по геологии россыпей золота территории Магаданской области.

В первой части рассматриваются общие условия формирования россыпей: закономерности размещения и типы коренных источников, основные черты рельефа золотоносных площадей, стратиграфия неоген-четвертичных осадков, вмещающих и перекрывающих россыпи, особенности переноса золота.

Вторая часть работы посвящается характеристике размещения, условий залегания и строения россыпей, сформированных в различной геолого-геоморфологической обстановке.

Рассматриваются условия формирования и особенности строения россыпей в долинах рек горного рельефа, во впадинах, на морских побережьях в пределах абразионных и пляжевых зон. Наиболее детально освещены особенности россыпей, локализованных в долинах разных порядков горных областей, поскольку эти россыпи составляют основу золотодобывающей промышленности Магаданской области.

В отдельных главах анализируются особенности размещения запасов и распределения золота в аллювиальных россыпях, а также некоторые черты россыпной золотоносности районов былых оледенений.

В каждой из глав второй части приводятся рекомендации, в целом направленные на улучшение методик прогнозирования, поисков, разведки или ревизии россыпей, сформированных в различных природных условиях.

Работа рассчитана на специалистов, занимающихся исследованиями в области геологии россыпей, их поисками и разведкой.



Главный редактор О. Х. Щопанов

Заместители главного редактора М. Е. Городинский, А. Б. Невретдинов

Ответственный секретарь С. Д. Алимухамедова

Члены редакционной коллегии:

А. Г. Беккер, П. О. Генкин, В. Н. Гарань, И. В. Ичетовкин, Н. А. Костырко, А. М. Лященко, Л. А. Павлюченко, А. И. Садовский, В. Н. Старовойтов, В. Е. Терехова, Н. А. Черников.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В монографии освещаются результаты исследований и обобщения материалов по геологии россыпей золота территории Магаданской области, в пределах которой ведет поисково-разведочные работы Северо-Восточное территориальное геологическое управление. В дальнейшем изложении эта территория называется Северо-Востоком СССР.

В отличие от старых сибирских регионов, где между открытием и исследованием россыпей был большой разрыв, россыпи Северо-Востока СССР начали изучать сразу после их массового открытия (1936 г.). Уже в 1938 г. материалы по известным к тому времени россыпям Яно-Колымского золотопоспного пояса послужили одним из основных источников для создания фундаментальной работы Ю. А. Билибина «Основы геологии россыпей».

В сороковых годах весьма полные, не потерявшие своего значения описания россыпных месторождений были сделаны Е. Д. Васюниной (месторождение Омчак), А. Г. Королевым (Малый Ат-Юрях), П. Н. Кравцовым (Мальдяк), Р. Е. Мирлинным (Чай-Юрюе), а А. Х. Алискеровым, И. П. Болдыревым, С. В. Новиковым и другими разработаны отдельные вопросы геологии россыпей.

В последующие годы появились многочисленные исследования, посвященные строению, размещению, залеганию, условиям формирования и параметрам россыпей. Среди авторов следует упомянуть А. Г. Беккера, В. Г. Беспалого, П. П. Богомягкова, П. О. Генкина, Ю. И. Гольдфарба, Е. З. Горбунова, М. Е. Городинского, Ю. Е. Дорт-Гольца, С. Г. Желнина, И. П. Карташова, О. В. Каименскую, К. В. Кистерова, В. И. Крутоуса, Г. А. Кечека, В. В. Краскова, С. А. Лебедева, Л. В. Ли, З. В. Орлову, О. П. Петрова, Е. Я. Синюгину, В. Л. Сухорослова, А. И. Толокольникова, Ю. А. Травина, И. Б. Флерова, З. М. Хворостову, А. В. Хрипкова, О. Х. Цопанова, И. И. Чемоданова, Т. П. Шевцова, Н. А. Шило, Ю. В. Шумилова и др. Особое значение имеет монография И. А. Шило, вышедшая в начале шестидесятых годов.

Характер коренных источников и закономерности их размещения освещены в трудах Ф. Э. Апельцина, Ю. А. Билибина, В. Т. Матвеенко, П. И. Скорнякова, Л. В. Фирсова, Е. Т. Шаталова, Н. А. Шило. Отдельные вопросы металлогенеза золота рассмотрены в работах В. Д. Аксеновой, П. В. Бабкина, М. Л. Гельмана, Н. М. Давиденко, И. Е. Драбкина, И. А. Загрузиной, М. М. Конычева, Л. Н. Пляшкевич, А. И. Садовского, А. И. Федотова и др.

Особенности золота коренных и россыпных месторождений изучали П. В. Бабкин, Н. П. Болдырев, Н. М. Давиденко, М. И. Кожемяко, И. А. Островский, Л. Н. Пляшкевич, Н. К. Разумовский, П. И. Скорняков, А. А. Терновский, А. С. Туртыгина, Н. И. Чемоданов, Н. А. Шило, С. В. Яблокова.

Большое значение для понимания условий формирования и размещения россыпей имело изучение рельефа и рыхлых отложений, проведение Ю. П. Барановой, С. Ф. Бискэ, А. П. Валщетером, А. П. Васильевским, С. С. Воскресенским, Ю. И. Гольдфарбом, М. П. Гричук, В. И. Крутоусом, А. И. Кыштымовым, О. М. Петровым, Н. А. Шило и др.

Вопросами прогнозирования россыпей занимались А. Х. Алискеров, Н. П. Аникиев, П. В. Бабкин, А. Г. Беккер, П. О. Генкин, И. Е. Драбкин, С. Г. Желнин, Б. Б. Евангулов, В. И. Скорина, М. И. Суворов, Ю. А. Травин, И. Б. Флеров, А. В. Хрипков, О. Х. Цопанов, Н. А. Шило.

Как видно из этого далеко не полного обзора проведенных исследований, россыпи Северо-Востока давно и всесторонне изучались. Поэтому авторы монографии не ставили своей целью осветить все вопросы, относящиеся к геологии россыпей, обобщить и повторить материалы предыдущих исследователей. В работе основ-

ное внимание уделено условиям формирования россыпей в разной геолого-геоморфологической обстановке, определяющей различия в размещении, залегании, строении и распределении золота в россыпях.

Геолого-геоморфологическая обстановка рассматривается авторами в разных планах. Как общая выделяется обстановка формирования россыпей в неогене и четвертичном периоде в долинах рек горного рельефа, во впадинах, на морских побережьях; локальную обстановку представляют долины рек разного порядка, берега абразионного и пляжевого типов и т. д.

Выясняя особенности формирования и строения россыпей, авторы учитывали представления предыдущих исследователей. Однако основу работы составили преимущественно новые материалы, полученные при полевых исследованиях, или анализ и обобщение первичной документации.

Монография создана под руководством и при участии О. Х. Цопанова, П. О. Генкина, Е. Я. Синюгиной, И. Б. Флерова. Отдельные главы и разделы составлены коллективом сотрудников Северо-Восточного территориального геологического управления (СВТГУ) и Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института цветных, редких и благородных металлов (ЦНИГРИ), авторство которых отмечено в оглавлении.

В сборе и обработке материала участвовали Р. Я. Ерилова, К. В. Кистеров, В. И. Крутоус, А. И. Кыштымов, Н. И. Симоненко (СВТГУ); Ю. С. Будилин, А. И. Григорьева, А. И. Дубинчик, Л. Я. Лапина, А. А. Сапрыйкин, В. И. Семенюк, В. И. Скорина; З. В. Стрепетова, А. Г. Федосова (ЦНИГРИ).

Следует отметить, что точки зрения авторов различных глав, а иногда и разделов одной главы не всегда совпадают. Такая несогласованность взглядов представляется естественной при участии в работе многих исследователей и поэтому сознательно оставлена.

Для однозначного восприятия излагаемого материала остановимся на некоторых самых общих понятиях и принятых терминах, относящихся к россыпям.

Гравитационное и тонкое золото. Золото, слагающее россыпные тела, условно разделено на два вида: гравитационное и тонкое. К первому виду относится золото, извлекаемое из россыпей при современной технологии обогащения, размер золотин превышает 0,1 мм (Синюгина, Воларович, Яблокова, 1967).

Тонким названо золото размером менее 0,1 мм. Тонкое золото тоже слагает россыпи. Эти россыпи только начинают изучаться, и по строению они, вероятно, во многом отличаются от россыпей, сложенных более крупным золотом.

Для характеристики крупности золота россышебобразующих классов применены градации (мм), предложенные Н. А. Шило: весьма мелкое золото — 0,1—1,0; мелкое — 1—2; среднее — 2—4; крупное — 4—8; весьма крупное — более 8.

Возраст россыпей. Как и в подавляющем большинстве работ, посвященных россыпям, в настоящей работе под возрастом россыпей понимается время формирования отложений, вмещающих золото.

Датировка россыпей часто условна, так как формирование обломочных отложений длительно, и возраст россыпи в пределах одного промышенного контура иногда меняется по горизонтам и вертикали.

Понятия «возраст россыпи» и «возраст золота» различны. Под возрастом золота подразумевается время пребывания его в обломочных отложениях с момента поступления из коренных источников. Это время гораздо более длительно, чем время формирования одного россышного тела. Освобождаясь из коренных источников, одна и та же порция золота может многократно пересекаться, входя в состав разных по возрасту россыпных тел.

Какого-либо метода, устанавливающего возраст золота, не разработано. Некоторое представление об относительном возрасте золота дает изучение его внутренней структуры, в частности высокопробных оболочек.

Геоморфологическое положение аллювиальных россыпей. Различаются россыпи террас, уступов террас и днищ долин.

Такое определение геоморфологического положения применяется к россыпям, мелкозалегающим и погребенным под мощными толщами отложений, находящимся

в долинах горного рельефа и во впадинах. Названию «россыпь днища долины», если долина расположена в пределах поймы и аккумулятивных террас, в Сибири соответствует синоним «долинная россыпь».

В днищах долин иногда встречаются два-три параллельных разновозрастных россыпных тела. Такие россыпи, по И. Б. Флерову (1971), называются совмещёнными.

Морфология россыпей. Во многих работах под морфологическими типами россыпей понимается положение их на том или ином элементе рельефа. Как морфологические типы выделяются террасовые и долинные россыпи. В соответствии с представлениями А. В. Хрипкова, Н. А. Шило и Ю. Н. Трушкова в термин «морфологический тип» нами также вложено представление о форме россыпи. Исходя из соотношения длины и ширины, как морфологические типы выделены россыпи струйчатые, ленточные, лиззовидные, изометричные.

Россыпям свойственны простые плавные контуры. Угловатость контуров и резко выраженные сужения, нередко рисующиеся по данным разведочных работ, являются главным образом следствием недостатков разведки.

Положение золотоносных пластов по отношению к плотику. При описаниях россыпей часто удобно пользоваться понятием, определяющим положение золотоносных пластов по отношению к плотику. В связи с этим в работе употребляются такие названия, как надплотниковый, приплотниковый и плотниковый золотоносные пласты. Надплотниковый пласт расположен в аллювии или элювии, либо включает оба эти горизонта. Приплотниковые чрезвычайно маломощные пласты в низах аллювия, иногда просто концентрации крупного золота на поверхности плотника. Плотниковый пласт — концентрация золота в верхнем трещиноватом горизонте коренных пород.

В промышленной практике Северо-Востока бытует определение положения золотоносного пласта — «на спае», т. е. в нижней части аллювиальных отложений и в верхах горизонта трещиноватых коренных пород. Это очень образное определение положения пласта позволяет ввести понятие о спаевых пластах.

Кроме золотоносных пластов, залегающих в основании аллювиальных (морских) отложений, выделяются «висячие» пласты, лежащие на ложных плотиках.

Распределение золота по площади россыпей. Данные о распределении вертикальных запасов по площади россыпей, полученные Б. А. Фридландом в 1966 г., а также многими промышленными геологами нами, противоречат существующим представлениям о преобладающем распределении золота в виде выдержаных по протяжению струй. Такое представление о распределении золота сложилось на основании данных разведочных работ, при которых расстояния между линиями обычно составляют 100—200 м. При построении изолиний вертикальных запасов на крупномасштабных планах шахтных отработок по данным эксплуатационного опробования (сетка 10×10 м) отчетливо устанавливается, что распределение золота в россыпях преимущественно гнездовое.

Если обогащенные гнезда имеют тенденцию к линейному распределению, последнее называется линейно-гнездовым. Если в распределении гнезд нет какой-либо закономерности в ориентировке, то оно называется гнездовым.

Запасы россыпей. Под термином «запасы россыпей» подразумевается количество всего учтенного золота, полученного при разведке и эксплуатации россыпи. Для характеристики величины запасов применяются условные классы: 1, 2, 3, 4, 5-й (от низшего к высшему).

Насыщенность россыпей. Для суждения о богатстве того или иного участка россыпей используется понятие о насыщенности, т. е. о количестве золота (т, кг), полученного при разведке или эксплуатации с одного километра ее длины. Насыщенность можно определять для всей россыпи в целом (средняя насыщенность) или для отдельных участков ее, например блока подсчета запасов, шахтного поля.

Для характеристики величины насыщенности принимаются условные степени: 1, 2, 3, 4, 5-я (от низшей к высшей). Распределение насыщенности показывается па диаграммах, которые удобнее, чем кривые линейных запасов, так как позволяют использовать и сравнивать разведочные и эксплуатационные данные.

Часть I

Общие черты коренной и россыпной золотоносности Северо-Востока СССР

Глава I.

РАЗМЕЩЕНИЕ И ХАРАКТЕР КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ РОССЫПЕЙ

На территории Северо-Востока широко распространены рудопроявления и месторождения золота, являющиеся коренными источниками россыпей. Многие из них оценены с поверхности, некоторые разведаны на глубину, частично эксплуатировались и эксплуатируются.

Ниже приводится краткая характеристика размещения, морфологии рудопроявлений и месторождений и состава руд. Нами использованы материалы предшествующих исследований по металлогении золота, дополненные некоторыми новыми данными о глубине формирования золотого оруденения, метаморфизме и геохимической специализации руд и золота.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ И РАЙОНИРОВАНИЕ ПЛОЩАДЕЙ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ

Известные золотые месторождения и рудопроявления Северо-Востока относятся к золото-кварцевой, золото-редкометальной и золото-серебряной формациям. Большинство россыпей пространственно и генетически связано с оруденением золото-кварцевой формации. Значительно меньшую роль в образовании россыпей играют руды золото-редкометальной формации и ничтожно малую — золото-серебряную. Вследствие малочисленности и небольшой промышленной значимости россыпи, связанные с золото-серебряной формацией, в работе не рассмотрены.

В пределах Северо-Востока выделяются мезозойские Яно-Колымская и Чукотская многосекционные складчатые системы*, Колымо-Омолонский срединный массив**, Охотско-Чукотский вулканогенный пояс и кайнозойская Корякско-Камчатская геосинклинальная складчатая система. Каждой тектонической структуре первого порядка соответствует одноименная золотоносная провинция. Внутри провинций золотоносность размещается в соответствии со структурами более высоких порядков.

Согласно существующим представлениям, оруденение золото-кварцевой формации связано преимущественно с син- и посторогенным мезозойским магматизмом, чем и объясняется широкое развитие промышленных россыпей в Яно-Колымской и Чукотской мезозойских складчатых системах, где проявлен отмеченный магматизм.

Эти системы развиты на раздробленном и перевицмерно погруженном глыбовом архейско-среднепалеозойском фундаменте, на котором залегают терригенные формации позднего палеозоя — раннего мезозоя (верхоянский комплекс) мощностью до 10—12 км.

* В «Геологии СССР» (т. XXX) эти структуры выделены в ранге областей.

** В последнее время значительную часть этой территории ряд авторов (Шило и др., 1973) выделяют в Алазейско-Олойскую эвгосинклинальную складчатую систему.

В Яно-Колымской многоеосинклинали различаются структуры второго порядка: Иньяли-Дебинский мегасинклиниорий с линейной изоклинальной складчатостью, Аян-Юряхский антиклиниорий с линейной спокойной пологой складчатостью, Буюндио-Балыгычапский район пологих дислокаций с преимущественно брахиформной складчатостью.

В Чукотской многоеосинклинали к структурам второго порядка относятся Анюйская и Чаунская складчатые зоны. Для первой характерна линейная гетероформная складчатость с чередованием широких пологих синклиналей и узких сжатых антиклиналей с изоклинальной складчатостью (складчато-разрывные зоны, по А. И. Садовскому, 1966). В Чаунской зоне значительную площадь занимают поднятия, сложенные породами раннегеосинклинального комплекса палеозойского фундамента и мезозоя, между которыми располагаются меньшие по площади синклинальные прогибы.

Колымо-Омолонскому массиву свойственно блоковое строение, определяющееся сетью крупных разломов глубинного заложения. В проспектах массива выделяются положительные и отрицательные складчато-глыбовые структуры. В крупных поднятиях (Приколымском, Кедонском, Рассошпинском, Бургачанском, Абкитском и др.) обнажаются более древние породы чехла массива, а иногда и его фундамент. Впадины (Доломанская, Уляганская, Арыкимбинская, Верхнекедонская и др.) сложены осадочными и вулканогенно-осадочными образованиями мезозоя. Рудопроявления золота приурочены к среднепалеозойским блоково-купольным поднятиям или к структурам позднемезозойской активизации.

Для территории Корякско-Камчатской провинции характерно островное распределение золотоносности, приуроченной к выходам палеозойского и раннемезозойского основания, представляющих собой горст-антклиниории. Они образованы на месте наиболее глубоко прогнутых трогов раннегеосинклинальной стадии развития и формировались как положительные структурные элементы со временем частичной инверсии в ранием мелу. Этим структурам свойствен интенсивный магматизм гипербазит-габбро-плагиогранитового ряда.

С учетом фактического размещения россыпей и коренных источников в золотоносных провинциях (структуре первого порядка) выделяются районы, представляющие собой обширные золотоносные площади, объединенные общностью геологического строения. В Яно-Колымской провинции Аян-Юряхскому антиклиниорию соответствует Кулино-Тенькинский золотоносный район, в Чукотской провинции Анюйской складчатой зоне — Мало-Анюйский район, Олойский складчато-глыбовой зоне — Большено-Анюйский золотоносный район и т. д.

В наиболее крупной структуре Яно-Колымской провинции — Иньяли-Дебинском мегасинклиниории выделяются четыре золотоносных района: Берелехский, Таскано-Среднеканский, Мылгино-Дебинский и Бохапчино-Тыэллахский, соответствующие более мелким структурам мегасинклиниория. Территории Берелехского и Таскано-Среднеканского районов совпадают с наиболее глубоко прогнутыми участками мегасинклиниория, в которых мощные толщи отложений верхоянского комплекса смяты в линейные складки и пронизаны множеством малых интрузий в виде протяженных дайковых поясов и полей, при незначительном распространении на современном эрозионном срезе гранитоидных массивов. Мылгино-Дебинский и Бохапчино-Тыэллахский районы представляют собой мегаблоки с меньшей мощностью отложений верхоянского комплекса, спокойной, часто брахиформной складчатостью, широким развитием гранитоидных массивов.

На площади золотоносных районов россыпи образуют узлы, в которых насчитывается от 3—4 до нескольких десятков россыпей.

Таким образом, на территории Северо-Востока в золотоносных провинциях, соответствующих тектоническим структурам первого порядка, выделяются:

в Яно-Колымской: Берелехский, Таскано-Среднеканский, Мылгино-Дебинский, Бохаччино-Тыэллахский, Кулино-Тенькинский и Нерего-Буюндинский районы;

в Чукотской: Мало-Анийский, Больше-Анийский, Прибрежный, Раучуанский и Ичuveемский районы;

в Корякско-Камчатской: Отрокинеский, Пекульнейский, Золотогорский, Ваежский, Кэнкарэнский и Йомраутваамский узлы;

в Колымо-Омолонской: Шаманихо-Столбовской и Омолонской районы.

Для площадей всех районов характерна тесная пространственная связь золотоносности с продольными глубинными разломами, вдоль которых располагаются золотоносные зоны, состоящие из многих россыпных узлов.

Особенности локализации коренных источников, определяющие конфигурацию россыпных узлов и зон, в золотоносных районах разного геологического строения различны.

Золотоносные районы представляют собой достаточно крупные блоки, ограниченные глубинными разломами, проникающими в кристаллический фундамент. Особенности геологического строения таких блоков, по-видимому, отражают состояние фундамента, глубину его залегания и степень раздробленности, что в общем виде определяет степень «жесткости» и проницаемости отдельных блоков при магмо- и рудообразовании. Степень «жесткости» блоков непосредственно выражается в типах складчатости, которая по мере увеличения «жесткости» меняется от линейной изоклинальной к линейной пологой и даже к брахиформной.

При линейной напряженной, часто изоклинальной складчатости (Берелехский и Таскано-Среднеканский районы) золотое оруденение с переви- номерным и прерывистым насыщением локализуется вдоль согласных разломов в виде весьма широких золотоносных зон протяженностью 50—100 км и более (Берелехская, Среднекан-Ат-Юрях-Штурмовская). В блоках со спокойной линейной складчатостью (Кулино-Тенькинский район) распределение оруденения линейно-узловое. Вдоль рудоконтролирующего регионального разлома располагается серия золотоносных узлов, разделяющихся пустыми интервалами в 15—25 км (Омчакская зона); в пределах узлов коренные источники сосредоточиваются в линейных зонах протяженностью 5—15 км.

В районах с брахиформной складчатостью консолидированный фундамент погружен обычно на весьма незначительную глубину*. Согласные со складчатостью разломы выражены нечетко, преобладает блоковая тектоника, и золотое оруденение нередко размещается разобщенными узлами (Нерего-Буюндинский, Больше-Анийский, Прибрежный районы).

Выделяются также районы с гетероформной складчатостью, с сочетанием участков пологой линейной и брахиформной складчатости с узкими зонами приразломной линейной изоклинальной складчатости. Подобный характер складчатости широко распространен в чукотских мезозоядах. В Мало-Анийском районе (А. И. Садовский, 1966) узкие приразломные складчато-разрывные зоны с линейной напряженной складчатостью разделены обширными пологими синклиналями. В Яно-Колымском пояссе гетероформная складчатость присуща площадям Мылгино-Дебинского и Бохаччино-Тыэллахского районов.

Северо-Востоку в целом, как и всем золотоносным регионам Советского Союза, свойственна локализация наиболее значительных золотоносных узлов в местах пересечения продольных глубинных разломов со скрытыми поперечными. Особенно четко это устанавливается в Яно-Колымской провинции, где на основе геофизических материалов, геолого-геоморфологических данных, а также размещения удельной золотоносности вдоль продольных рудоконтролирующих структур выделяются Хейдкано-Мылгин-

* Такие блоки рассматривают иногда как срединные массивы с погруженным фундаментом (Мерзляков, Терехов, 1975).

ский, Бахчанский, Колымский, Центральный, Малык-Сиенский и другие поперечные разломы. На участках их пересечения с продольными разломами находятся основные золотоносные узлы провинции.

Магматический контроль золотого оруденения проявляется менее отчетливо, чем тектопический.

В Япо-Колымской провинции осадочные породы верхоянского комплекса прорваны поздне- и посторогенными интрузиями. Наиболее древними образованиями (J_3) являются малые интрузии перво-бахчанского комплекса, широко распространенные в виде протяженных дайковых поясов. Гранитоидные массивы с длительным периодом становления (20—30 млн. лет) относятся к четырем разновозрастным комплексам: басугуньинскому (J_3), колымскому (J_3-K_1), охотскому (K_1) и омсукчанскому (K_2). Пространственная связь золотого оруденения с поясами даек перво-бахчанского комплекса, развитых вдоль зон глубинных разломов, выявляется во многих районах. Устанавливается связь золотого оруденения с транодиоритовыми формациями басугуньинского и охотского комплексов. С формациями высокогипоземистых гранитов колымского комплекса и субщелочных и щелочных гранитов омсукчанского комплекса связывается редкометальное оруденение. Иногда интрузии гранодиоритовых и гранитных формаций образуют непрерывные комагматические ряды, чем, видимо, можно объяснить встречающееся пространственное совмещение золотого и редкометального оруденения.

В Япо-Колымской провинции связь золотого оруденения с гранитоидными интрузиями проявляется значительно слабее, чем в Чукотской. Для последней характерны пространственные связи оруденения с дайками, силлами и штоками габбро-диабазов, парагенетические — с интрузиями габбро-монцонит-сиенитового ряда (Больше-Апуйский район) и диорит-гранодиоритовой формации рапнемелового возраста (Мало-Апуйский и Прибрежный районы).

В Колымо-Омолонском массиве известны рудообразования золота позднепротерозойского, палеозойского и мезозойского возраста. Позднепротерозойский возраст, по-видимому, имеют некоторые золоторудные проявления Шаманихо-Столбовского района, связанные с порфировыми липаритами (порфириодами) ороекского комплекса. Палеозойские золоторудные проявления приурочены к метаморфическим ореолам, окружающим гранитоиды и сиениты альбита комплекса, и к кедопской серии (андезит-дацит-липариты), мезозойские — к зонам позднемезозойских даек.

В Корякско-Камчатской провинции золотоносность генетически предположительно связывается с рапнемеловой гипербазит-габбро-плагиогранитной интрузивной формацией средних этапов геосинклинального развития.

Предполагаются также довольно тесные связи золотого оруденения с метаморфизмом (Бабкин и др., 1975). Все золотоносные районы Северо-Востока находятся в поясах и зонах фанерозойского регионального метаморфизма, принципиальная особенность которого заключается в сочетании признаков регионально-контактового, дислокационного и гидротермального метаморфизма.

Локальные особенности размещения оруденения Северо-Востока типичны для золотых месторождений вообще и определяются физико-механическими свойствами деформированной толщи осадочных пород верхоянского комплекса. Широко известна преимущественная локализация золоторудных проявлений на участках изгибов и замыканий складок, в ядрах и на крыльях антиклиналей, в местах упирания шарниров складок. В районах развития линейной напряженной складчатости золоторудные проявления группируются в синклинальных структурах. При линейном и линейно-узловом размещении золотоносности наиболее богатые проявления и месторождения находятся не в основных стволовых зонах разломов, контролирующих оруденение, а в мелких опережающих структурах.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Структурно-морфологические типы

Все структурно-морфологические типы рудопроявлений золото-кварцевой формации могут служить источниками россыпей.

Структурное положение рудных тел в толщах вмещающих пород и их морфология во многом определяют интенсивность процессов россыпнеобразования, размеры россыпей, так как от него зависит полнота экспозиции оруденения на дневную поверхность.

Золоторудные тела представлены кварцевыми жилами и прожилковыми зонами. Морфология их детально изучена и описана многими исследователями (Шило, 1960; Фирсов, 1957; и др.).

Л. В. Фирсов выделяет следующие основные структурно-морфологические типы проявлений: прожилковое окварцевание даек, прожилковое окварцевание в пластах песчаников, послойные и седловидные жилы в плоскостях отслаивания пород, прожилковое окварцевание зон дробления, серии секущих линзовидных жил, выдержаные крутопадающие жилы в секущих трещинах, выдержаные жилы, локализующиеся в контакте с дайками, зоны прожилково-метасоматического окварцевания, прожилково-штокверковое окварцевание в гранитах.

Рудные тела этих структурно-морфологических типов можно объединить по условиям формирования в две группы.

К первой группе относятся преимущественно межпластовые, пластообразные и линзовидные жилы, часто изогнутой седловидной формы в полостях отслаивания на крыльях и в замках складок. Иногда они сопровождаются птигматитоподобными жилами в плойчатых сланцах или камерными желваковидными и паукообразными жилами сложной формы (месторождения Холодненское, Светлос, Ветренское). Мощность межпластовых жил небольшая — 0,1—2,5 м; протяженность часто значительная — 0,5—2,0 км. Месторождения с широким развитием послойных жил, как правило, многоярусного строения.

С межпластовыми жилами ассоциируют серии сетчатых прожилков в более компетентных породах, например в пластах песчаников и дайках. Прожилковое окварцевание зон дробления часто сопровождает рудные тела этой группы, но масштабы его невелики. Жилы в крутопадающих разрывах осадочной толщи встречаются редко и незначительны по размерам. Крутопадающие рудные тела представлены главным образом прожилково-окварцованными дайками. Последние часто достигают значительных размеров (месторождения Штурмовское, Утинское и др.) благодаря выдержанности даек по простирию (0,5—10 км) и падению (более 0,5 км) и сравнительно большой их мощности (2—20 м).

По существующим представлениям, морфологические особенности жил рассматриваемой группы указывают на формирование их на достаточно больших глубинах. Вертикальный размах оруденения для таких образований составляет 1000—1500 м (Вольфсон, 1972).

Вероятно, широкому развитию подобных форм рудных тел способствовала слабая консолидация мощной пластичной алевро-сланцевой толщи верхоянского комплекса в добатолитовый период, когда не было условий для развития протяженных секущих трещин.

Форма рудных тел отражает условия их образования в обстановке мощного лито- и гидростатического давления в нижних горизонтах достаточно пластичных толщ.

Проявления и месторождения первой группы развиты преимущественно в Иньяли-Дебинском мегасинклипории и за его пределами не имеют заметного распространения.

Вторую группу рудных тел составляют выдержаные крутопадающие жилы в секущих трещинах (месторождение Игуменовское), серии линзовидных секущих жил (месторождение Мальдяк) и прожилково-ме-

тасоматическое окварцевание мощных зон дробления (Омчакский узел). Протяженность выдержаных жил 0,5—4,0 км, а линзовидных — 0,05—0,3 км. Они группируются в жильные зоны шириной 0,3—0,5 км, протяженностью 1—4 км. Мощность рудных тел прожилково-метасоматических зон 10—300 м, длина 0,5—5 км. Жилы часто секут дайки или используют нарушения вдоль их зальбандов (рудопроявления Дегдекан, Бурное, Евгар, Снежное и т. д.). К этой же группе могут быть отнесены серии линзовидных жил в гранитоидных штоках (рудопроявление Дорожное).

Все эти тела формировались в протяженных, большей частью крутопадающих трещинных структурах, видимо, в условиях значительной хрупкости вмещающей толщи. Такие условия могли соответствовать меньшей глубине формирования рудных тел, а также возрастшей консолидации пород, связанный с процессами внедрения многочисленных интрузивов гранитоидов. Возможно, на особенности локализации рудных тел влияли обе причины.

Вертикальный размах оруденения для проявлений, объединенных во вторую группу, составляет обычно 500—1000 м (Вольфсон, 1972).

Месторождения и проявления этой группы широко распространены во всех золотоносных провинциях.

Все перечисленные структурно-морфологические типы проявлений благоприятны для россыпнеобразования. Масштабы россыпной золотоносности зависят в первую очередь от масштабов проявления золотого оруденения. Наибольшие масштабы имеют прожилково-метасоматически окварцованные зоны и прожилково-окварцованные дайки, затем послойные и секущие жильные зоны. Серия секущих линзовидных жил и прожилковое окварцевание в пластах песчаников и гранитах обычно весьма небольших масштабов.

На размеры россыпей влияют также структурно-морфологические особенности рудных тел, которые определяют возможность более полной экспозиции их на дневную поверхность.

Наиболее выгодная для россыпнеобразования экспозиция рудных тел создается в случае «объемного» размещения оруденения (мощные зоны прожилково-метасоматического окварцевания). Благоприятная экспозиция часто возникает и при горизонтальном или близком к нему размещении оруденения (серии седловидных и иногда послойных жил). Менее благоприятно вертикальное и близкое к нему размещение оруденения в крутопадающих жильных зонах и дайках. Для последних этот неблагоприятный фактор часто компенсируется значительным масштабом оруденения благодаря большой протяженности и мощности окварцовых даек.

В областях питания россыпей обычно наблюдается сочетание разнотипных коренных источников при ведущей роли рудных тел одного структурно-морфологического типа.

Кроме структурно-морфологических особенностей оруденения для анализа связи россыпей с их источниками имеет значение и характер распределения золота в отдельных рудных телах. Для рудных тел всех морфологических типов характерно весьма неравномерное распределение золота. Оно концентрируется в рудных гнездах и столбах, между которыми расположены бедные и пустые участки. Размеры рудных гнезд измеряются первыми метрами, а столбов — десятками, реже сотнями метров. На участках концентрации сосредоточены основные запасы рудопроявлений и месторождений, в том числе и основное количество золота, формирующего россыпи (крупнее 0,1 мм).

Максимальная неравномерность распределения золота присуща кварцевым жилам выполнения, где основная часть запасов сосредоточена в небольших, но очень богатых гнездах с крупным золотом. Несколько равномернее распределено золото в прожилково-окварцовых дайках. Здесь участки концентрации сопровождаются значительными объемами рассредоточенного оруденения, представленного, как правило, тонким золотом и золотом, диспергированным в сульфидах. Еще меньше неравномерность

распределения в зонах прожилково-метасоматического окварцевания, где рудные концентрации менее богаты, и значительная часть запасов распределена в большом объеме пород.

Для россыпьобразования при прочих равных условиях благоприятна концентрация оруденения, представленного крупным золотом в рудных гнездах. Последнее особенно характерно для кварцевых жил, что повышает их россыпьобразующие возможности, компенсируя сравнительно небольшие объемы рудных тел.

Структура и текстура руд

Структура руд золото-кварцевой малосульфидной формации определяется в основном структурными особенностями кварца, который составляет 80—90% объема рудных тел. Из прочих жильных минералов часто отмечается в небольших количествах альбит, карбонаты, серицит, хлорит в виде гнездообразных скоплений и прожилков, иногда призальбандовых оторочек и включений в зерна кварца (фрагменты гребенчатой, венчиковой, пойкилитовой структур). Суммарное содержание рудных минералов, в том числе золота, невелико.

Структурный облик золотопосного кварца создается сочетанием первичной, интраминерализационной и послерудной структур. Две ранее выделенные группы структурно-морфологических типов коренных источников существенно различаются и по структурам кварца.

Кварцевые жилы первого морфологической группы сложены крупнозернистым кварцем аллотриоморфно-зернистой или параллельно-шестоватой (в дайках и пластиах песчаников) структуры с интенсивно проявленными пластическими деформациями зерен. Угасание кварца волнистое, облачное, морщинистое, перистое, волнисто-блоковое и мозаичное. Более поздние преобразования выражены нечеткими прожилковидными и гнездовидными скоплениями мелкозернистого кварца, образовавшегося в результате мелкоблокового распадения первичных крупных зерен.

По мнению Н. В. Петровской (1973), «сильные пластические деформации в больших участках рудных тел характерны только для месторождений относительно больших глубин; по мере перехода к месторождениям средних и малых глубин интенсивность пластических деформаций резко ослабевает; следы изгибов относительно часто несут лишь зерна легко деформируемых минералов (слюда, галенита и др.)» (с. 57).

Крупная аллотриоморфно-зернистая структура кварца со сложным структурным сочленением зерен и слабое развитие хрупких деформаций также свидетельствуют о большой глубине его формирования.

Жилы второго морфологической группы отличаются большим разнообразием структур кварца. Значительная часть жил сложена кварцем гипидиоморфно-зернистой структуры с несовершенно развитыми кристаллами кварца. Весьма типичны первичные резко переворотно-зернистые и порфировидные структуры и интенсивное развитие тонкозернистого метасоматического кварца. Часто отмечаются участки жил с характерной мелкозернистой рисовидной или среднезернистой паркетовидной структурами кварца. Пластические деформации проявлены очень слабо, часто почти полностью отсутствуют, угасание спокойное и слабоволнистое. Широко распространены интраминерализационные хрупкие деформации в виде серий разветвленных секущих трещин и зон брекчирования, выполненных тонкозернистым халцедоновидным кварцем. Иногда они проявлены настолько интенсивно (жильная зона месторождения Мальдяк), что жилы приобретают характер брекчий, сцементированных тонкозернистым халцедоновидным кварцем. В соответствии с представлениями Н. В. Петровской (1973) все особенности структуры кварца в жилах рассматриваемой группы могут свидетельствовать о значительно меньших глубинах их формирования.

Между контрастными типами структур кварца есть переходные разно-

видности. К ним можно отнести жилы с сочетанием кварца крупной аллотриоморфно-зернистой структуры с небольшим количеством мелкозернистого, метасоматически развивающегося вдоль контактов жил и пленок сланцев; хрупкие деформации почти отсутствуют, а пластические выражены слабо (месторождение Светлое, рудопроявление Гольцовское).

Переходные разновидности структур кварца в основном свойственны жилам, занимающим промежуточное положение по глубине формирования между жилами первой и второй групп.

По аналогии со структурными фациями изверженных пород могут быть выделены и структурные фации кварца, отражающие в общем виде глубинность его формирования. Соответственно, видимо, могут быть выделены фации малых (0,5—1,5 км), средних (2—3 км) и больших (3—6 км) глубин.

По данным В. Д. Аксеновой с соавторами (1970), золоторудные проявления Северо-Востока обнаружены в блоках с величиной эрозионного среза 0,5—5 км. Этот интервал глубин и является вертикальным интервалом возможного формирования коренных источников. Исходя из общих представлений о глубинах формирования золотоносных жил, данных о структурных особенностях их локализации и структурных фациях кварца, можно выделить коренные источники большой (6—3 км), средней (3—2 км) и малой (1,5—0,5 км) глубин.

Формирование коренных источников на различных глубинах в большом интервале (0,5—6 км) явилось весьма благоприятным для образования россыпей, так как обеспечивало выход на дневную поверхность рудных тел при широком значении величин эрозионного среза.

Таким образом, структурные особенности жильного кварца дают возможность судить о глубине формирования рудных тел. Исследования кварца в Яно-Колымской золотоносной провинции позволяют сделать вывод о достаточно широком распространении здесь малоглубинных* коренных проявлений золота. Они участвуют в питании россыпей многих золотоносных узлов (Омчакский, Мальдякский, Табогинский и др.). Рудопроявления малой глубины формирования встречаются почти во всех районах Яно-Колымской провинции за исключением Таскано-Среднецанского.

Большинство известных коренных источников относится к фации средних глубин. Они широко распространены в Яно-Колымской и Чукотской провинциях.

Коренные источники большой глубины формирования известны главным образом в районах Иньяли-Дебинского мегасинклиория.

В связи с полученными выводами о глубинах формирования коренных источников интересно рассмотреть распределение пробы золота в зависимости от этого фактора (табл. 1).

Рудопроявления больших глубин содержат только высокопробное золото (885—950); для золота среднеглубинных проявлений характерна преимущественно средняя проба (800—850), иногда с понижением до 600—780 вблизи гранитоидных массивов. Последняя особенность отмечалась ранее А. И. Скрябиным, а в 1959 г.—Л. Н. Пляшкевич, П. В. Бабкиным и А. С. Туртыгиной. Низкопробное золото в этом случае преимущественно среднего и крупного размеров и, как показано ниже, содержит постоянную примесь сурьмы.

Малоглубинные рудопроявления имеют чрезвычайно большой диапазон значений пробы золота: от самой низкой (500) до самой высокой (965) из известных в регионе. Так, в Аян-Юряхском антиклиниории и в Буюандино-Балыгычанскоом районе пологих дислокаций коренные источники малых глубин содержат низкопробное (650—780) золото (месторождение Наталка, рудопроявления Золотое, Казак). В Иньяли-Дебинском ме-

* К этой группе относятся малоглубинные плутоногенные (по терминологии Н. А. Шило) проявления, не имеющие отношения к близповерхностным вулканогенным, которые также иногда называют малоглубинными.

Таблица 1

Распределение пробы золота в месторождениях разной глубины формирования
(Яно-Колымский пояс)

Глубина рудообразования	Месторождение, рудопроявление	Значение пробы золота			Структурное положение
		минимальное	максимальное	среднее	
Малая (0,5—2 км)	Омчакское	506	870	758	Аян-Юряхский антиклипорий
	Детринское	500	760	750	
	Казак	650	820	750	
	Табогинское	830	925	900	
	Мальдякское (жилы)	830	965	931	
	Буровое	817	910	867	
	Евгар	790	925	900	
	Тонгкелях	900	932	910	
	Корота	900			
	Пионерский узел	600	810	748	
Средняя (2—3 км)	Усть-Омчугское	820	850	828	Аян-Юряхский антиклиниорий
	Улахан-Аурумское	700	920	809	
	Ларюковое	750	800	785	
	Юглер	840	860	850	
	Хицник	800	860	840	
Большая (3—5 км)	Светлое	850	900	881	
	Гольцовское	920	965	950	
	Штурмовское	940	950	945	Инъяли-Дебинский мегасинклиорий
	Восточное	900	959	933	
	Утинское	840	937	888	
	Холодненское	920	950	935	
	Ветренское	830	965	885	
	Рыбное			875	
	Затененское	904	923	910	Буюндино-Балыгычанский район пологих дислокаций

гасинклиории в малоглубинных проявлениях золото средней и высокой пробы (830—960).

Таким образом, по пробе золота нельзя однозначно судить о глубине эрозионного среза, так как известная общая тенденция повышения пробы с глубиной часто нарушается.

Кроме особенностей структуры, связанных с глубиной формирования жил, в золоторудном кварце часто наблюдаются специфические преобразования, обусловленные его kontaktовым метаморфизмом. Kontaktовый метаморфизм ряда золотоносных жил Яно-Колымского пояса был установлен Ю. А. Билибиным (1940), П. И. Скорняковым (1949, 1949₁) и Л. В. Фирсовым (1958).

В последнее время ряд исследователей (Н. П. Аникиев, А. Н. Гамянина, М. Л. Гельман, М. П. Крутоус) высказывают сомнение в существовании этого явления (Аникиев и др., 1976). Исследования структурных и ряда физических свойств кварца позволяют вновь подтвердить явление kontaktового метаморфизма золотоносных жил вблизи гранитоидных массивов в Пионерском и Штурмовском узлах, где оно было известно ранее. Кроме того, проведенные исследования показывают, что это явление довольно широко распространено и, в частности, отмечается в рудопроявлениях бассейна рр. Сибирь-Тыэллаха, Улахан-Аурума и на месторождении Юглер, залегающих над пневскрытыми гранитоидными массивами.

Связанные с kontaktовым метаморфизмом глубокие преобразования кварца отчетливо фиксируются рядом методов (термовысвечивание, ИКС, декрепитация и гомогенизация газожидких включений). По интенсив-

ности метаморфических преобразований кварца выделяются три стадии и соответствующие им зоны метаморфизма: внутренняя (непосредственно примыкающая к метаморфизующему интрузиву), средняя и внешняя.

Кварц III стадии (внутренняя зона метаморфизма) полностью или в значительной степени гранулирован и превращен в мелкозернистый роговик гранобластово-мозаичной структуры, иногда с реликтами первичного крупнозернистого кварца. Ороговикованный кварц чрезвычайно мало насыщен газожидкими включениями и содержит ничтожное количество воды и углекислоты (по данным ИКС).

У кварца II стадии (средняя зона метаморфизма) преобразование первичной структуры значительно менее интенсивно и выражено в ситовидном и гнездовидном развитии мелкозернистого гранобластового агрегата с сохранением первичной аллотриоморфно-зернистой структуры. Заметно увеличиваются насыщенность кварца газожидкими включениями и содержание углекислоты и воды. Температура гомогенизации газожидких включений $340-365^{\circ}$ (иногда в околослитической области). Давление гидротермального раствора в субсингенетических включениях $1100-1500$ бар.

Интересна I стадия метаморфизма (внешняя зона), ранее не известная, так как кварц этой стадии почти не затронут видимыми структурными преобразованиями и сохраняет первичную структуру. Выявление ее стало возможно благодаря применению инструментальных методов, позволяющих установить характерные преобразования кварца и его специфические свойства. Они заключаются в аномально высокой насыщенности кварца газожидкими включениями, среди которых значительная часть трехфазных с углекислотой. Гомогенизация включений происходит при температуре $240-330^{\circ}$ и давлении гидротермального раствора $800-1300$ бар. Резко возрастают содержания углекислоты и воды (по данным ИКС).

Эти свойства, видимо, связаны с гидротермальным метаморфизмом кварца в результате отгона углекисло-водных растворов из внутренней зоны метаморфизма во внешнюю с понижением температуры и давления.

Явления метаморфизма золотоносного кварца рассматриваются нами в связи с тем, что они, вероятно, существенно влияют на агрегатное состояние золота и вследствие этого весьма важны для процессов россыпьобразования. Поведение золота при метаморфизме еще очень мало изучено. Известен факт диспергирования его под влиянием контактowego метаморфизма (Моисеенко и др., 1969). Однако это справедливо только для полностью ороговикованного кварца III стадии метаморфизма, в котором преобладает весьма мелкое золото. В кварце II и частично I стадии золото достаточно крупное. По данным В. И. Бодягина, крупные комковидные и плитовидные самородки добывались из жил метаморфизованного кварца на правобережье руч. Игуменовского. На левобережье, где золотоносные жилы максимально удалены от метаморфизующего массива и почти не метаморфизованы, золото тонкое, пылевидное. Для россыпей, коренные источники которых затронуты процессами контактового метаморфизма, характерно крупное золото с большим количеством самородков (россыпи ручьев Игуменовский, Клин Чек-Чек, Штурмовой, р. Сибирь-Тыэллах и др.).

Таким образом, процесс контактового метаморфизма приводит, видимо, к значительному укрупнению золота. Особенности этого процесса еще не ясны. Можно предположить, что изменение крупности золота произошло без существенного привноса и выноса его и заключалось в дезинтеграции золота в ороговикованном мелкозернистом кварце внутренней зоны и значительном укрупнении его в средней и внешней зонах. Золотины, возможно, укрупнялись за счет сегрегации мелких золотинок и их сортировательной перекристаллизации, а также роста регенерационных кристаллов.

Широкое развитие контактового метаморфизма золотоносных жил на Северо-Востоке вполне объяснимо, если учитывать особенности эволюции

магматизма с неоднократными близкими по возрасту интрузиями гранитоидов. Кроме того, внедрение даек, сопровождавшееся золотым оруденением, предшествовало становлению крупных батолитонодобных гранитоидных массивов. Внедрению гранитоидных массивов сопутствовали широко проявленные процессы метаморфизма золотоносного кварца, приведшие, видимо, к перераспределению золота и значительному его укрупнению в средней и внешней зонах метаморфизма. Процесс этот мог значительно повысить россыпнообразующую способность некоторых коренных источников.

Текстурно-структурные особенности золотоносного кварца определяют его механическую прочность, влияя на высвобождение золота.

Текстуры золотоносных кварцевых жил и прожилков обычны для руд малосульфидной золото-кварцевой формации. В жилах, залегающих согласно со слоистостью или в зонах расслащевания пород, широко распространены полосчатая, прерывисто-полосчатая, гофрированно-полосчатая текстуры. Не менее часты жилы брекчиевидной текстуры, сформированные в зонах дробления пород с включениями неправильных обломков вмещающих пород в кварце. Массивные текстуры встречаются редко и развиты обычно в наиболее мощных, как правило, безрудных раздувах жильных тел.

Выделения золота расположены в основном у зальбандов жил и обломков, у пленок слапцев, а также в трещинах. Исоднородность жил вследствие включений в жильную массу обломков и пленок вмещающих пород снижает прочность золотоносного кварца и облегчает высвобождение золота при гипергенных процессах.

В общем случае золотоносный кварц весьма хрупок и сравнительно мало устойчив к механическим деформациям, что особенно типично для кварца крупной аллотропоморфно-зернистой структуры.

Некоторые структурные разности кварца более устойчивы к механическому дроблению, в частности метаморфизованный гранулированный кварц (III и II стадий метаморфизма). Окатанные сростки такого кварца с золотом могут быть вынесены на значительные расстояния от коренного источника.

К метаморфизованному кварцу по устойчивости и дальности переноса близок мелкозернистый метасоматический (рисовидный, паркетовидный, порфировидный). Однако первичная структура последнего часто бывает интенсивно нарушена последующими хрупкими деформациями, вплоть до превращения кварца в милонит, что значительно снижает его прочность.

Многие рудные проявления подверглись пострудному дроблению. Оно наиболее интенсивно в крупных долгоживущих зонах разломов, где рудные тела, особенно залегающие в алевролит-слапцевой толще, в результате многократных подвижек оказываются раздробленными до мелкой дресвы, что значительно облегчает высвобождение золота. Таким образом, степень прочности соединения золота с кварцем в большинстве случаев не препятствует россыпнообразованию и не влияет на характер распределения запасов.

Крупность золота в рудах в общих чертах согласуется со структурой кварца. Наблюдается тенденция уменьшения крупности золота по мере изменения кварца от крупно- к мелко- и тонкозернистому. Доля мелкого и тонкого золота особенно возрастает с развитием в рудах тонкозернистого метасоматического кварца. Крупность свободного золота в рудах изменяется от сотых долей миллиметра до самородков, размеры которых измеряются сантиметрами, а иногда десятками сантиметров (месторождения Карабльвеем, Игуменовское, Штурмовское). Доля субмикроскопического и связанного в сульфидах золота невелика и составляет всего 1—9%.

Для россыпнообразования большое значение имеет концентрация в рудах золота крупнее 0,1 мм, гранулометрический состав которого влияет на распределение запасов. К сожалению, сведения о крупности золота и его гранулометрическом составе в рудах отсутствуют.

Результаты технологического опробования, которые ряд исследователей пытаются привлечь для количественной оценки крупности коренного золота, по некоторым принципам не могут служить для этой цели. Прежде всего потому, что технологические пробы отбираются из участков рудных тел со средними для данного месторождения содержаниями золота; в них не входит материал из обогащенных золотом рудных гнезд и столбов, в которых в основном сосредоточено крупное золото. Кроме того, и для анализируемого материала технологические испытания дают сведения только об извлекаемости свободного золота при разной крупности помола руды, что очень косвенно отражает гранулометрический состав золота.

В редких случаях, когда проводилась разделная амальгамация надрешетного и подрешетного гравиконцентрата (+0,1 и -0,1 мм), можно составить представление о доле тонкого золота (менее 0,1 мм) на участках рудных тел со средними содержаниями золота. Доля тонкого золота весьма различна и составляет 71—65% в прожилково-метасоматически окварцованных зонах Омчакского узла с тонко-и мелкозернистым кварцем, 48% — в жильно-прожилковых зонах Ветренского месторождения с мелкими и реже крупнозернистым кварцем и 17% — в жильных зонах месторождения Каральвеем с крупнозернистым, часто друзовидным кварцем.

Процентное содержание тонкого золота находится в зависимости от крупности золота в целом, что отражается на крупности золота россыпей, связанных с перечисленными месторождениями. В россыпях Омчакского узла преобладает очень мелкое золото, Ветренского — мелкое, а в россыпях, связанных с месторождением Каральвеем, — крупное, часты самородки.

Таким образом, по гранулометрическому составу золота в россыпях можно приблизительно оценивать потери тонкого золота, не концентрирующегося в россыпях, и составлять представление о крупности золота в рудах. В россыпях большинства золотопоспых узлов преобладает золото средней крупности.

Минерально-геохимические типы коренных источников

Большинство коренных источников россыпей Северо-Востока относится к золото-кварцевой малосульфидной формации. Кроме этой формации здесь распространены проявления золото-серебряной, золото-редкометальной, золотой, существенно сульфидной (Шило и др., 1969) и золото-антимонитовой формации (Желдин, 1973). Однако россышебразующая роль их незначительна, и поэтому они не рассматриваются.

Небольшое содержание рудных компонентов в жилах (сульфидах) составляют в среднем всего 1%) затрудняет классификацию проявлений золото-кварцевой формации по минеральному составу. П. И. Скорняков (1949₂) предложил выделить арсенопиритовый, сульфо-антимонитовый и антимонитовый типы месторождений. Позднее Г. Н. Гамянин (1971) разделил все золоторудные проявления на два типа: висмутовый и арсенопиритовый. Проявления висмутового типа имеют ограниченное распространение. Они приурочены к экзо- и эндоконтактам крупных гранитоидных массивов фации малых глубин (1—2 км), весьма специфичны по составу и содержат кроме самородного висмута леллеллит, тетрадимит, молибденит, турмалин. Такие проявления некоторые геологи (Найгородин, Сидоров, 1971) относят к золото-редкометальной формации. Подавляющее большинство коренных источников, обеспечивающих накопление основного запаса золота в россыпях, относится по этой классификации к арсенопиритовому типу, который в свою очередь подразделяется на полиметаллический и сульфоантимонитовый подтипы. Особое положение занимают комплексные золото-антимонитовые проявления. Г. Н. Гамянин рассматривает кварц-антимонитовую ассоциацию как чуждый, наложенный на золотое оруденение комплекс, не имеющий с ним генетической связи.

Нами при изучении коренных источников россыпей Яно-Колымской провинции предложена классификация проявлений золото-кварцевой формации по их геохимической специализации на основании данных полуколичественного спектрального анализа*. При незначительном содержании рудных компонентов, в сумме не превышающем 3%, данные спектрального анализа позволяют объективно оценить количественные соотношения рудных элементов в различных проявлениях, что затруднительно и часто субъективно при минералогической характеристике руд этой формации.

Такая классификация особенно удобна при анализе связи россыпей с коренными источниками. В гальке золотоносного кварца, сростках с золотом и в самом золоте россыпей, как правило, не сохраняются минеральные формы рудных компонентов. Разрушаясь, они образуют мелкие гнездообразные и пленочные труднодиагностируемые охры в золоте и кварце. Однако тип геохимической специализации, несмотря на разрушение и частичное выщелачивание рудных элементов, сохраняется, и можно судить, какие рудные тела и в какой мере служили источниками россыпей.

Сквозными элементами всех проявлений являются мышьяк, свинец, цинк, серебро, медь. В большинстве проявлений встречаются висмут и сурьма, отмечаются ртуть, вольфрам, редко — олово и молибден.

Минералами — носителями этих элементов являются сульфиды (арсенопирит, сфалерит, галенит, висмутин, халькопирит и др.), сульфосоли (буланжерит, джемсонит, тетраэдрит и др.), окислы (шеелит, кассiterит) и самородные — висмут, золото.

Основные рудные элементы, так же как и рудные минералы золотых месторождений, входят в состав ранней и поздней продуктивных ассоциаций. Главные элементы ранней продуктивной ассоциации — мышьяк, а поздней — серебро, свинец, цинк, сурьма и висмут. Количественные соотношения элементов определяют специфику состава проявлений, позволяющую подразделить их на типы.

Наиболее распространен мышьяк, постоянно присутствующий в золотоносном кварце. Высокое содержание его присуще всем золотоносным проявлениям Северо-Востока. В связи с этим мышьяк и его носитель — арсенопирит мало пригодны для классификации коренных источников. Главные различия в составе рудных тел определяются изменениями содержания четырех основных элементов поздней продуктивной ассоциации: висмута, серебра, свинца и цинка. По их содержанию все рассматриваемые коренные источники четко разделяются на две группы.

В рудных телах первой группы содержание перечисленных элементов убогое, близкое к пределу чувствительности спектрального анализа, частота встречаемости низкая (10—40%), очень редко выше (табл. 2). В некоторых проявлениях висмут не отнесен.

Во второй группе содержание этих элементов выше (на порядок, иногда на два), частота встречаемости 100, редко 70%. Особенность существенно (на два порядка) возрастают средние содержания висмута.

В классификациях по минеральному составу П. И. Скорнякова и Г. Н. Гамянина выделен сульфоантимонитовый тип или подтип месторождений. К этой категории, по нашим данным, относятся месторождения с повышенными ($n10^{-2}$, $n10^{-3}$) содержаниями сурьмы.

Повышенные содержания сурьмы отмечаются в некоторых проявлениях обеих геохимических групп. В первой геохимической группе, где вследствие убогого содержания элементов поздней продуктивной ассоциации основным рудным элементом является мышьяк, с учетом разделения сурьмы выделяются мышьяковый и сурьмяно-мышьяковый геохим-

* Спектральный анализ проведен для золотоносного кварца 35 рудопроявлений и месторождений, участие которых в россыпнеобразовании несомненно. Пробы кварца отбирали из богатых участков золотоносных жил, рудных гнезд и рудных столбов с содержанием более 10 г/т, как правило, видимого золота.

Таблица 2

Состав рудных элементов в коренных источниках малосульфидной золото-кварцевой формации

Геохимический тип	Рудопроявление, месторождение	Рудные элементы						
		Bi	Ag	Pb	Zn	Sb	As	
I	Мышьяковый	Омчакский узел	—	9·10 ⁻⁵	5·10 ⁻³	2·10 ⁻³	—	0,50
		Мальдяк	2·10 ⁻⁵	2·10 ⁻⁴	4·10 ⁻³	1·10 ⁻³	5·10 ⁻⁴	0,34
		Светлое	3·10 ⁻⁵	4·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁴	6·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴	0,38
		Холодное	—	1·10 ⁻⁴	—	3·10 ⁻³	—	0,1
		Рыбное	—	3·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	5·10 ⁻²	4·10 ⁻⁴	0,8
		Затесненское	3·10 ⁻⁵	2·10 ⁻⁴	2·10 ⁻³	4·10 ⁻³	8·10 ⁻⁵	0,38
		Ветренское	7·10 ⁻⁵	7·10 ⁻⁴	3·10 ⁻²	3·10 ⁻³	3·10 ⁻⁵	0,38
II	Сурьмяно-мышьяковый	Ларюковое*	—	4·10 ⁻⁴	7·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁴	1·10 ⁻³	≥1
		Гольцовское	3·10 ⁻⁵	4·10 ⁻⁴	3·10 ⁻³	3·10 ⁻³	1·10 ⁻³	≥1
		Утицкое	6·10 ⁻⁵	2·10 ⁻⁴	3·10 ⁻³	3·10 ⁻⁴	2·10 ⁻³	≥1
		Восточное*	6·10 ⁻⁵	3·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	6·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴	0,3
		Штурмовское*	7·10 ⁻⁵	4·10 ⁻⁴	2·10 ⁻³	5·10 ⁻³	4·10 ⁻⁴	≥1
III	Сурьмяно-висмуто-полиметаллический	Буровое	4·10 ⁻³	3·10 ⁻³	0,3	4·10 ⁻³	1·10 ⁻³	0,97
		Тенгкелях	7·10 ⁻⁴	2·10 ⁻³	2·10 ⁻²	2·10 ⁻²	2·10 ⁻³	≥1
		Евгар	1·10 ⁻³	7·10 ⁻³	0,1	5·10 ⁻²	3·10 ⁻²	0,04
		Юглер*	3·10 ⁻⁴	9·10 ⁻⁴	2·10 ⁻²	1·10 ⁻²	3·10 ⁻³	0,37
IV	Висмуто-полиметаллический	Дорожное	1·10 ⁻³	9·10 ⁻⁴	5·10 ⁻²	2·10 ⁻²	4·10 ⁻⁴	0,27
		Усть-Омчугское	5·10 ⁻⁴	1·10 ⁻³	2·10 ⁻²	2·10 ⁻²	2·10 ⁻⁴	0,02
		Улахан-Аурумское*	5·10 ⁻³	8·10 ⁻³	0,3	0,3	—	≥1
		Пионерский узел*	2·10 ⁻³	2·10 ⁻³	3·10 ⁻²	1·10 ⁻²	—	0,2
		Каральвеем	2·10 ⁻³	2·10 ⁻³	9·10 ⁻²	2·10 ⁻²	—	0,3

* Рудопроявление или месторождение с признаками kontaktового метаморфизма руд.

--- содержание, повышенное на один порядок.

— содержание, повышенное на два порядка.

мические типы. Соответственно проявления второй геохимической группы с повышенным содержанием в поздней продуктивной ассоциации висмута и полиметаллических элементов (Ag, Pb, Zn) подразделяются на висмуто-полиметаллический и сурьмяно-висмуто-полиметаллический геохимические типы.

В распространении основных геохимических групп коренных источников золото-кварцевой малосульфидной формации есть определенная закономерность.

Коренные источники мышьякового и сурьмяно-мышьякового геохимических типов пространственно тяготеют к глубинным разломам, вдоль которых в пределах Йильи-Дебинского мегасинклиниория прослежены линейные положительные магнитные аномалии. К этим же разломам приурочены протяженные дайковые пояса перо-бохапчинского комплекса с

прожилково-окварцованными золотоносными дайками. Как известно, Ю. А. Билибин высказал предположение о генетической связи золотого оруденения таких зон с малыми интрузиями. Подтверждением этому, кроме пространственной связи и идентичности автометасоматических и окорудных изменений в дайках, служит однаковый абсолютный возраст неизмененных безрудных и интенсивно березитизированных золотоносных участков даек — 154—157 млн. лет (Загрузина, Непашев, 1974).

По отношению к гранитоидным массивам рудопроявления рассматриваемой геохимической группы ведут себя независимо, и, учитывая их связь с глубинными разломами, можно предположить для них значительную глубину источника рудного вещества.

Повышенное содержание сурьмы, позволяющее выделить сурьмяно-мышьяковый тип коренных источников, устанавливается главным образом в прожилково-окварцованных дайках (этот факт отмечен ранее М. И. Конычевым и П. И. Скорняковым) и особенно характерно для месторождений Ат-Юряхского синклиниория. Для оруденения этого типа присущее обильное развитие альбит-анкерит-слюдистой ассоциации жильных минералов. Проявления мышьякового типа, как правило, залегают в осадочных алевролито-сланцевых толщах.

Большинство проявлений рассматриваемой группы относится к фациям больших и средних глубин формирования. Значительно реже встречаются месторождения, представленные секущими жильными зонами и зонами прожилково-метасоматического окварцевания со структурами кварца, типичными для малых глубин формирования. В них наблюдается секущее положение рудных тел малоглубинной фации относительно проявлений фаций больших и средних глубин (месторождение Мальдяк), иногда с наложением прожилково-метасоматического окварцевания на ранние жилы (Омчакский рудный узел). В связи с этим можно предположить, что коренные источники первой геохимической группы сформировались в два этапа: «дебатолитовый» — позднеюрский и «послебатолитовый» — возможно, позднемеловой.

При пространственном совмещении в одном золотоносном узле или зоне рудных тел двух этапов оруденения масштабы его и продуктивность для россыпьобразования существенно возрастают, что нередко приводит к формированию значительных по запасам россыпей.

Коренные источники второй геохимической группы с высоким содержанием элементов висмут-полиметаллической продуктивной ассоциации локализуются преимущественно в пределах отрицательных магнитных аномалий и пространственно тесно связаны с гранитоидными массивами. Иногда рудные тела залегают непосредственно в апикальных частях гранитоидных массивов (рудопроявление Дорожное). Гораздо чаще они располагаются над не вскрытymi эрозией гранитоидными массивами, устанавливающимися по геофизическим данным, например рудопроявления Буровое, Тенгкелях, Евгар, Корота, месторождения Юглер, Карабльвеем (Вацэлов, 1963; Беляев и др., 1976), или по присутствию полей роговиков — рудопроявления Улахан-Аурум, Вилкинское, Вовик и др.

Повышенные содержания висмута весьма характерны для золотых месторождений, тесно связанных с гранитоидными плутонами, что отмечалось во многих регионах СССР (Спиридонов, 1975). Судя по выходам на дневную поверхность, золотое оруденение связано с гранитоидными массивами, раннемелового возраста и метаморфизуется позднемеловыми интрузиями.

Коренные источники представлены секущими жилами, жильными зонами и по структурным особенностям жильного кварца относятся к фациям малых и средних глубин. Малоглубинным проявлениям свойствен преимущественно сурьмяно-висмут-полиметаллический тип оруденения, а среднеглубинным — висмут-полиметаллический.

При геохимической классификации коренных источников необходимо

учитывать, что на степень концентрации ртути, сурьмы и в меньшей мере мышьяка существенно влияет контактный метаморфизм руд, в результате которого происходит частичный, а иногда и полный вынос этих элементов.

Обеднение сурьмой наблюдается в метаморфизованных рудах Восточного и Штурмовского месторождений, полный вынос ее (предел чувствительности спектрального метода — 0,001%) — из руд месторождений Пионерского и Улахан-Аурумского узлов. О принадлежности этих руд к сульфоантимонитовому типу дометаморфических преобразований свидетельствует высокая сурьмянистость в них крупного золота (Восточное и Штурмовское месторождения, Пионерский узел).

Особенности локализации проявлений двух основных геохимических групп являются отражением региональной зональности, обычной для золото-кварцевой формации и выраженной в усложнении состава руд по мере удаления от глубинных разломов. Та же тенденция наблюдается при уменьшении глубины формирования оруденения.

Для россыпнообразования наиболее продуктивны коренные источники мышьякового и сурьмяно-мышьякового типов. Однако и проявления висмут-полиметаллического ряда послужили источниками многих россыпей и россыпных узлов (россыпь р. Сибик-Тыэллах; Пионерский, Кээрвеемский и другие узлы).

Геохимическая специализация коренных источников выражается наличием в составе самородного золота, в том числе и россыпного, ряда элементов-примесей. В самородном золоте в качестве элементов-примесей встречены все типичные для руд золото-кварцевой формации элементы (табл. 3).

Таблица 3

Состав элементов примесей в самородном золоте
коренных источников

Геохимическая группа	Геохимический тип	Рудопроявление, месторождение	Количество анализов	Рудные элементы					
				Bi	Pb	Zn	Sb	As	Cu
I	Мышьяковый	Омтакский узел	5	—	$2 \cdot 10^{-3}$	—	$2 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-3}$	
		Мальдяк	11	Сл.	$4 \cdot 10^{-3}$		$4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$
		Светлое	—	—	—	—	—	—	—
		Холодное	2	—	—	—	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	
		Рыбное	3		$1 \cdot 10^{-3}$		$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
		Затесинское	3	—	—	—	—	—	$2 \cdot 10^{-2}$
		Ветренское	19		$5 \cdot 10^{-3}$	Сл.		$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$
II	Сурьмяно-мышьяковый	Восточное	6		$4 \cdot 10^{-3}$		$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$
		Штурмовское	7		$1 \cdot 10^{-3}$		$5 \cdot 10^{-3}$	—	$4 \cdot 10^{-2}$
		Гольцовское	5		$6 \cdot 10^{-4}$		$6 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-2}$
		Утинское	12	Сл.	$3 \cdot 10^{-3}$		$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$
		Ларюково	1	—	—	—	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	
		Буровое	10	$6 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$
		Тепгеклях	2	—	—		$8 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$
III	Сурьмяно-висмут-полиметаллический	Евгар	4	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$		$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$
		Юглер	4	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$		$1 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$
		Дорожное	3	$7 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-2}$		$3 \cdot 10^{-2}$	—	$5 \cdot 10^{-3}$
		Улахан-Аурумское	14	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$		$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
		Пионерский узел	5	$4 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-2}$		$2 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
		Усть-Омчугское	5	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$		$4 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$
		Каральвеем	10	$6 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-2}$		$6 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$

Серебро и медь входят в состав золота в виде изоморфной примеси, их содержания связаны обратно пропорциональной зависимостью. Остальные элементы присутствуют в золоте как механические включения их минералов-носителей и отражают пространственную близость выделений золота с этими минералами. Для большинства проявлений всех геохимических типов характерно наличие в золоте свинца и реже — мышьяка. Особенно часто примесь свинца наблюдается в проявлениях висмут-полиметаллической группы. Примесь висмута отмечается в золоте исключительно в коренных источниках этого же ряда.

Распределение примеси сурьмы более сложно. Она постоянно присутствует в золоте коренных источников сурьмяно-мышьякового и сурьмяно-висмут-полиметаллического типов, где, по-видимому, связана с механическими включениями ассоциирующих с золотом сульфо-антимонитов. Кроме того, примесь сурьмы иногда устанавливается в золоте при отсутствии или очень слабой концентрации ее в рудах. Такое соотношение типично для проявлений, претерпевших воздействие kontaktового метаморфизма, являясь одним из характерных его признаков. Содержания сурьмы в золоте в этих случаях достигают максимальных значений (0,6—0,01%), форма вхождения ее в золото не ясна, вероятнее всего, это изоморфная примесь.

На основе предлагаемой геохимической классификации по особенностям примесей в золоте россыпей можно составить представление о геохимическом и структурно-морфологическом типах источника, положении его в геологических структурах и геофизических полях. Так, если золото россыпи постоянно содержит примесь сурьмы, свинца и спорадически висмута, то коренные источники ее расположены, вероятно, в стороне от глубинных разломов, вблизи гранитоидных массивов (в том числе и не вскрытых на современном эрозионном срезе), в области развития отрицательных магнитных аномалий, и представлены жилами и жильными зонами малых и средних глубин формирования.

Источниками сурьмасодержащего золота с редкой примесью свинца служат, по-видимому, преимущественно прожилково-окварцованные дайки, локализующиеся в зонах глубинных разломов, в пределах участков линейных положительных магнитных аномалий.

Золото без сурьмы и висмута и обычно бедное остальными примесями поступает в россыпь за счет разрушения жил и прожилков в осадочных толщах из зон глубинных разломов, часто фиксирующихся положительными магнитными аномалиями. Относительно повышенные содержания свинца и мышьяка встречаются в золоте этого типа, если источником россыпи является промышленное месторождение (Омчакский, Ветренский узлы).

Из менее общих особенностей отметим следующие. Мелкое низкопробное золото — характерный признак зон прожилково-метасоматического окварцевания малых глубин формирования. Мелкое высокопробное (930—970) золото свойственно проявлениям золото-антимонитовой формации. Крупное золото низкой и средней пробы с высокими содержаниями сурьмы всегда тяготеет к гранитоидным массивам. Для рудопроявлений этого типа часто устанавливаются признаки kontaktового метаморфизма.

Соотношение запасов коренных источников и россыпей

Соотношения запасов известных коренных источников и связанных с ними россыпей весьма разнообразны: запасы коренных источников преобладают над запасами россыпей (Игуменовское месторождение и россыпь); запасы россыпей превышают в десятки (Мальдякский узел) и даже сотни раз (Чай-Юрлинский, Ат-Юряхский узлы) запасы известных коренных источников.

Колебания величины запасов россыпей и особенности соотношений за-

пасов коренных источников и россыпей определяются многими факторами. Среди них главное значение имеют степень и характер концентрации рудных тел, пространственные соотношения долин с зонами коренных источников и структурные особенности локализации оруденения.

По степени концентрации коренных источников выделяются четыре типа площадей питания россыпей.

К первому относятся рудные поля месторождений, включающие серии крупных промышленных рудных тел и большое количество сопровождающих их мелких рудопроявлений. Площадь рудных полей 10—40 км² (месторождения Наталкинское, Утиńskое, Карабльвеемское, Ветренское и др.).

Второй тип составляют линейные зоны протяженностью в десятки километров и шириной до 5 км, на площади которых многочисленные мелкие сближенные рудопроявления сочетаются с более крупными и значительными по содержанию, образующими обогащенные узлы в пределах зоны. Некоторые из таких узлов иногда рассматриваются как рудные поля непромышленных месторождений (Право-Берелекская, Чай-Юрыинская, Ат-Юрях-Штурмовская и другие зоны).

Третий тип — более обширные площади размещения мелких рудопроявлений разной степени богатства и меньшей концентрации, чем на площади второго типа (Партизанская, Нижне-Нексиканская и другие золотоносные зоны).

Четвертый тип — площади распространения мелких рассредоточенных рудопроявлений. Они часто входят в крупные золотоносные зоны, иногда образуют отдельные большие участки различных очертаний (Нижне-Худжахский, Ухомытский и другие узлы).

Отнесение конкретных зон коренных источников к тому или иному типу площадей питания россыпей из-за недостаточной изученности и разведанности условно. При дальнейшем изучении крупные рудопроявления могут перейти в категорию месторождений, а на участках, где известны только малые бедные рудопроявления или рассредоточенное оруденение, могут быть обнаружены крупные богатые рудопроявления.

Основное количество золота в россыпи поступает с площадей с крупными рудопроявлениями или рудными полями месторождений. Зоны с бедными и рассредоточенными рудопроявлениями поставляют незначительное количество его, поскольку самородное золото, участвующее в россыпенеобразовании, как правило, концентрируется в рудных гнездах и рудных столбах и при низких содержаниях (менее 2 г/т) встречается крайне редко.

Пространственные соотношения рудных зон и долин определяют объем золотоносных пород, за счет разрушения которых формируются россыпи, а следовательно, и количество поступающего в них золота.

По отношению к направлению золотоносных зон долины могут быть поперечными, диагональными и продольными. При прочих равных условиях наиболее благоприятны для образования россыпей продольные долины. В таком случае даже за счет зон с мелкими рудопроявлениями иногда образуются средние по размерам россыпи. Однако долины в рассматриваемом регионе довольно редко закладываются по золотоносным зонам.

Подавляющее большинство золотоносных долин сечет золотоносные зоны. Размеры участков поступления золота зависят от ширины зон и углов, под которыми долины пересекают рудные зоны.

Весьма характерно «комбинированное» питание россыпей. Крупные долины высоких порядков часто закладываются по крупным региональным тектоническим нарушениям, которые контролируют золотое оруденение. Однако наиболее богатые рудопроявления локализуются не в крупных зонах разломов, а в оперяющих структурах, поэтому основную часть золота поставляют притоки, размывающие эти зоны, а крупные продольные долины служат коллекторами, благоприятными для концентрации золота.

Неравномерность распределения оруденения и запасы россыпей. Случаи резкого превосходства запасов россыпей над запасами источников давно привлекают внимание исследователей. Некоторые авторы (Рожков, 1955 и др.) предполагали, что золото в россыпях концентрируется за счет размыва рудных тел, находящихся в толще пород, уничтоженных эрозионным срезом за весь континентальный период развития региона; известные рудные тела рассматривались как «корни» золотого оруденения. Предполагалась также промежуточная концентрация золота в мезозойской коре выветривания. Н. В. Нестеров (1970) высказал точку зрения о промежуточной концентрации золота в зоне вторичного обогащения, связанной с формированием миоцен-плейстоценовых кор выветривания. Однако характер гипергенных изменений золота в россыпях не подтверждает этих предположений.

Другие исследователи (Шило, 1960; Фирсов, 1964) считают, что россыпи (в том числе крупные и уникальные), конкретные источники которых не обнаружены, могут быть сформированы за счет размыва множества мелких рассредоточенных источников. Эти источники, видимо, поставляют в россыпи некоторое количество золота, однако сомнительно, что они были основными поставщиками золота крупных и уникальных россыпей.

Нам представляется, что несоответствие между богатством россыпей и бедностью коренных источников может иметь и другие объяснения.

Распределение золотоносности в целом крайне неравномерно. Основные запасы золота находятся на очень небольших площадях. В каждом из золотоносных районов 50—85% запасов сосредоточено в малом числе узлов, а в пределах отдельных узлов 60—90% запасов сконцентрировано обычно в одной, реже двух-трех соседних россыпях, часто с общей площадью питания. Это свидетельствует о высокой концентрации коренных источников, за счет разрушения которых были сформированы основные запасы золота в россыпях. На участках рассредоточенного оруденения, на флангах рудных полей или в протяженных золотоносных зонах, россыпи с достаточно крупными запасами золота не формировались.

Поскольку неравномерность распределения золота — характерное свойство оруденения золото-кварцевой малосульфидной формации всех масштабов вплоть до рудного тела и основной запас золота сосредоточен обычно в пределах рудных гнезд и столбов, можно предположить, что западильной концентрации золота в россыпях должна соответствовать аналогичная концентрация золота в коренных источниках. Так как для многих проявлений рассматриваемых типов характерно этажное распределение оруденения, то возможно, что формирование богатых и уникальных россыпей связано с размывом наиболее богатых верхних частей таких рудных этажей. Ведущая роль структурного фактора в продуктивности коренных источников для россыпнеобразования позволяет предположить, что эта причина — одна из главных. Подобный вывод о формировании крупных россыпей на Чукотке сделан Н. М. Давиденко (1975).

Вопрос этот весьма сложен, и одним из путей его решения может быть исследование и сопоставление типоморфных свойств золота и кварца из коренных источников и россыпей. Н. М. Давиденко (1970) проводил такие исследования в Чукотской провинции с использованием данных о гомогенизации и декрепитации газожидких включений в кварце. В настоящее время исследования такого плана проводятся авторами в некоторых россыпных узлах Яно-Колымской провинции.

Глава II. ТИПЫ МОРФОСТРУКТУР И НЕОСТРУКТУР

Особенности золотоносных районов и узлов — их площадь и плотность размещения россыпей, а также размеры, время образования, условия и глубина залегания россыпей — определяются типами морфоструктур, в

пределах которых они находятся. Одни типы морфоструктур неблагоприятны для образования россыпей, в других они распространены широко. Типы морфоструктур выделяются на основании различий в строении рельефа и характере его связей с геологическими структурами субстрата.

В развитии морфоструктур часто различаются два этапа тектонической активизации: последний — заключительный, совпадающий с неотектоническим этапом развития Земли, и более ранний, который можно назвать палеотектоническим. Промежуток времени между ними характеризуется длительным затуханием тектонической активности и развитием региональной поверхности выравнивания, срезающей морфоструктуры предыдущего тектонически активного этапа. Там, где такой процесс имел место, современные морфоструктуры можно считать связанными исключительно с неотектоническим этапом, хотя возможно и их унаследованное развитие. В зависимости от истории становления отдельных морфоструктур на дневную поверхность выводились рудные тела, различные по глубине и времени формирования, формационно-минералогическим типам и т. д. Кроме того, морфоструктурное развитие предопределило такие важные для россыпьобразования показатели, как глубина и время вскрытия рудных тел.

Особенности палеотектонического этапа могут быть учтены в основном для крупных морфоструктур. Результаты же дифференцированных движений неотектонического этапа, отчетливо проявленные в рельефе и коррелятивных рыхлых отложениях, позволяют выделять самые мелкие морфоструктуры.

Время завершения геосинклинального развития и характер складчатости весьма существенно отражаются на морфологии и развитии рельефа. Определенные типы морфоструктур группируются в пределах основных геологических структур (областей), являющихся геотекстурами (Герасимов, Мещеряков, 1967). Из таких геотекстур на рассматриваемой территории находятся восточная часть Верхояно-Чукотской мезозойской складчатой области и северная часть Корякско-Камчатской области кайнозойской складчатости, между которыми расположен Охотско-Чукотский вулканогенный пояс.

ВЕРХОЯНО-ЧУКОТСКАЯ ОБЛАСТЬ

Названная область выделена исследователями при геоморфологическом районировании всей территории Северо-Востока СССР (Баранова, Бискэ, 1964; Шило, 1970). Включение в единую морфоструктурную область складчатых систем и срединных массивов объясняется общностью их геоморфологического развития.

В Яно-Колымской системе с рифея до начала поздней юры существовал непрерывный многосинклинальный режим (Тильман и др., 1969). Позднегеосинклинальные орогенные структуры (Зырянская и Ольджайская наложенные впадины) расположены на периферии Яно-Колымской системы и выполнены верхнеюрскими и нижнемеловыми морскими и континентальными отложениями (осадочно-вулканогенные, терригенные и молассовые формации). В Чукотской системе, где установлено сложное сочетание мио- и эвгеосинклинальных зон, в отличие от Яно-Колымской, широко распространены позднегеосинклинальные впадины и прогибы, заполненные оксфорд-антскими молассами и вулканитами.

Область характеризуется мозаичным распределением морфоструктур с высокогорным (до 2500 м), среднегорным (1200—1700 м), низкогорным (400—1100 м) и равнинным рельефом; относительные превышения достигают 2000 м. Рельеф докайнозойского основания еще более контрастен, поскольку мощность рыхлых отложений в межгорных впадинах достигает 300—600 м (по геофизическим данным).

Определить время заложения морфоструктур Верхояно-Чукотской области затруднительно, поскольку многие принципиальные вопросы развития рельефа не изучены или дискуссионны. Не существует единого мне-

ния о том, являются ли горные сооружения этой области эпигеосинклинальными или эпиплатформенными, происходило ли на этой территории позднегеосинклинальное горообразование и в какой мере оно отражено в современном рельефе. Высказаны различные мнения о происхождении крупных неровностей рельефа, рассматривающихся в качестве структурных (тектонических) или литоскульптурных образований. Неясно, подвергалась ли вся территория области или только отдельные ее части выравниванию, сколько было эпох выравнивания и каков их возраст.

Большинство авторов (Васьковский, 1963; Петрулевский, 1964; Резанов, 1964; Шульц, 1964; Каишменская, Хворостова, 1965; Шило, 1970) считают горный рельеф Верхояно-Чукотской области эпиплатформенным (эпиквазиплатформенным). По мнению некоторых из них, прекращение геосинклинальных условий в Верхояно-Чукотской области не сопровождалось горообразованием, а сменилось непосредственно платформенным режимом.

Существует концепция (Баранова, Бискэ, 1964; Баранова, 1967; Тильман и др., 1969; Трушков, 1971), согласно которой горы Верхояно-Чукотской складчатой области являются эпигеосинклинальными. Возникнув во время позднегеосинклинального орогенеза (а некоторые еще раньше — в виде геоантеклинальных поднятий), они сохранились все последующее время, будучи лишь подковлены неотектоническими движениями.

По В. Е. Ханину (1965), позднегеосинклинальный орогенез был проявлен в поздней юре — раппем мелу, после чего происходило денудационное выравнивание территории в позднем мелу, палеогене и частично в миоцене. Современные горы возродились или обновились в неотектонический этап. Каждая из перечисленных концепций, в той или иной мере аргументированных, имеет и слабые стороны. О длительном платформенном развитии Яно-Колымской складчатой системы без предшествующей четко выраженной орогенной стадии свидетельствуют весьма ограниченное распространение и очень скромные для громадной системы размеры поздне- и послегеосинклинальных прогибов и впадин, развитых преимущественно по периферии и заполненных, как отметил И. А. Резанов, главным образом мелководистыми осадками. Вместе с тем трудно допустить, что внедрение позднеюрских и раннемеловых гранитоидов в пределах Верхне-Колымской зоны не сопровождалось существенными поднятиями. Представление И. А. Резанова о низкой контрастности тектонических движений в течение всего послегеосинклинального периода противоречат данные более поздних геологических и геоморфологических исследований. По В. Д. Аксеновой с соавторами (1970), величина эрозионно-денудационного среза геологических структур южной части Иньяли-Дебинского синклинопия за послекиммерийское время составляет 0,4—6 км, причем выявляются очень большие градиенты, обусловленные блоковыми движениями. Учитывая это, надо признать контрастными или орогенными, или неотектоническими, или те и другие движения вместе.

Большая контрастность неотектонических движений, отмеченная многими исследователями (Л. Д. Лебедевой, М. Д. Эльяновым, Н. А. Шило, Ю. П. Барановой и др.), подтверждается новыми материалами. Мощность рыхлых отложений в межгорных впадинах не 100—200 м, как считал И. А. Резанов (1964), а 300—600 м (по геофизическим данным).

Положение одновозрастных горизонтов аллювия в пизкогорных районах и соседних впадинах показывает, что местами амплитуда дифференцированных движений с конца плиоцена достигала 500 м. Еще более велика разница поднятий высокогорных и среднегорных участков, приуроченных к гранитным интрузивам. Судя по различию в высоте разновозрастных каров, относительное вертикальное перемещение соседних блоков только за вторую половину позднего плейстоцена было более 700 м.

Таким образом, неотектонический этап представляет самостоятельный геологический этап развития территории, а горный рельеф является по-вообразованным.

Каково было строение рельефа, переработанного неотектоническими движениями, не вполне ясно, так как для всей территории трудно установить положение древней поверхности выравнивания, существование которой (которых?) предполагается большинством исследователей. За реликты поверхности выравнивания признаются плоские поверхности водоразделов, резко контрастирующие с крутыми склонами долин и расположенные на различных уровнях от 500 до 2300 м. Множественность уровней дает основание для предположения о нескольких поверхностях выравнивания. Анализ расположения и характера выполненных площадок приводит нас, как и многих других исследователей, к представлению о существовании единой региональной дат-палеогеновой поверхности выравнивания, впоследствии разбитой на разновысотные блоки. Однако многие выровненные площадки водоразделов нельзя считать реликтами древнего пепелена. Часть наиболее высоких (1500—2300 м) образована позднейшей (позднеплейстоценовой, голоценовой) альтипланиацией; среди низких (600—900 м) — является позднеплиоценовыми и раннеплейстоценовыми террасами крупных рек (отн. высота 200—450 м). Только выровненные поверхности средних ярусов высот (1000—1300 м) можно рассматривать как реликты пепелена. Первоначальная поверхность пепелена и здесь снижена по крайней мере на величину, равную мощности площадной коры выветривания, нигде не сохранившейся на выровненных водораздельных площадках.

Разница абсолютных высот вершин водоразделов в соседних морфоструктурах составляет 200—1000 м. Складчатые структуры фундамента не отражены в рельефе; паоборот, весьма часто с синклиналями совпадают повышенные участки рельефа, а с антиклиналями — пониженные. Наиболее высокие участки представляют выходы гранитоидных интрузий. Такое распределение высот лишь частично объясняется экзогенной претарировкой. Детальный анализ показывает, что ведущим фактором являются дифференцированные неотектонические движения, и значение устойчивости пород оказывается только в тех случаях, когда такие породы слагают поднятые блоки. Значительные перепады высот наблюдаются и при отсутствии литологических различий; таковы уступы, ориентированные согласно складчатым структурам, или поперечные к ним, или секущие гранитные массивы. В бассейне р. Берелех участки водоразделов, сложенные преимущественно песчаниками, выше водоразделов, сложенных глинистыми сланцами, но в соседнем бассейне р. Нижний Нексиан наблюдаются обратные соотношения. Блоки, сложенные глинистыми сланцами, иногда возвышаются над блоками из значительно более прочных тuffогенных пород.

Большинство разрывных нарушений, по которым происходили неотектонические смещения, унаследованы от древних этапов геологического развития. Кроме разломов северо-западного простирания и поперечных северо-восточных в рельефе проявлены субмеридиональные, субширотные и кольцевые разломы.

Проявления новейшей тектоники тесно связаны не только с мезозойскими структурами, обнаженными на дневной поверхности, но и со структурами фундамента верхоянского комплекса. Эта связь выражена главным образом частым совпадением границ неотектонических морфоструктур и мезозойских структур и базаструктур в результате преимущественного обновления древних разрывных нарушений. Нередко на неотектоническом этапе обновляются разрывы весьма древние, которые в мезозое какое-то время оставались пассивными и потому не нашли отражения в плане мезозойских структур. Это относится в первую очередь к разломам, поперечным к простиранию мезозоид. В результате обновления разломов разных направлений и разного начального времени заложения на неотектоническом этапе образовалась сложная система блоковых неотектонических морфоструктур.

Границы морфоструктур передко проходят по долинам, но чаще пере-

секают их и являются денудационно-неотектоническими «уступами», при пересечении которых меняются высота и морфология скульптурных склонов, ширина и строение речных долин, а также мощность аллювия. Наиболее отчетливо «уступы» выражены при значительных амплитудах и позднем возрасте движений блоков, особенно если новейшие смещения совпадают с глубинными древними разломами.

Неотектонические перемещения блоков, происходящие вдоль древних разломов, многие из которых являются рудоконтролирующими, играют значительную роль в россыпнеобразовании.

Наиболее благоприятны границы морфоструктур, совпадающие с зонами дробления и смятия вдоль глубинных рудоконтролирующих разломов, где повышенная золотоносность коренных пород сочетается с их высокой дезинтеграцией (западная граница Малык-Сиенской впадины). Здесь создаются особенно благоприятные условия для накопления и перемыва наибольшего количества золотоносного рыхлого материала, поступающего при денудационной обработке неотектонических уступов и выносящегося из более поднятых блоков к их границам. Во многих местах наблюдается приуроченность россыпей к границам морфоструктур, в том числе и таких, которые сами по себе неблагоприятны для россыпнеобразования. В связи с этим представляют большой практический интерес выделение и анализ характера границ морфоструктур даже небольших размеров и с малой контрастностью движений.

Во впадинах следы неотектонических движений иногда устанавливаются непосредственно по деформациям слоев кайнозойских отложений. Чаще они выявляются при анализе результатов экзогенных процессов, имеющих в той или иной мере выраженную компенсационную направленность по отношению к неотектоническим движениям.

Определенные сочетания морфоскульптур, образованных этими процессами, характеризуют различные типы неотектонических структур, проявленных в рельефе как блоковые морфоструктуры. На рассматриваемой территории можно выделить 7 основных типов этих структур (табл. 4).

Таблица 4
Типы неоструктур Колымо-Чукотской мезозойской складчатой области

Типы неотектонических структур (морфоструктур)				
устойчивых поднятий		инверсионного развития с преобладанием поднятий		
непрерывных	прерывистых			инверсионного развития с преобладанием опусканий
Очень интенсивные	Интенсивные	Умеренные		Слабые
Высокие горы	Средневысотные горы	Низкие горы	Денудационно-аккумулятивный и холмисто-увалистый рельеф	Аккумулятивные холмистые и плоскоступенчатые равнины

Выделенные типы морфоструктур мозаично распределены по всей территории без четко выраженной связи с пликативными структурами; размеры их весьма разнообразны. Вместе с тем наблюдается определенная группировка морфоструктур в пределах крупных мегаблоков, ограниченных продольными и поперечными глубинными разломами. Так, в Иньяли-Дебинском мегасинклинерии для мегаблоков с неглубоким залеганием фундамента и широким распространением гранитных массивов характерно сочетание блоков очень интенсивных поднятий с блоками преобладающих опусканий (Мылгинско-Дебинский и Боянчино-Тыэллахский золотоносные районы). Мегаблокам с глубоким залеганием фундамента и пре-

имущественным развитием осадочных толщ верхоянского комплекса присуща значительно меньшая контрастность движений; большие площади испытывали здесь умеренные прерывистые поднятия или инверсионные движения с преобладанием поднятий (Берелехский и Таскано-Среднеканский районы). В разных типах мегаблоков масштабы россыпей и условия их залегания различны.

Россыпи расположены в морфоструктурах двух типов — блоках низкогорного рельефа, формирующегося при умеренных поднятиях, и впадинах.

Низкогорный рельеф занимает основные площади распространения золотоносных россыпей, развиваясь на субстрате, сложенном преимущественно осадочными породами.

В результате прерывистых неотектонических поднятий умеренной амплитуды в сочетании с податливым субстратом из глинистых сланцев и алевролитов реки разработали здесь широкие долины с серией эрозионно-аккумулятивных террас. В долинах малых водотоков обычно не более 2—3 террас, по крупным рекам их насчитывается до 8—10 уровней при относительной высоте над современными урезами рек до 200—400 м. Максимальная мощность аллювия на террасах не превышает нормальную, намного уступая разнице в высоте террас, разделенных коренными уступами. В террасированных долинах россыпи формировались на террасах различных эрозионных уровней и в днищах долин (территория Яно-Колымской золотоносной провинции, части районов Чукотской провинции).

При слабых неотектонических поднятиях неглубокие врезы сменялись длительными периодами боковой эрозии, поэтому корениное ложе долин представляет серию почти совмещенных по высоте разновозрастных золотоносных эрозионных уровней (долины многих районов Чукотской золотоносной провинции, Шамапихо-Столбовского района, некоторых районов Яно-Колымской провинции).

Отдельные морфоструктуры в низкогорных районах испытали вертикальные перемещения переменного знака. В них часто встречаются узкие погребенные «каньоны», расположенные в днищах долин и на террасах. Мощность аллювиальных отложений, заполняющих каньоны, 10—40 м. В таких морфоструктурах известны также висячие золотоносные пласты среди аллювия повышенной мощности и отмечаются частые перестройки гидросети, выявляющиеся по реликтам отмерших «приподнятых» участков долин.

На благоприятные условия формирования россыпей в низкогорных районах указывал еще Ю. А. Билибин (1938). Здесь постоянно происходила подготовка материала на относительно пологих склонах и в широких днищах долин, и вынос рыхлого материала не опережал его дезинтеграцию. Золото не выносилось далеко от источников, образуя россыпи с высокой концентрацией.

Высокогорные районы неблагоприятны для образования россыпей: отсюда в больших объемах выносился слабо дезинтегрированный материал, чему способствовали неоднократные оледенения. Кроме того, большинство высокогорных районов Верхояно-Чукотской области совпадает с гранитными массивами, не содержащими источников золота.

Среднегорные участки не всегда сложены гранитами, но здесь также преобладал вынос материала ледниками и водотоками с крутыми уклонами. Некоторые среднегорные участки заслуживают внимания при поисках россыпей, так как в пересекающих их речных долинах могли формироваться «транзитные» россыпи, несущие золото из выше расположенных низкогорных районов.

Впадины, вмещающие россыпи, представляют морфоструктуры, испытавшие преимущественные опускания на неотектоническом этапе. Часть впадин продолжает опускаться, в них наблюдается современная аккумуляция аллювия; в других — началось поднятие и врезание рек в ранее накопленные наносы; третий — высоко подняты и занимают между-речные пространства.

В рельефе участкам впадин соответствуют холмистые плоскоступенчатые равнины, расположенные на различных высотах (0—1000 м).

Впадины или части их начали погружаться в разное время, паряду с древними впадинами есть и очень молодые. Так, Малык-Сиенская неотектоническая впадина частично совмещена с позднемеловой Средне-Берелехской; неотектоническое погружение северной части ее началось в раннем, а южной — в среднем плейстоцене и происходило параллельно с россыпнеобразованием. В Валькарайской впадине под миоцен-плиоценовыми отложениями находятся нижнемиоценовые морские и аллювиальные осадки. Западная часть Сеймчано-Буюндинской впадины начала погружаться в позднем олигоцене (?) — миоцене, а южная — лишь во второй половине позднего плейстоцена.

В пределах некоторых впадин (Малык-Сиенской, Оротукской, Тасканской, Сеймчано-Буюндинской) встречаются древние поднятые террасы с высоким коренным цоколем. Иногда наличие поднятых террас объясняется поднятием не всей впадины, а отдельных окраинных (Сеймчано-Буюндинская) или центральных (Тасканская) блоков. Блоковые деформации коренного фундамента и рыхлых отложений не только неогенового, но и среднеплейстоценового возраста отмечаются и в погруженных частях впадин.

Большинство золотоносных впадин характеризуется инверсопионным неотектоническим развитием. Опускание их предварялось поднятиями определенной длительности и амплитуды, сопровождавшимися врезаниями рек. Периоды преобладающего опускания чередовались со стабилизациями и небольшими поднятиями. Такое развитие привело к образованию богатых россыпей золота на дне впадин (в базальных слоях аллювия — на террасах и днищах погребенных долин) и висячих пластов на границах размывов рыхлой толщи, заполняющей впадины.

КОРЯКСКО-КАМЧАТСКАЯ ОБЛАСТЬ

Геосинклинальное развитие территории области продолжалось с поздней юры до палеогена включительно, а в отдельных ее частях — до позднего миоцена.

Для морфоструктур этой области характерна согласованность со складчатыми структурами. Выделяются эпигеосинклинальные, антиклинальные и горст-антиклинальные горные хребты (Пекулуйский, Рарыткийский) и системы хребтов (Центрально-Корякская, Мейныпильгинская, Мургальская), а также синклинальные (трабен-синклинальные) унаследованные впадины (Пенжинско-Марковская, Парапольская).

Неотектонический этап явился постгеосинклинальным, поэтому здесь особенно четко выражена унаследованность развития рельефа от геологических структур. Время возникновения и пути развития таких морфоструктур существенно различны, но во всей области разграничение почти всех крупных морфоструктур произошло в геосинклинальную стадию задолго до неотектонического этапа, и некоторые из них сохраняют с тех пор свои основные морфологические черты.

Среди положительных и отрицательных морфоструктур выделяются унаследованные, развивающиеся как устойчивые поднятия или опускания с начала среднего этапа геосинклинальной стадии, и инверсионные.

Большинство морфоструктур Корякско-Камчатской области имеют ясно выраженную линейную ориентировку и ограничены протяженными зонами разломов, согласными со складчатыми структурами. Часто в рельефе проявлены секущие разломы, которые осложняют строение основных морфоструктур и служат границами намечающихся или достаточно четко обособленных морфоструктур более низких порядков, возникновение которых относится уже большей частью к неотектоническому этапу. Площади золотоносных узлов Корякско-Камчатской провинции расположены

жены в местах сопряжения положительных морфоструктур и депрессий. Рельеф площадей узлов представляет сочетание низкогорных и равнинных участков.

Глава III. СТРАТИГРАФИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Особенности развития морфоструктур на новейшем и предшествующих тектонических этапах, а также различия возраста и глубины образования рудных источников предопределили разное время поступления золота в сферу действия экзогенных процессов и образования россыпей в различных золотоносных провинциях Северо-Востока.

ВЕРХНЕМЕЛОВЫЕ, ПАЛЕОГЕНОВЫЕ И НЕОГЕНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

К наиболее рапидным из золотоносных мезо-кайнозойских отложений относятся конгломераты и песчаники Средне-Берелехской и Аркагалинской впадин. По литологическим и палинологическим данным конгломераты Средне-Берелехской впадины сопоставимы с долгинской свитой Аркагалинской впадины, возраст которой определяется как сеноманский (Самылина, 1975; Филиппова, 1975).

В составе аркагалинской флоры преобладают голосеменные растения: *Sequoia*, *Cephalotaxopsis*, *Thuja*, *Metasequoia*, *Parataxodium*, *Ginkgo*. Встречены отпечатки листьев *Hausmania*, *Taeniopteris*, *Sphenobaiera*, *Czekanowskia* и немногочисленных покрытосеменных: *Platanus*, *Sapindopsis*, *Trochodendroides*, *Quereuxia angulata*.

По данным Ю. Е. Дорт-Гольца, кластогенное золото присутствует в сеномандатских молассах некоторых впадин Корякско-Камчатской провинции.

Палеоценовые (или дат-палеоценовые?) золотоносные отложения выделяются В. И. Крутоусом в северо-западной части Малык-Сиенской впадины, на левобережье руч. Болотного они залегают на глубине 200 м от поверхности и представлены красновато-бурыми галечниками с суглинистым цементом. Спорово-пыльцевой анализ, выполненный Б. В. Белой, показал преобладание (53%) пыльцы покрытосеменных, среди которых отмечена пыльца тропических и субтропических растений: *Protheaceae*, *Aquilarollenites*, *Platanus*, *Buxaceae*, *Palmae*, *Liquidambar*, *Mancicorpus*, *Parviprojectus*, *Myrtaceae*, *Myrica*, *Magnolia* и др., разнообразных широколиственных тургайского типа: *Quercus*, *Acer*, *Juglandaceae*, *Ulmaceae*, *Corylus* — и пыльца *Betula*. Пыльца голосеменных (13%) представлена *Taxodiaceae* (7%), *Cupressaceae*, *Ginkgo* и небольшим количеством *Picea*, *Pinus*. В группе спор (34%) найдены *Osmunda*, *Gleichenia*, *Onoclea*, *Lygodium*, *Lycopodiaceae*, *Sphagnum*, *Selaginella*.

В Отроженском золотоносном районе (Корякско-Камчатская провинция) известны золотоносные морские конгломераты эоценового возраста с остатками фауны: *Glycymeris branneri* Arn, *Crassatella lincolnensis* Weav. *Turritella tembloroensis* Wiedy (мавринская толща).

Россыпи миоценового возраста обнаружены в Чукотской провинции в погребенных долинах рр. Пепельхин, Рывеем, Чаанай. Миоценовый возраст вмещающих россыпи аллювиальных и морских (?) отложений определен только по данным спорово-пыльцевого анализа.

В долине р. Рывеем и прилегающей части Валькарайской низменности В. Л. Сухорословым выделены три свиты: рыпильхинская — олигоцен—рапидный миоцен, рывеемская — поздний миоцен, эимакайская — верхний илиоцен — средний плейстоцен.

Рыпильхинская свита, по данным В. Л. Сухорослова и К. В. Кистерова, представлена лагунными горизонтально-слоистыми суглинками, пере-

сланивающимися с песками, глиниами, лігнитами, в основании которых на продолжении древней долины р. Рывеем залегают золотоносные аллювиальные галечники.

В песках обнаружены единичные морские и пресноводные диатомовые широкого возрастного диапазона. Спорово-пыльцевой комплекс, выявленный И. В. Душиной, характеризует умеренно-теплолюбивую растительность тургайского типа с примесью меловых реликтов (переотложенная пыльца?). Преобладает пыльца покрытосеменных (52—88%), в их числе до 35% пыльцы термофильных, в том числе тропических и субтропических растений: *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Engelhardtia*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Castanea*, *Quercus*, *Ostrya*, *Acer*, *Tilia*, *Myrica*, *Rhus*, *Ilex*, *Nyssa*, *Palmae*, *Sterculia*, *Liquidambar*, *Araliaceae*, *Myrtaceae*, *Oleacea*, *Viburnum*. Среди голосеменных найдены *Abies*, *Tsuga*, *Ginkgo*, *Cedrus*, *Larix*, *Dacrydium*, *Podocarpus*.

К рывеемской свите отнесены аллювиальные и морские галечники с линзами песка. Морские отложения включают диатомовую флору умеренно теплолюбивого типа с аркто- boreальными элементами. Присутствуют перитические: *Stephanopyxis turris* (Grev. et Arn.) Ralfs *Actinoptychus undulatus* (Bail.) Ralfs, *A. splendens* (Shadb.) Ralfs, *Thalassiosira* sp.) и сублиторальные формы (*Melosira sulcata* var. *biseriata* Grun., *M.sulcata* var. *sulcata* (Ehr.) Kutz; *Triceratium arcticum* Bright.), по возрасту сопоставляемые с ранне- и позднеплиоценовыми комплексами Японии, Сахалина, Камчатки (определения Т. Л. Невретдиновой).

В спорово-пыльцевых спектрах этих отложений (по определению И. В. Душиной) преобладает пыльца покрытосеменных (65—82%), главным образом семейства *Betulaceae*, 1—6% составляет пыльца термофильных растений: *Juglandaceae*, *Ulmaceae*, *Anacardiaceae*, *Araliaceae*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, *Ilex*, *Acer*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Myrica*, *Corylus*. В группе голосеменных найдены *Pinus* subgen *Haploxyylon*, *Pinus* subgen *Diploxyylon*, *Picea* sect. *Omorica*, *Picea* sect. *Eupicea*, *Larix*, *Abies*, *Tsuga*, *Glyptostrobus*. Среди спор отмечены *Polypodiaceae*, *Sphagnum*, единично — *Gleicheniaceae*.

Энмакайская свита представлена морскими песками, алевритами, супесями и галечниками. В. Л. Сухорословым выделяется нижняя и верхняя подсвиты. Нижняя относится к среднему—позднему плиоцену. Фауна морских моллюсков этой подсвиты содержит аркто- boreальные и boreальные виды широкого возрастного диапазона — от миоцена до голоцена (возможно, сопоставимые с берингийским плиоценовым комплексом Аляски). Fauna: *Mya truncata* Linne, *Astarte montagui* (Dillwyn), *A.borealis borealis* (Schumacher), *A.alaskensis* Dall, *Hiatella arctica* (Linne), *Serripes groenlandicus* Bruguiere, *Cardium ciliatum* Fabricius, *Natica* sp., *Polinices* sp., *Admete middendorffiana* (Dall), *Mytilus edulis* Linne, *Macoma calcarea* (Gmelin), *M.incongrua* Martens. Комплекс морских фораминифер (*Elphidium clavatum* Cushman, *Cribronion incertum* (Williamson), *Protelphidium orbiculare* (Brady), *Buccella frigida* Cushman), определенных В. Я. Слободиным, позволяет сопоставить нижнюю подсвиту энмакайской свиты с берингийскими слоями Аляски. Среди диатомовых водорослей преобладают морские перитические и сублиторальные виды; распространены древние палеогеновые и неогеновые формы с участием холодолюбивых четвертичных. В спорово-пыльцевых спектрах доминирует пыльца покрытосеменных (71—92%), в том числе кустарниковой бересклеты, ольховника, а также (до 1,5%) термофильных: *Carpinus*, *Juglandaceae*, *Acer*, *Myrica*, *Corylus*. Голосеменные немногочисленны: *Pinus* subgen *Haploxyylon*, *P. subgen Diploxyylon*, *Larix*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Taxodiaceae*.

В пределах Отрожненского золотоносного узла под верхнеплейстоценовым аллювием в нижнем течении руч. Отрожного Ю. Е. Дорт-Гольц в 1971 г. обнаружил линзы золотоносного аллювия плиоценового (?) возраста с остатками флоры: *Tsuga oblonga* Miki, *Picea anadyrensis* Krysht, *Picea* cf. *hondoensis* Mayr, *Pinus nagaevii* Vassk. (определения сделаны Ю. П. Ба-

рановой). По данным Б. В. Белой, в спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца покрытосеменных, главным образом *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, а также *Juglandaceae*, *Carpinus*, *Quercus*, *Ulmaceae*, реже — *Myrica*, *Pterocarya*, *Fagus*, *Acer*. Среди голосеменных найдены *Pinus* subgen. *Haploxylin*, *Pinus* subgen. *Diploxylin*, *Picea* sect. *Eupicea*, P. sect. *Omorica*, *Larix*, *Tsuga* (до 7,5%), *Taxodiaceae* (0,3—0,6%), изредка — *Abies*, *Cupressaceae*.

К верхнему плиоцену отнесены пестрые полурыхлые конгломераты, уплотненные пески и алевриты, заполняющие локальные грабены в пределах Толонской впадины, в нижнем течении р. Бурганди (талоиские слои). Отложения дислоцированы и несогласно перекрыты бургандинскими слоями. Гальки конгломератов (15—20 см) отлично окатаны, состоят из ороговикованных терригенных пород, реже — дайковых и жильного кварца. Гальки гранитов отсутствуют. Конгломераты отнесены к верхнему плиоцену (к нижней части эоплейстоцена, Шило, 1961), поскольку по литологическим признакам они древнее ельгалинских слоев.

С этими слоями сопоставимы рыхлые аллювиальные отложения высоких террас Колымы и Детрина.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

В основу расчленения четвертичных отложений положена стратиграфическая схема, разработанная А. П. Васьковским (Васьковский, Терехова, 1970), уточненная и дополненная автором для Яно-Колымского региона. В других золотоносных провинциях местные стратиграфические схемы четвертичных отложений не разработаны. При корреляции частных разрезов верхнечетвертичного возраста используется схема, принятая для Западной Сибири.

Нижний плеистоцен. Ельгалинские слои (Q_1^1) — аллювий VIII террасы (220 м) р. Берелех ниже р. Сусуман. С этими слоями сопоставимы: аллювиальные отложения 40—70-метровых террас Колымы в Оротукской впадине, террасы (250—270 м) этой реки ниже устья р. Детрин, террасы (200 м) той же реки ниже устья р. Бохагча, древней долины р. Худжах (частично погребенные в пределах Верхне-Худжахской впадины, частично выполняющие реликты приподнятой долины); аллювиальные золотоносные отложения глубоких тальвегов древних долин ручьев Раковского и Болотного (?), погребенных под моренами в северо-западной части Малык-Сиенской впадины; погребенные под моренами аллювиальные отложения на плато Улахан-Чистай, в верховьях рр. Обдра и Могучан, в Верхне-Берелехской впадине, и другие. В ельгалинских слоях найдены остатки флоры: *Pinus monticola* Dougl., *P. ex sect. Strobos*, *P. cf. pumila* Rgl., *Picea anadyrensis* Krysht., *P. wollosowiczii* Suk., *P. bilobinii* Vassk., *P. asperata* Mast., *P. komarovii* Vassk., *Larix minuta* (Vassk.) Dorof., *L. ex sect. Eurasatica*, *L. dahurica* (Turcz.) Dyl. Спорово-пыльцевые спектры характеризуют растительность широколиственно-хвойных лесов, сменяющихся в верхних частях разрезов мелколиственно-хвойными. Возраст ельгалинских слоев спорен. На секции 2-го Межведомственного стратиграфического совещания по Северо-Востоку СССР решено отнести эти отложения к раннему — среднему плиоцену.

Хатынпахские слои (Q_1^2) — нижняя часть аллювия террасы (150 м) Колымы между ручьями Хатынпах-Колымским и Горелым с пыльцевыми спектрами, отражающими безлесную растительность. С этими слоями условно сопоставимы эратические валуны террасовидных площадок высотой 150 м на правобережье р. Берелех в Малык-Сиенской впадине.

Гореловские слои (Q_1^2) непосредственно перекрывают хатынпахские; они отлагались при потеплении климата и распространении еловово-сосново-березовых лесов с примесью тсуги.

Кеминджинские слои (Q_1^2) — аллювиальные отложения 115-метровой правой террасы р. Берелех в Малык-Сиенской впадине с пыль-

цевыми спектрами горной кустарниковой тундры, сходными со спектрами верхней части аллювия VII террасы Колымы на Подпорожном участке.

Средний плейстоцен. Еврашкалахские слои (Q_{II}^1) — нижняя часть аллювия террасы (110 м) р. Сусуман у устья руч. Еврашкалах. Здесь обнаружены остатки гудзоно-сибирского комплекса флоры: шишки *Picea canadensis* B.S.P., *P. paejanensis* Vassk., *P.anadyrensis* Krysht., *P.engelmanni* Eng., *P. obovata* Lab., *L.dahurica* Turcz, древесина *Populus* sp. с бобровыми погрызами. Споро-пыльцевые спектры восстанавливают растительность темнохвойных еловых и сосново-еловых лесов с примесью тсуги. По сходным споро-пыльцевым спектрам с этими слоями сопоставимы: аллювиальные отложения террасы (115—130 м) р. Берелех выше устья р. Сусуман, отмерших долин ручьев Древнего и Косого, террасы (120 м) Колымы ниже устья р. Дебин, террасы (140—160 м) Колымы у р. Нечай погребенной террасы древних долин ручьев Раковского и Озерного в Малык-Сиенской впадине, древней приподнятой долины в верховьях р. Левая Контрандья и др.

Бургандийские слои (Q_{II}^1): золотоносные аллювиальные отложения, выстилающие на глубине 50—60 м ложе долин рр. Бурганды, Берелех, ручьев Северный Рог, Далекого, Валунного в пределах Малык-Сиенской и Толонской впадин; аллювий древней долины руч. Хатакчан, III погребенной террасы древней долины руч. Озерного в северо-западной части Малык-Сиенской впадины; верхняя часть аллювия террасы (110 м) р. Сусуман, террасы (120 м) р. Колымы ниже р. Дебин и др. Споро-пыльцевые спектры отражают растительность разреженных елово-сосново-мелколиственных лесов; найдены шишки *Larix cajanderii* (Mayr.).

Хатакчанские слои (Q_{II}^2): два моренных пласта и разделяющая их пачка ледниково-озерных ленточных суглиников в нижней части разреза бесцокольной террасы (30 м) р. Берелех у руч. Северный Рог; нижние моренные пласты над древними долинами ручьев Валунного, Раковского, Озерного; морена, покрывающая древнюю долину руч. Хатакчан; нижний горизонт аллювия террасы (90 м) р. Эльгенья; эратические валуны в основании аллювия террасы (100 м) р. Колымы ниже р. Дебин; аллювий террасы (80 м) р. Колымы в Тасканской впадине (?), террасы (50 м) руч. Бивень в Чугучанской впадине и др. Fauna: *Bison priscus longicornis* W. Grom. В составе споро-пыльцевых спектров представители тундровой растительности.

Дебинские слои (Q_{II}^3): нижняя и средняя части аллювия террасы (80 м) низовьев р. Дебин и террасы (100 м) Колымы ниже р. Дебин; аллювий террасы (90—100 м) р. Берелех выше р. Сусуман и террасы (80—90 м) р. Аян-Юрях; верхняя часть аллювия террасы (90 м) р. Эльгенья у руч. Мой-Уруста и др. Найдены шишки *Picea anadyrensis* Krysht., *Larix sibirica* Ldb., *L.dahurica* Turcz. Споро-пыльцевые спектры характеризуют растительность елово-сосновых лесов.

Северорожские слои (Q_{II}^3): аллювиальные отложения, разделяющие два ледниковых горизонта в разрезе террасы (30 м) р. Берелех у руч. Северный Рог; аллювий на I погребенной террасе ручьев Далекого и Валунного (?); флювиальные отложения между средней и верхней моренами над древней долиной руч. Озерного; верхние части аллювия террасы (80 м) р. Дебин и террасы (100 м) р. Колымы. Fauna: *Equus caballus* subsp. B. (крупная форма). Flora: *Larix dahurica cajanderii* (Mayr.); *Dyl.*, *Betula middendorffii* Trantv. et Mey. Споро-пыльцевые спектры устанавливают растительность елово-сосново-березовых лесов.

Малыксиенские слои (Q_{II}^4): пачка ледниково-озерных ленточных суглиников под верхним аллювиальным горизонтом террасы (30 м) р. Берелех у руч. Северный Рог; средний моренный горизонт над древней долиной руч. Валунного; верхняя морена у руч. Озерного; аллювиальные отложения террасы (60 м) р. Табога и террасы (60—70 м) р. Колымы ниже

же р. Оротукаи; нижняя часть делювиального шлейфа, покрывающего аллювий террасы (90 м) р. Эльгенья. Спорово-пыльцевые спектры соответствуют составу тундровой растительности.

Верхний плеистоцен. Мальдякские слои (Q_{III}^1) — аллювий террасы (40 м) Берелеха у руч. Мальдяк. Базальные галечники отличаются от таковых на более высоких террасах резко увеличенным (до 50%) количеством крупных гранитных галек.

В нижней и средней частях этого разреза и в других разрезах III террасы р. Берелех найдена ископаемая флора: шишки *Picea engelmannii* Eng., *P. anadyrensis* Krysch., *P. obovata* Ldb., *Larix sibirica* Ldb., *L. dahurica* Turcz. — и фауна: *Bison priscus diminutus* W. Grom., *Coelodonta antiquitatis* Blum., *Mammuthus primigenius* Blum. (Васьковский, 1963). Спорово-пыльцевые спектры отражают растительность хвойно-мелколиственных, преимущественно бересковых лесов с примесью пихты; в средней части многих разрезов отмечена фаза заболачивания лесов.

С мальдякскими слоями, по данным спорово-пыльцевых анализов и находкам флоры и фауны, сопоставимы: отложения верхнего аллювиального горизонта 30-метровой бесцокольной террасы р. Берелех в Малык-Спенской впадине; верхний аллювиальный горизонт под далекинской мореной на руч. Валунином, переходящий на II погребенную террасу древней долины этого ручья; аллювиальные отложения террасы (40 м) р. Аян-Юрях выше устья р. Берелех, террасы (50 м) р. Колымы на Подпорожном участке, террасы (55 м) этой реки в пределах приподнятого центрального блока Тасканской впадины; нижняя часть аллювия террасы (50—60 м) р. Колымы ниже рр. Утиной и Среднекап; аллювий террасы (40 м) р. Дебин выше р. Бурхалы и террасы (30 м) р. Дебин; аллювий террасы (60—70 м) и нижняя часть аллювия террасы (40—45 м) Колымы на Санг-Талонском участке и рр. Эльгенья, Обо; погребенный под моренами аллювий древней долины руч. Сибирь-Тыэллах; аллювий погребенных древних тальвегов долин в Чугучанской впадине; средняя часть делювиального шлейфа на террасе (90 м) р. Эльгенья.

Далекинские слои (Q_{III}^2): морена, слагающая краевые валы с выпуклой поверхностью и перекрывающая аллювий 30-метровой террасы р. Берелех у ручьев Далекого и Валунного; морены в долинах рр. Сибирь-Тыэллах (выше руч. Олень) и Колымы (выше р. Дебин), вокруг среднегорных массивов Мяупджинского и Столового; аллювиальные отложения террасы (20—25 м) низовьев р. Сусуман; нижняя часть аллювия террасы (10 м) р. Берелех; аллювий террасы (20 м) р. Колымы ниже р. Кулу и террасы (30 м) этой реки в Санг-Талонском районе; нижняя и средняя части аллювия террас (30 м) рр. Колымы, Дебин, Оротукаи на Подпорожном участке; аллювий террасы (20 м) р. Кулу; нижние горизонты аллювия в пределах современных днищ долин и бесцокольных террас в южной части Тасканской впадины и др. В составе спорово-пыльцевых спектров растительность типа арктических тундр.

Тенгкеляхские слои (Q_{III}^3): верхняя часть аллювия террасы (10 м) р. Берелех у руч. Тенгкелях, террасы (7 м) руч. Солнечного; аллювий террасы (10 м) р. Берелех в Хатакчанском эпигенетическом ущелье и ниже р. Сусуман, террасы (10 м) р. Колымы в Чугучанской впадине; верхняя часть аллювия 20-метровых террас рр. Эльгенья, Кюель-Сиена, Большой Сиберник, 30-метровых террас рр. Колымы, Дебин, Оротукаи, нижняя часть аллювия террасы (45 м) р. Колымы на Подпорожном участке; озерно-аллювиальные отложения под флювиогляциальным шлейфом у края моренных валов на плато Верхних озер и др. Фауна: *Bison priscus diminutus* W. Grom., *Mammuthus primigenius* Blum. (поздний тип). Флора: *Larix dahurica cajanderii* (Mayr.) Dyl., *Pinus pumila* Rgl., *Betula middendorffii* Tr. et M., *Populus suavedens* Fisch. Спорово-пыльцевые спектры сходны с реценными спектрами растительности лиственичных лесов с кедровым стлаником.

Таблица 5

Сопоставление стратиграфических схем рыхлых отложений					
Стратиграфическая шкала		Западная Сибирь (унитарная схема, 1961)		Северо-Восток СССР (рабочая схема, 1959)	
Основное подразделение, индекс		горизонт	слой	серия (стол)	яно-Кольмский золотоносный пояс (по Н. А. Шило, 1961)
Гистограмма	Голоцен	Современный	Последледниковые	Кольмская (постледниковые)	Яно-Кольмский золотоносный пояс (по Н. А. Шило, 1961)
Динамика	Q _{III} Гидротрунен Депрессии	Сартанский	Ледниковые (сартанская стадия) Межстадиальные (каргинские) Ледниковые оледенение) Межледниковые (бореальные)	Тындахская (ледниковые)	Сахалинские
Гидротрунен	Q _{III} Гидротрунен Депрессии	Каргинский		Тенгкелихские	Остапковский
Депрессии	Q _{III} Гидротрунен Депрессии	Зырянский		Далекинские	Мологопексинский Калининский
Депрессии	Q _{III} Гидротрунен Депрессии	Казанцевский		Мальтийские	Мижулинский
Депрессии	Q _{III} Гидротрунен Депрессии	Тазовский	Ледниковые	Сибирь-Тындахская (ледниковые)	Малыкенские Северорожские Дебинские Хатакчанские Бургандинские Евраинкальские
Депрессии	Q _{III} Гидротрунен Депрессии	Мессонский			Московский Одинцовский Днепровский Лихвинский
Депрессии	Q _{III} Гидротрунен Депрессии	Самаровский			
Депрессии	Q _{III} Гидротрунен Депрессии	Тоболинский	Межледниковые		
Депрессии	Q _{II} Гидротрунен Депрессии	Древний Ледниковый (демянский) Доледниковый	Ледниковые Доледниковые	Базовская (доледниковые)	Кемницкие Гореловские Хатынские Ельгалинские
Депрессии	Q _I Гидротрунен Депрессии	Верхний плиоцен			Окский Беловежский Березинский Морозовский
Депрессии	Q _I Гидротрунен Депрессии			Нерская (последнеплейстоценовые)	Талонские
Депрессии	Q _I Гидротрунен Депрессии				Одесский надгоризонт

Сахынинские слои (Q_{III}^4): морены, слагающие холмисто-западинный рельеф свежего облика у устья р. Сахынья, вокруг озер Малык, Джека Лондона, на плато Верхних озер и на правобережье р. Обо у р. Бурливой; морены на высоких террасах Колымы у рр. Странной и Бахапча; большие поля морен в верховьях рр. Кулу и Хиннике; аллювиальные отложения в тальвегах коренного ложа долин рр. Берелеха (?), Табога, Тангары; аллювий террасы (10 м) р. Колымы на Санга-Талонском участке; средняя и верхняя части аллювия террасы (15 м) Колымы на Подпорожном участке. Фауна: *Bison priscus deminutus* W. Grom., *Mammuthus primigenius* Blum., *Equus caballus fossilis* L., *Rangifer tarandus* L. Флора: *Betula exilis* Suk., *Vaccinium uliginosum* L. Споро-пыльцевые спектры соответствуют составу тундровой растительности.

Голоцен. (Q_{IV}) — аллювиальные отложения современных речных пойм и высокой поймы, относительная высота которой над меженным руслом 3—5 м на р. Берелех, 7—8 м — на Колыме. В поймах преобладают галечники, гравийные пески, пески и суглинки. В отложениях высокой поймы доминируют тонкослоистые алевриты и суглиники с прослойями и мощными лизами биогенных отложений. Фауна: *Rangifer tarandus* L. Флора: *Larix cajanderii* Mayr., *Betula middendorffii* Tr. et M., *B. platyphylla* Suk., *Populus suavedens* Fisch., *Alnaster glutipes* Jarm., *Salix rossica* Nas., *S. rorida* Laksch., *S. pseudopentandra* Flod., *Vaccinium uliginosum* L. Споро-пыльцевые спектры характеризуют растительность, близкую к современной в исследуемом районе.

Сопоставление местной стратиграфической схемы со схемами, принятыми для Западной Сибири и европейской части СССР, приведено в табл. 5.

Предлагаемая схема стратиграфии четвертичных отложений Яно-Колымской провинции не единственная. Так, С. С. Воскресенский и соавторы (1973, 1974 гг.) считают, что в горных долинах бассейна Колымы было несколько периодов мощной (до 150 м и более) аккумуляции аллювия, чередующихся с этапами врезания. В соответствии с таким представлением, аллювий террас высотой более 160 м, а также 70—85 м относится к плиоцену, базальные горизонты аллювия 20—150-метровых террас — к раннему плейстоцену, причем наиболее древними считаются отложения 20—30- и 40—45-метровых террас. Верхние горизонты аллювия этих террас определяются как позднеплейстоценовые, а нижние горизонты аллювия современных пойм — как среднеплейстоценовые.

Основные принципы предлагаемой схемы еще недостаточно обоснованы и часто противоречат фактическим данным, поэтому практическое использование ее чрезвычайно затруднительно.

Глава IV.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ НЕОГЕНОВЫХ И ЧЕТВЕРТИЧНЫХ РОССЫПЕЙ

На Северо-Востоке СССР россыпи известны в разновозрастных аллювиальных, прибрежно-морских, склоновых (делювиальных) и водно-ледниковых отложениях. Запасы аллювиальных россыпей составляют 99% общего запаса россыпного золота, прибрежно-морских россыпей — около 1%, склоновых и водно-ледниковых — менее 0,1%. Промышленные россыпи связаны с отложениями, имеющими возрастной диапазон от голоцена до олигоцена. В более древних толщах кластогенное золото находится в непромышенных концентрациях. Так, в Яно-Колымской провинции слабая золотоносность обнаружена в верхнемеловых конгломератах, реже песчаниках, выполняющих Аркагалинскую, Средне-Берелехскую и Малык-Сиенскую впадины. Генезис этих отложений, по-видимому, аллювиально-про-

лювиальный. Содержания преимущественно знаковые, но в отдельных пробах достигают 2 г/м³. Золото очень мелкое, хорошо окатанное, размер наиболее крупных золотин 0,5 мм.

Образование промышленных аллювиальных россыпей золота началось в олигоцене. Рассматривая регион в целом, можно считать, что процессы россыпнеобразования проходили почти непрерывно, поскольку в том или ином золотоносном районе геолого-геоморфологическая обстановка для образования россыпей оказывалась благоприятной. Таким образом, устанавливается почти непрерывный возрастной ряд промышленных россыпей, начиная с олигоценовых и кончая голоценовыми.

В настоящей главе рассматриваются особенности двух возрастных групп аллювиальных россыпей — неогеновых и четвертичных, сформировавшихся в существенно различных геолого-геоморфологических обстановках*. Неогеновые россыпи образовались в морфоструктурах, испытавших слабые поднятия или пульсирующие опускания; климат времени формирования россыпей был теплым и влажным. Четвертичные россыпи образовались в морфоструктурах умеренных поднятий; климат был значительно холоднее, многократно чередовались климаты тайги и тундры.

Различия в движениях неотектонического этапа обусловили разную степень распространения и сохранности разновозрастных россыпей. На окраинах континента, где отдельные блоки оказались наиболее стабильными или прогибающимися и углубление долин закончилось еще в неогене, сохранилась и основная масса неогеновых россыпей. В поднимающихся морфоструктурах центральных и более удаленных от побережий частей континента, где углубление долин продолжалось значительно дольше, резко преобладают четвертичные россыпи, во впадинах сохранились единичные неогеновые россыпи.

ГРУППА НЕОГЕНОВЫХ РОССЫПЕЙ*

На Северо-Востоке известно несколько десятков неогеновых россыпей, большинство из которых открыто в последнее десятилетие. По приблизительному подсчету на их долю приходится около 5% общего запаса россыпного золота. Несмотря на небольшое число открытых месторождений, среди них выявлены россыпи с запасами 4—5-го классов и насыщенностью 4-й степени. Некоторые россыпи по протяженности достигают 6—8 км при ширине в несколько сотен метров. Есть месторождения несколько меньших размеров, но они обычно превышают средние параметры большинства четвертичных россыпей.

Возрастное расчленение россыпей. В рассматриваемую группу входят россыпи, возраст которых установлен от олигоценового до плиоцен-раннеплейстоценового.

Среди известных наиболее ранняя — россыпь древнего Чаана, расположенная в Чаунской низменности. Осадки, под которыми погребена россыпь, относятся к раннему миоцену, а возраст золотоносных отложений определяется как олигоцен-миоценовый. К миоценовому относится возраст погребенной россыпи р. Пеньёльхин в Банкаремской впадине. К плиоценовым принадлежат россыпи руч. Раковского в Малык-Сиенской впадине, Варваринская — в районе Охотско-Кухтуйской впадины, мелкозалегающая Санинская — в Отрокиенском узле, в бассейне р. Анадырь, и др. Особенно многочисленна группа плиоцен-раннеплейстоценовых месторождений, среди которых заслуживают внимания погребенные россыпи рр. Пильхинкууль и Рывеем на Валькарайской низменности.

Некоторые древние месторождения в значительной степени переработаны четвертичной речной сетью. Поэтому, если при датировке их возраста принимались во внимание только одни геоморфологические признаки

* Выделение групп неогеновых россыпей несколько условно, так как в нее входит одна олигоцен-миоценовая россыпь (древнего Чаана).

и не проводилось специальных исследований, не исключено некоторое омоложение отдельных россыпей, особенно залегающих вблизи дневной поверхности.

Размещение и условия залегания. Все неогеновые россыпи, кроме Отрожненского золотоносного узла, являются погребенными и расположены на различных участках межгорных и предгорных равнин. В этом заключается одна из причин их сравнительно позднего открытия и хорошей сохранности.

В морфоструктурном плане участки погребения древних россыпей представляют собой наложенные неотектонические депрессии и зоны перехода к горным обрамлениям, сформированные в доплейстоценовое время и различающиеся по своей тектонической природе.

На территории Яно-Колымской золотоносной провинции и в прибрежной зоне Чукотского моря они выступают в качестве блоковых структур опускания субплатформенного основания вдоль региональных глубинных разломов (группа Усть-Нерских депрессий, Малык-Сиенская, Чаунская, Валькарайская, Ванкаремская и другие впадины). Среди них приморские депрессии (Чаунскую, Валькарайскую и др.) в связи с их особым положением С. Г. Желни (1972) выделил в самостоятельную разновидность неотектонических структур. Особенность строения их в том, что перекрытый рыхлыми отложениями эрозионно-денудационный рельеф основания опущен ниже современного уровня моря.

В Корякско-Камчатской золотоносной провинции депрессии представлены наложенными прогибами, связанными с орогенными этапами становления геосинклинальных структур (Марковская, Бельская, Нижне-Анадырская, Волчинско-Тиеквеемская впадины), и наследуют продольные зоны глубинных разломов. Пограничные участки депрессий, зоны горного обрамления развивались инверсионно или в несколько замедленном темпе, испытывая влияние воздымающихся горных сооружений. Такие блоки с незначительной суммарной амплитудой вертикальных перемещений характерны для Отрожненского, Кэнкэрэнского и Золотогорского россыпных узлов.

В меньшей степени распространены грабен-долины, представляющие линейные понижения, ограниченные, как правило, двумя субпараллельными линиями разломов; в пределах понижений проходят продольные речные долины современных рек (Желни, 1972). Грабен-долины встречаются на Северо-Востоке в геологических структурах любого возраста. Примером месторождения, находящегося в грабен-долине, является россыпь руч. Глухариного в Шамапихо-Столбовском районе.

Осадки, перекрывающие золотоносные образования, довольно разнообразны по генезису и возрасту: это занимающие большие площади аллювиально-пролювиальные и озерно-пролювиальные, ледниковые и водно-ледниковые, прибрежно-морские и лагунные отложения широкого возрастного диапазона — от раннего миоцена до голоцен.

Для каждой конкретной морфоструктуры существует свой генетический и возрастной набор осадков, свидетельствующий о специфике и разнообразии условий палеогеоморфологического развития опущенных блоков и их окружения. Так, в Малык-Сиенской впадине древние россыпи перекрыты ледниковыми образованиями плейстоцена, а россыпи приморских изменений севера Чукотки — комплексом осадков различного генезиса неогенового и четвертичного возраста.

В зонах горного обрамления часть погребенных долин в той или иной степени наследуется современной речной сетью. В пределах блоков устойчивого погружения такой унаследованности не наблюдается. Например, совершенно не выражена в современном рельефе погребенная долина древнего Чаапая, днище которой находится на глубине 100—150 м от дневной поверхности. Она прослежена по протяжению почти на 10 км, средний продольный уклон ее коренного ложа 0,0074, ширина плоского днища 1—1,5 км, высота цоколей двух террас относительно тальвега 15—20 и

30—40 м. Иногда сохраняется лишь общее плавовое положение древней и молодой долин при противоположных направлениях древнего и современного стоков (россыпь Санинская). Нередко погребенные и современные долины принадлежат разным порядкам, причем первые, как правило, более высоким. Из этого следует, что существующая точность геофизических методов и припятая сеть поискового бурения на первом этапе геологоразведочных работ, возможно, выявляет погребенные долины только крупных водотоков.

Как правило, россыпи залегают в линейных попытках погребенного рельефа, фиксирующих положение древних водотоков, причем относительная глубина тальвегов последних уменьшается при удалении от горных обрамлений. На некоторых участках приморских низменностей россыпи лежат на выровненном коренным ложе (Валькарайская низменность). Имеются случаи приуроченности россыпей к погребенным долинам, вложенным в рыхлые или слабо диагенезированные неогеновые отложения. Обычно основной золотоносный горизонт залегает в основании продуктивных аллювиальных отложений.

Золотоносные пласти. Неогеновые аллювиальные осадки представлены пестроокрашенными галечниками с выветрелой галькой и песчано-гравийными отложениями. Для осадков характерно большое количество тонкого глинистого материала в заполнителе, указывающее на то, что формирование их сопровождалось размывом коры выветривания. Мощность линейных кор выветривания в плотиках некоторых россыпей достигает 50 м и более*. Кора выветривания, иногда с четким зональным строением, обнаружена в плотике почти всех древних россыпей. Так, россыпь р. Пеньёльхин залегает на коре выветривания, развившейся по габбронодам и осадочным породам верхней перми. Промышленный пласт здесь сложен галькой различной окатанности, щебенкой выветрелых коренных пород, гравием, песком и зеленовато-желтой, желто-серой и светло-коричневой глиной, составляющей до 50% объема рыхлой массы (рис. 1). Россыпь древнего Чаянай залегает местами на синевато-черных элювиальных глинах мощностью 1,5—2,0 м, а продуктивный пласт представлен сильно глинистым аллювием, в котором обломочный материал состоит в основном из кварца (рис. 2).

Для древних россыпей депрессий и переходных зон характерна повышенная мощность (несколько десятков метров) золотоносного аллювия, в котором устанавливается от одного до четырех горизонтов с промышленной или повышенной золотоносностью. Наиболее богатые промышленные горизонты, как правило, лежат в основании аллювиальных толщ; мощность их в среднем более 2 м, на отдельных участках — 4—5 и даже 8 м. Мощность висячих золотоносных пластов до 4—5 м, причем они обычно крайне не выдержаны и часто выклиниваются. Все висячие пласти внутри аллювиальных толщ соответствуют определенным этапам активной эрозионной переработки ранее накопившегося рыхлого золотоносного материала и дополнительного поступления металла при усилении гидродинамической силы водных потоков, вызванной изменениями палеоклиматической или пеотектопической обстановки.

Типичный пример россыпи с многогоризонтными пластами — россыпь Варваринская, залегающая в неогеновых отложениях Охотско-Куэтуйской депрессии. На месторождении в интервале глубин 9—38 м от дневной поверхности отрабатывалось три промышленных пласта, а на отдельных участках бурением было выявлено до шести невыдержаных горизонтов с повышенной концентрацией золота.

* Линейные коры глинистого состава, наблюдающиеся в основании продуктивных горизонтов многих россыпей любого возраста, возможно, не всегда связаны с процессами климатического выветривания: частью они образованы в результате процессов милонитизации вдоль зон дробления. Критерии, позволяющие различать условия формирования линейных кор, для Северо-Востока не разработаны.

Н03

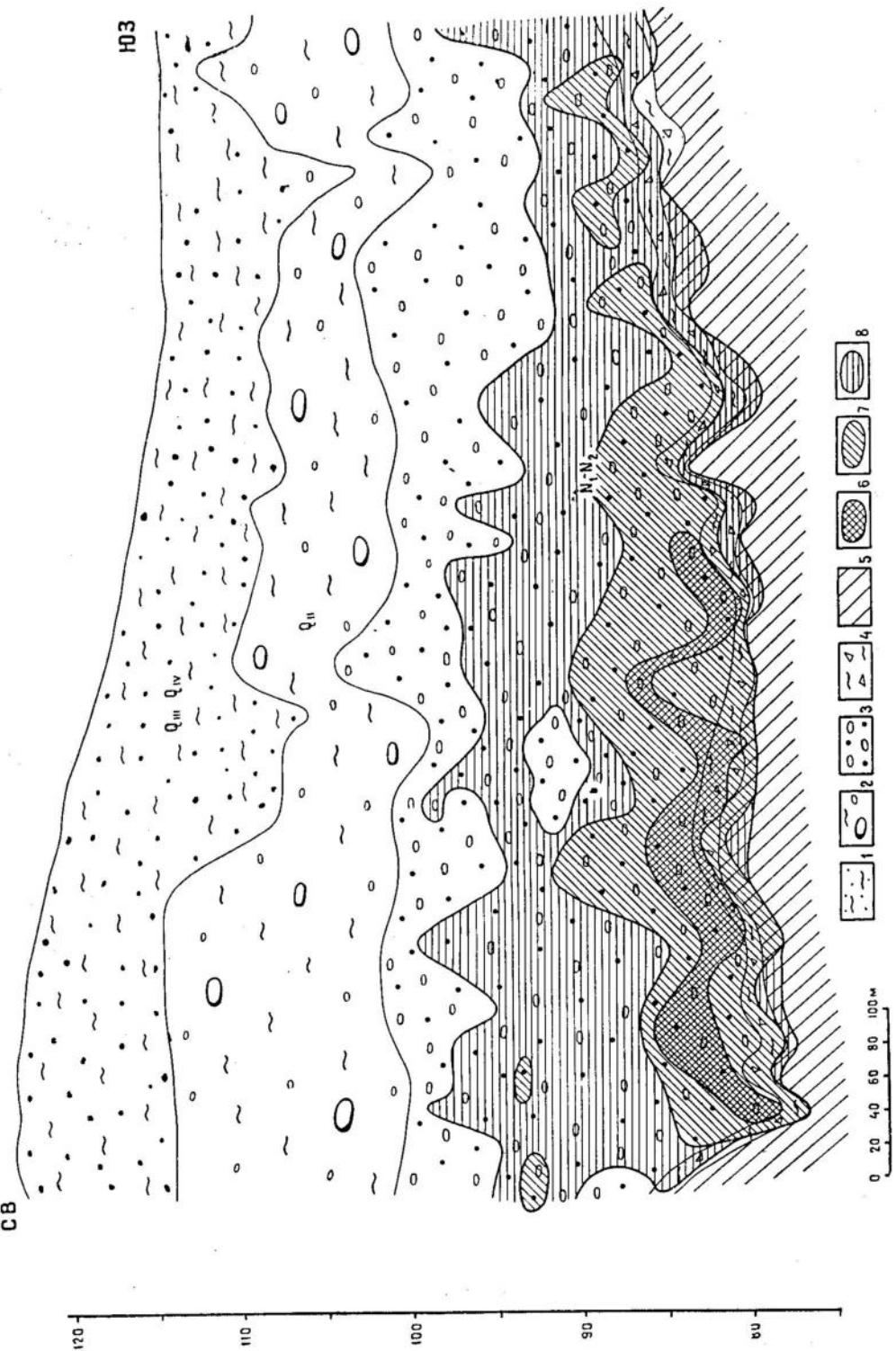


Рис. 1. Поперечный разрез погребенной россыпи р. Пеньельхин по разведочной линии 118:

1 — покровные супеси и суглинки; 2 — моренные валуны с гравием и галькой; 3 — аллювиальные галечники с редкими валунами; 4 — элювий углисто-глинистых сланцев; 5 — углисто-глинистые сланцы; 6—8 — содержание золота: 6 — промышленное, 7 — весовое, 8 — знаковое.

Своеобразны золотоносные пласти россыпи руч. Ландыш (Отроженский узел), расположенной в жесткой структуре на участке преобразованного днища неогеновой долины (Дорт-Гольц, 1974). В ней установлены реликты ненарушенного промышленно-золотоносного неогенового аллювия, залегающего на коренных породах габбро-гипербазитового состава с остатками коры химического выветривания охристо-понтронитового профиля. Древний аллювий представлен галечниками, имеющими более хорошую окатанность материала, лучшую сортированность по крупности и более разнообразный петрографический состав обломков, чем в четвертичном аллювии.

При отработке некоторых древних россыпей отмечена дислокированность продуктивных горизонтов. В россыпи р. Пеньельхин золотоносные пласти смещены по тектоническим зонам на несколько метров; на приразломных участках слои, как правило, наклонного залегания. В Варваринской россыпи установлен значительный паклон всех золотоносных горизонтов на протяжении нескольких десятков метров*.

В районах широкого проявления ледниковой деятельности (например, в Малык-Сиенской впадине) отдельные участки древних россыпей выщаханы напорными моренами, а отторженцы золотоносного аллювия перемещены на значительные расстояния.

Условия формирования древних россыпей, сохранившихся во впадинах и переходных зонах, определяют их форму в плане. Наряду с ленточными и струйчатыми россыпями относительно простой морфологии встречаются линзовидные и изометричные со сложными очертаниями в плане из-за крайне неравномерного распределения повышенных концентраций золота (россыпи рр. Рывеем, Пеньельхин, руч. Ландыш и др.).

Золото. Для древних россыпей, находящихся в морфоструктурах опускания и переходных зон, по сравнению с четвертичными россыпями, расположенными в горных районах, характерна относительно низкая средняя крупность золота. Эта особенность едва ли связана с различиями в коренных источниках; вероятнее, она обусловлена иными тектоно-климатическими условиями формирования россыпей. Весьма умеренные поднятия благоприятствовали пакоплению высокоглинистого аллювия большой мощности вместе со свободным золотом всех классов крупности, в которых мелкое золото занимает значительный удельный вес. По-видимому, какую-то роль в этом процессе играла и более высокая степень дезинтеграции рудного вещества по сравнению с таковой при относительно холодном климате четвертичного периода.

Золото многих россыпей имеет высокую степень вторичных преобразований в виде высокопробных межзерновых прожилков и оболочек. Первые известны главным образом в золоте россыпей, пространственно связанных с корами химического выветривания (россыпи Рывеемского, Отроженского узлов, руч. Глухариного в Шаманихо-Столбовском районе). Золото с высокопробными оболочками встречается во всех древних россыпях. Окатанность металла в общем небольшая, часто встречаются золотины в срастании с кварцем. На многих зернах развиты железистые «рубашки».

Связь россыпей с коренными источниками. По наличию сильноокисленных и разрушенных руд и присутствию золота непосредственно в коре выветривания выявляется четкая связь древних россыпей с продуктами химического выветривания коренных источников. Разрушенные руды обнаружены бурением в кварцевых жилах и прожилковых зонах в плотике россыпи р. Рывеем до глубины более 100 м. Остаточная кора выветривания с промышленной концентрацией золота вскрыта при эксплуатации среднего участка россыпи руч. Ландыш.

Очевидно, палеоген-неогеновому этапу россыпьесобразования на террито-

* Возможность проявления тектонических дислокаций в древних россыпях должна постоянно учитываться при разведке месторождений бурением.

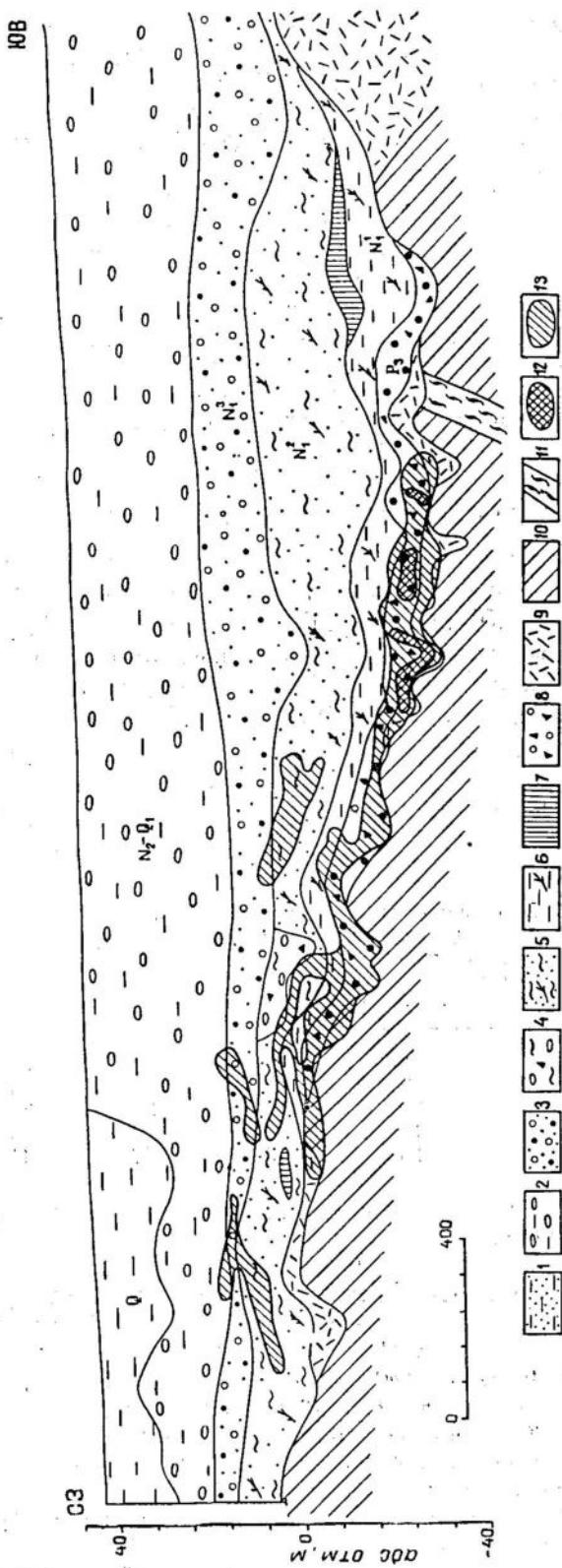


Рис. 2. Поперечный разрез погребенной россыпи древнего Чандо по разведочной линии 218:
1 — иллистый песок; 2 — галечник буровато-серый нестого петрографического состава с многочисленными прослоями песка, гравийника и ила; 3 — песчанистый гравийник с мелкой галькой различного состава; 4 — галечник с остатками гальки квартового состава; 5 — галечник с прослойками песка и остатками квартового состава; 6 — ил с остатками древесной растительности; 7 — суглинок с прослойками песка и остатками квартового состава; 8 — золотоносный; 9 — лигнит; 10 — растительность; 11 — древесина; 12 — зона дробления; 13 — зона промышленного добычи золота.

рии Северо-Востока предшествовал длительный период химического выветривания. Это обстоятельство, безусловно, способствовало разрушению коренных источников золота и значительному участию переотложенных глинистых продуктов коры в составе древнего золотоносного аллювия. Об этом же свидетельствует существенно кварцевый состав гальки в продуктивных отложениях.

Дальность переноса золота при формировании древних россыпей была небольшой; наиболее богатые участки, как и в молодых россыпях, обычно тяготеют к зонам концентрации коренных источников.

Интенсивное воздымание и эрозионное расчленение горных сооружений на неотектоническом этапе привело к значительной переработке подавляющего большинства древних россыпей. Последние сохранились от размыва главным образом в опущенных или относительно стабильных морфоструктурах и, как правило, находятся в погребенном состоянии. Их поиски должны вестись с учетом благоприятных структурно-металлогенических и геоморфологических факторов.

ГРУППА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ РОССЫПЕЙ

Возрастное расчленение. В группу четвертичных россыпей входят раннеплейстоценовые (Q_1^1, Q_1^2), среднеплейстоценовые (Q_{II}^1, Q_{II}^3), позднеплейстоценовые ($Q_{III}^1, Q_{III}^2, Q_{III}^3, Q_{III}^4$) и голоценовые (Q_V^1) россыпи. Позднеплейстоценовые россыпи, частично переработанные в голоцене водотоками, выделяются как позднеплейстоцен-голоценовые (обычно $Q_{III}^4 - Q_{IV}$, реже $Q_{III}^3 - Q_{IV}$ и очень редко $Q_{III}^1 - Q_{IV}$).

Различия в степени развития и сохранности разновозрастных эрозионных уровней создают существенную разницу в количестве, максимальной и суммарной длине разновозрастных россыпей и в их суммарных запасах (табл. 6).

Таблица 6
Количество и запасы разновозрастных
четвертичных россыпей

Возраст россыпей	Количество россыпей, %	Максимальная длина, км	Суммарная длина, %	Суммарные запасы, %
Q_1	1	2	1	2
Q_{II}	5	8	4	5
Q_{III}	35	43	35	34
$Q_{III} - Q_{IV}$	34	25	43	48
Q_{IV}	25	5	17	11

Самые крупные запасы отдельных россыпей выявлены среди позднеплейстоцен-голоценовых.

Размещение и условия залегания. Почти все четвертичные россыпи расположены в районах развития низкогорного рельефа, единицы находятся во впадинах. Преобладающая часть россыпей относится к мелкозалегающим с мощностью торфов до 8 м. В отдельных долинах мощность отложений, перекрывающих россыпи, увеличивается до 100 м и более. Среди этих отложений различаются аллювиальные, склоновые и ледниковые. Значительная (до 50 м) мощность аллювиальных отложений характерна для долин опущенных блоков; склоновые отложения мощностью 30—50 м наблюдаются иногда по тыловым закраинам террас; мощность более 100 м имеют ледниковые отложения в долинах горного рельефа и свыше 150 м — во впадинах.

Долины современных рек низкогорных районов обычно двухъярусные. Верхний ярус представляют одна, реже две-три эрозионные террасы, являющиеся реликтами террас и днищ неогеновых долин. Как правило, террасы расположены на одной стороне долин, суммарная ширина их

1—1,5 км. В связи с односторонним развитием реликтов неогеновых террас восстановить истинную ширину неогеновых долин затруднительно. Можно предположить, что по крупным рекам она была не менее 1,5—2,5 км.

В редких случаях поверхность террас покрыта галечниками (р. Детрин) или россыпями галек (р. Колыма). Петрографический состав галек полимиктовый. Высота террас над руслами крупных рек (VI и более высоких порядков) от 100—120 до 400 м и более. Основные водораздельные поверхности превышают террасы на 100—350 м, что приблизительно соответствует глубине неогеновых долин.

Нижний ярус долин, с которым связаны промышленные четвертичные россыпи, представляют склоны, террасы и днища, образованные в период усиления поднятий и врезания рек, начавшийся в послеплиоценовое время. Глубина четвертичного вреза в долинах крупных рек Яно-Колымской провинции до 200—270, Чукотской — до 80—150 м. В большей части низкогорий углубление долин закончилось в конце позднего плейстоцена, в сартансское время (Q_{III}^4) или голоцене, в некоторых долинах раньше, в первое позднеплейстоценовое (казанцевское) межледниковые. Лишь в немногих долинах Яно-Колымской провинции врезание рек продолжается и в настоящее время. На участках впадин врез прекратился в раннем (Малык-Сиенская впадина) или среднем (Талонская впадина) плейстоцене.

Средняя ширина четвертичных долин крупных рек 2—3 км. Вложены ли четвертичные долины целиком в неогеновые или значительно сдвинуты по отношению к ним — неясно.

В большинстве долин основную часть их занимают днища, ширина которых в таких случаях превосходит суммарную ширину четвертичных террас. Возраст днищ долин различен в связи с вышеприведенными различиями во времени врезания рек. В ряде долин днища полихронны, время их формирования — от среднего плейстоцена до голоцена.

Степень террасированности долин меняется в зависимости от интенсивности поднятий. Наибольшее количество террас свойственно блокам умеренных поднятий, при интенсивных или слабых поднятиях степень террасированности уменьшается.

Количество террас в долинах малых водотоков (I—II порядков) не более 1—2, в долинах крупных рек от 3 до 10. Террасы обычно располагаются на одной стороне долины; причины, вызывающие асимметричное развитие террас, различны. Возраст террас от раннего (Q_1^1) до позднего плейстоцена (Q_{III}^4). Высота одновозрастных террас значительно меняется по протяжению долин, что хорошо видно по изменениям высоты террас долин рр. Берелех и Колымы, установленным Ю. И. Гольдфарбом (табл. 7).

В соответствии с особенностями строения долин расположены и россыпи. Основная их часть, содержащая более 85% общего запаса четвертичных россыпей, залегает в днищах долин. Террасовые россыпи находятся преимущественно на низких террасах, имеющих высоту цоколей над руслами рек не более 25 м. Самая высокая промышленная россыпь известна на террасе с высотой цоколя 160 м (участок Эль в долине Колымы). Общее количество террасовых россыпей особенно велико в Яно-Колымской провинции, где террасированность долин значительно больше, чем в Чукотской.

Размещение разновозрастных четвертичных россыпей по территории Северо-Востока неравномерно; при этом геоморфологическое положение одновозрастных россыпей различно не только в отдельных золотоносных районах, но и в узлах одного района. Чем древнее россыпи, тем менее сходно их геоморфологическое положение.

Почти все нижнеплейстоценовые россыпи находятся в Яно-Колымской провинции. В Малык-Сиенской впадине они лежат в днищах долин на глубине более 100 м (россыпь руч. Болотного), в долине р. Колымы — на террасе с высотой цоколя 160 м.

Таблица 7

Высотные уровни террас верховьев Колымы и Берелеха и возрастные границы аллювия (по Ю. И. Гольфаргу)

Порядковый номер террасы	Высота террас в метрах*, возрастные границы на участках долин					р. Колыма			
	р. Берелех	Южная окраина Малык-Сиенской впадины	Среднее течение, низкогорный район	Кулунский участок	Чугучанская и Оргутская впадины		Санга-Талонский участок	Подпорожный участок	Южная окраина Тасканской впадины
0 (высокая пойма)	3, $Q_{II}^1-Q_{IV}$	4—5, $Q_{III}^4-Q_{IV}$	5—7, Q_{IV}	3—4	—	—	8, Q_{IV}	7, $Q_{II}^2-Q_{IV}$	8—9, Q_{IV}
I	10, $Q_{II}^1-Q_{III}^3$	10—12, Q_{III}^{2-3}	10—12, Q_{III}^3	12—15, Q_{III}^{1-3}	12—15, Q_{III}^4	12—15, Q_{III}^4	15, Q_{III}^{3-4}	15, Q_{III}^4	15—17, Q_{III}^4
II	20, $Q_{II}^1-Q_{III}$	20—25, Q_{III}^2	20—25, Q_{III}^2	20—25, Q_{III}^{1-2}	25—30, Q_{III}^{2-3}	30, Q_{III}^{2-3}	30	30	30—35, Q_{III}^{2-3}
III	30—35, $Q_{II}^1-Q_{III}^1$	40—45, Q_{III}^1	40—45, Q_{III}^1	50—60, $Q_{II}^2 (?)$	40—50, Q_{III}^{1-2}	50, Q_{III}^1	55, Q_{III}^1	55, Q_{III}^1	45—60, Q_{III}^{1-2}
IV	110, Q_{II}^4	70—80, Q_{II}^4	80—90, Q_{II}^3	80—120, $Q_{II}^{1-2} (?)$	60—70, Q_{II}^1	60—70, Q_{II}^4	65, Q_{II}^{3-4}	65, Q_{II}^4	60—80, Q_{II}^4
V	150, Q_{II}^2	90—100, Q_{II}^3	100—110, Q_{II}^{1-2}	140	90—100, Q_{II}^{2-3}	100, Q_{II}^3	70, Q_{II}^{2-3}	70, Q_{II}^3	90—110
VI	—	115—130, Q_{II}^1	130—160, Q_{II}^1	—	120—130, Q_{II}^1	120, Q_{II}^1	80, Q_{II}^2	80, Q_{II}^2	120—140,
VII	—	150—170	—	—	150—170, Q_{II}^2	150, Q_{II}^2	100 (?)	100 (?)	$Q_{II}^4-Q_{II}^1$
VIII	—	220, Q_{II}^1	200 (?)	—	250—270, Q_{II}^1	200, Q_{II}^1	—	—	150—180, Q_{II}^2
IX	—	250	260 (?)	—	380—450 (?)	—	—	—	200 (?)
									250—270, N_2

* Высота террас исчисляется по превышению поверхности аллювийных отложений террас над руслами рек; при отсутствии аллювия дается высота поверхности коренных щеколей — 200 (?).

Среднеплейстоценовые россыпи известны главным образом в Япо-Колымской провинции (особенно в Берелехском районе). Преобладающая часть россыпей находится в долинах современных рек на террасах с высотой цоколя до 120 м (россыпи рр. Колымы, Эльгены, Берелеха, Мальдяка). Среднеплейстоценовые россыпи лежат также на участках долин отмершей речной сети (россыпи р. Хребтовой в Мало-Ануйском и ручьев Малого, Косой Пиль в Берелехском районах) и в днищах долин во впадинах (россыпи р. Бурганди в Толонской впадине).

Верхнеплейстоценовые, верхнеплейстоцен-голоценовые и голоценовые россыпи распространены во всех золотоносных провинциях. Среди них основными являются россыпи днищ сартан-голоценовые (рр. Чай-Юрюе, Омчак, Малый Ат-Юрях, Средний Ичувеем) и реже казанцевские (рр. Гремучей, Каравльвеем). Верхнеплейстоценовые террасовые россыпи находятся главным образом в долинах рек Япо-Колымской провинции; цоколи золотоносных террас не превышают русла более чем на 20—25 м (рр. Колыма, Сибирь-Тыэллах, Малый Ат-Юрях и др.). Голоценовые россыпи лежат в поймах на коренном дюже и изредка — на ложных плотниках (р. Каравльвеем).

Сочетания разновозрастных россыпей в долинах самые разнообразные. Особенно велик набор разновозрастных россыпей в долинах средних и высоких порядков Япо-Колымской провинции (рис. 3):



Рис. 3. Рассыпи долины Колымы:

— пойма и I терраса; 2—8 — уровни террас; 9 — возраст при-потниковых горизонтов золотоносного аллювия по палинологическим данным; 10 — склоны террас; 11 — россыпи золота; 12 — границы зоны концентрации коренных источников.
Средняя высота цоколей террас по отношению к руслу Колымы (м): I — 5; II — 5; III — 20;
IV — 50; V — 75; VI — 120; VII — 160; VIII — 200.

Золотоносные пласты четвертичных россыпей по сравнению с пластами неогеновых россыпей отличаются меньшей мощностью: преобладающая мощность 0,8—1,2 м. Уменьшение мощности пластов — следствие малой глинистости четвертичного аллювия, в связи с чем сокращается мощность надпилотниковых концентраций золота и наиболее распространенными становятся спаевые пласти.

Уменьшение глинистости аллювиальных отложений, вероятно, обусловлено ослаблением химического выветривания при общем похолодании климата в четвертичное время. Наблюдающееся в некоторых долинах возрастание мощности золотоносных пластов до 4—5 м связано с увеличением глинистости аллювиальных отложений, вызванным каким-либо локальным фактором: раздробленностью пород плотника, прогибанием участка, пересекаемого рекой, и т. д.

Мощность и строение разновозрастных золотоносных пластов, расположенных на террасах и днищах одного участка долины, нередко сходны

(россыпи рр. Колымы, Эльгепы, Сибирь-Тыэллаха, Дебина и др.). Примечательно, что такое сходство наблюдается между пластами, сформированными в условиях сравнительно теплого климата, благоприятного для развития лесной растительности (Q_1^2 , Q_{II}^1 , Q_{II}^3 , Q_{III}^1 , Q_{III}^3) и значительно более холодного, отмеченного развитием тундровой растительности (Q_{III}^2 , Q_{III}^4).

Это будто бы парадоксальное явление можно объяснить тем, что смена климата, так отчетливо отразившаяся в растительном покрове, не оказала видимого влияния на литологические особенности аллювиальных отложений. Поэтому до сих пор практически не установлены простые и надежные признаки, позволяющие различать аллювий разных климатических обстановок. Осадки, сформированные в условиях климата тайги и тундры, не отличаются ни по строению, ни по гранулометрическому и вещественному составу. При прочих равных условиях они сходны по особенностям развития русловых и пойменных фаций, размерам галек и степени глинистости. Петрографический состав галек полимиктовый: паряду с осадочными породами присутствуют гранитоиды, порфириты, туфогенные породы. В тяжелой фракции много минералов, неустойчивых к выветриванию, таких, как магнетит, эпидот, роговая обманка, сульфиды. Состав галек и тяжелых минералов всюду тесно связан с типами пород питающих площадей; породы обломков и тяжелые минералы отсортированы не по химической, а по механической устойчивости*. В некоторых долинах в нижне- и среднеплейстоценовых аллювиальных отложениях по сравнению с более поздними несколько больше степень выветрелости галек и меньше свежих сульфидов**. Однако эти свойства аллювия связаны, по-видимому, не с условиями его формирования, а с последующим наложенным выветриванием.

Отметим, что несколько отличны от плейстоценовых голоценовые золотоносные пласти: мощность их меньше и чаще концентрации золота в трещинах плотика. Возможно, что эти особенности пластов связаны с малой глинистостью голоценового аллювия, что, в свою очередь, обусловлено малой длительностью его формирования и образованием за счет размыва почти совсем не выветрелых пород.

Золото четвертичных россыпей весьма разнообразно по крупности, окатанности и степени вторичных преобразований.

Крупность золота в россыпях самая различная. В каждой долине в целом крупность россыпного золота соответствует крупности выделений россышебобразующих классов золота коренных источников.

Разнообразие размеров выделений золота в коренных источниках отдельных частей территории Северо-Востока не позволяет установить какого-либо общего изменения крупности золота в разновозрастных четвертичных россыпях. Но в пределах одной долины, имеющей несколько разновозрастных россыпей, питающихся за счет общего коренного источника, иногда выявляются отчетливо выраженные изменения крупности золота: в террасовых россыпях золото крупнее и однороднее по размерам, чем в россыпях днищ. Такое изменение крупности отмечено в россыпях рр. Мальдяк, Дегдекан, Петер, Дебин, Чай-Юрюе и других. По П. П. Богоявленскому (1970), в россыпях р. Дебина в одном створе долины средняя крупность золота на террасах высотой 40 м — 3,78 мм, 20 м — 2,5 мм, в пойме — 1,27 мм, в долине р. Омчаханджи средняя крупность золота россыпей четырех террас, начиная с верхней, равна 1,75; 0,72; 0,31 и 0,29 мм.

* Изменения вещественного состава — увеличение галек гранитоидов и соответственно изменение шлиховых минералов отмечаются в долинах, верховья которых были заняты ледниками.

** По данным Ю. И. Гольдфарба, в бассейне р. Берслех наблюдалась постепенное увеличение количества галек гранитоидов по мере омоложения осадков. Однако в других бассейнах (р. Колымы, Дебина) эта закономерность не выдерживается.

Причины, вызывающие указанные изменения крупности золота, вероятно, могут быть различными. Для выяснения их нужно иметь данные по россыпям разного уровня не только о средней крупности золота, но и о распределении его по классам крупности, а также сведения об окатанности и пробности золота и о положении и характере коренных источников.

Можно предположить, что одной из возможных универсальных причин уменьшения средней крупности золота в россыпях днищ по сравнению с таковой на террасах являются различия в условиях формирования россыпей. Террасовые россыпи образовались в течение длительного времени при многократном переотложении, сортировке золота и выносе его мелких частиц. Рассыпи днищ сформировались в более короткие сроки за счет значительного поступления новых порций золота из коренных источников; сортировки золота по крупности не было, мелкое золото не выносилось. Такие особенности формирования россыпей создавались при асимметричном (столь свойственном Северо-Востоку СССР) развитии долин, при котором переотложение металла с более высоких эрозионных уровней на более низкие часто почти полностью исключалось. Подобное объяснение различий в средней крупности золота россыпей разных уровней кажется особенно убедительным в связи с изменениями окатанности золота.

Окатанность золота четвертичных россыпей самая различная; плохо и хорошо окатанное золото встречается в россыпях всех возрастов. Но, как и крупность, окатанность золота чаще выше в более ранних россыпях. Так, в долине Колымы золото россыпи нижнеплейстоценовой террасы (участок Эль, высота цоколя террасы 160 м) окатано значительно лучше золота россыпей верхнеплейстоценовых террас и поймы. В долине р. Петер (Мылгино-Дебинский район) в россыпях среднеплейстоценовой (высота цоколя 40 м) и верхнеплейстоценовой (высота цоколя 25 м) террас окатанность золота выше, чем в россыпи голоценовой поймы. Отчетлива разница окатанности золота в разновозрастной россыпи широкого днища р. Чай-Юрюе. На участке, где россыпь днища связана с верхнеплейстоценовым аллювием, золото среднее и хорошо окатано; часть россыпи, лежащая в голоценовом аллювии, местами содержит совершенно некатанное золото. Во всех указанных случаях количество сростков золота с кварцем возрастает в россыпях более поздних уровней. Примеры подобного распределения золота по степени окатанности и срастанию с кварцем многочисленны.

Как и изменение крупности, различия в степени окатанности разновозрастных россыпей некоторых участков долин, по-видимому, связаны с различиями во времени поступления золота из коренных источников и длительности формирования россыпных тел на террасах и в днищах долин. В немногих долинах (р. Детрии, Кулпино-Тенькинский район) россыпи днищ сложены крупным, хорошо окатанным золотом, что указывает на многократность его переотложения и вынос мелких зерен, без привноса новых порций золота.

Высокопробные оболочки. Общие особенности высокопробных оболочек (Петровская, 1973) присущи и оболочкам, выявленным на золоте россыпей Северо-Востока СССР. Они встречаются на окатанных и неокатанных золотищах; толщина их от тысячных до десятых долей миллиметра. Проба золота в оболочках — 960 и выше, величина ее не зависит от исходной пробы. Внутренние границы оболочек первые с изогнутыми фестончатыми, зубчатыми или кристаллографическими выступами. Строение оболочек тонкозернистое, близкое к структуре рекристаллизации металлов; поверхность слойчасто пористый. Образование высокопробных оболочек ранее связывалось с электрохимической коррозией золото-серебряного сплава в гипергенных условиях. Согласно современным представлениям, процесс преобразования золота в зоне гипергенеза имеет более сложный характер и связан с явлениями как диффузии, так и электрохимической коррозии. При переотложении золота высокопробные оболочки испираются; раньше всего они исчезают на выпуклых частях золотин, дли-

тельно сохраняясь в углублениях; при этом в высокопробных оболочках появляются следы повторных деформаций и рекристаллизации*.

Для выяснения различий в степени развития высокопробных оболочек нами проанализировано более 1000 золотин из неогеновых и разновозрастных четвертичных россыпей Северо-Востока. Общая степень развития высокопробных оболочек на золоте россыпей Северо-Востока оказалась меньшей по сравнению с таковой в россыпях других золотоносных регионов (Яблокова, 1977), но основные особенности их развития тождественны. Хорошо развитые высокопробные оболочки присущи золоту древних, в основном дочетвертичных, россыпей (Пепеляев, 1953; Петровская, Фастолович, 1952; Петровская, 1973; Яблокова, Рыжов, 1972), они лучше развиты в россыпях крупных рек (Сапрыкин, Яблокова, 1970). Из этих данных следует, что высокопробные оболочки формируются главным образом в условиях теплого климата и их образование способствует длительное механическое воздействие обломков пород, вызывающее образование пластических деформаций и структур рекристаллизации на поверхности золотин.

На золоте неогеновых и четвертичных россыпей Северо-Востока выявлено три типа высокопробных оболочек, соответствующих слабой, средней и высокой степени электрохимического преобразования золотин. К первому типу относятся спорадически развитые оболочки толщиной менее 0,001 мм, ко второму и третьему — сплошь развитые оболочки толщиной соответственно 0,01 и 0,1 мм. Иногда можно наблюдать лишь реликты оболочек двух последних типов, сохранившиеся в углублениях.

Высокопробные оболочки наиболее развиты на золоте неогеновых россыпей (рис. 4), где толщина их 0,1 и 0,01 мм, а частота встречаемости 80—100% (россыпи р. Пеньёльхин, ручьев Санина, Глухариного). Только в золоте глубокопогребенных плиоценовых россыпей Малык-Сиенской впадины признаки гипергенных преобразований проявлены чрезвычайно слабо, что, возможно, связано с малой дальностью переноса металла или быстрым погребением россыпей.

На золоте россыпи высокой террасы р. Колымы (участок Эль), сформированной во второй половине раннего плейстоцена (Q_1^2), степень развития высокопробных оболочек аналогична таковой на золоте неогеновых россыпей Чукотской провинции. Однако для рассматриваемой россыпи неясно, образовались ли высокопробные оболочки во время ее формирования или золото этой россыпи заимствовано из более древней. Основанием для такого предположения являются данные палинологического анализа, устанавливающие, что климат второй половины раннего плейстоцена был значительно холоднее предшествующего времени, мало отличался от климата относительно теплых эпох среднего плейстоцена.

Золото среднеплейстоценовых россыпей преобразовано в разной степени. В некоторых из них (например, в Мальдякской россыпи) на золоте встречаются высокопробные оболочки только первого и второго типов, в других россыпях (россыпи рр. Бурганди, Эльгены, Колымы, руч. Отвесного) много оболочек третьего типа. На золоте верхнеплейстоценовых россыпей наблюдаются преимущественно оболочки первого, реже второго типа (россыпи Омчакского, Пионерского и Ветренского узлов, рр. Сибик-Тыэллах, Чай-Юрюе). Частота встречаемости их всего 10—15%. В верхнеплейстоценовых и голоценовых россыпях на золоте изредка наблюдаются оболочки второго и третьего типов, сохранившиеся в углублениях окатанных золотин.

По сумме имеющихся данных о развитии оболочек на золоте среднеплейстоценовых россыпей следует заключить, что начиная со среднего плейстоцена условия для образования высокопробных оболочек ухудшились. Присутствие реликтов мощных оболочек на золоте некоторых среднеплейстоценовых россыпей можно рассматривать как след-

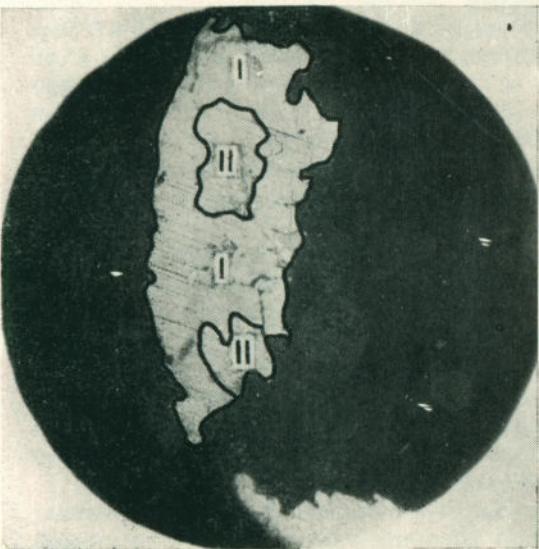
* Рекристаллизация — возникновение мелкой зернистости на участках деформации.



а



в



б



г

Рис. 4. Преобразование золота в россыпях Яно-Колымской и Чукотской провинций:

а, б — высокопробные оболочки на золоте неоген-раннеплейстоценовой россыпи р. Пеньельхин: I — высокопробная оболочка, II — реликты остаточного золота; в — структуры рекристаллизации (I) в золоте из среднеплейстоценовой россыпи руч. Валунного (высокопробная оболочка отсутствует); г — непреобразованное золото из позднеплейстоценовой россыпи р. Чай-Юрое. Монтированные полированные шлифы; травление раствором хромового ангидрида в соляной кислоте; а — $\times 110$, б — $\times 250$, в — $\times 20$, г — $\times 110$.

ствие заимствования золота из более ранних россыпей. Такое заимствование отчетливо видно в средне- и верхнеплейстоценовых россыпях рр. Эльгенья и Сибирь-Тыэллах, расположенных на террасах, замещающих более высокие уровни, и в верхнеплейстоценовых россыпях днищ небольших долин Отрокинского района, получивших часть глубоко преобразованного золота из неогеновых россыпей.

Как и в неогеновых россыпях, на золоте четвертичных россыпей нередко встречаются железистые «рубашки» — плотные, часто блестящие темно-бурые, буро-красные, черно-красные пленки гидроокислов железа, покрывающие окатанные и неокатанные золотины. Толщина их достигает 1—2 мм. В некоторых «рубашках» в качестве примесей к гидроокислам железа обнаружены (доли процента): медь, марганец, титан, цинк, никель.

Первоначально предполагалось, что «рубашки» свойственны только золоту неогеновых, а также нижне- и среднеплейстоценовых россыпей. Однако последующие наблюдения показали, что хорошо развитые «рубашки» без следов истирания встречаются и на неокатанном золоте верхнеплейстоценовых россыпей. По-видимому, «рубашки» образуются на тех участках долин, где в грутовых водах много железа: источником последнего служат зоны сульфидной минерализации; здесь темные блестящие пленки обычно покрывают и гальку.

При переотложении золота «рубашки» разрушаются, от них остаются только черные пятна в углублениях золотин и тончайший буровато-горчичный налет, лишающий золото обычного блеска. Такое переотложение золотин хорошо видно на участках россыпей низких террас и пойм рр. Малый Ат-Юрях и Мальдяк, расположенных близ уступов террас с россыпями, в которых и золото, и гальки покрыты черными железистыми «рубашками». Переотложенные золотины с частично стертными «рубашками» находятся среди аллювия, имеющего гальку со свежими поверхностями.

Разрушению «рубашек» благоприятствует не только истирание, но и удары кластогенного материала, о чем можно судить по тому, как при обработке золота в кассах часть «рубашек» легко удаляется поколачиванием.

Таким образом, ряд особенностей крупности и окатанности золота, а также развития высокопробных оболочек и железистых «рубашек» оказывается различным у разновозрастных четвертичных россыпей, что дает возможность судить о поступлении и переотложении золота.

Поступление золота. Рассматривая особенности поступления золота в четвертичные россыпи, остановимся на таких общих вопросах, как положение коренных источников в рельфе, время поступления золота и степень выветрелости золотосодержащего материала.

О положении в рельфе коренных источников, пытающих четвертичные россыпи, мнения исследователей расходятся. По Ю. А. Билибину (1955), коренные источники расположены преимущественно на водораздельных возвышенностях. Н. Л. Щило полагает, что они находятся и в самих долинах, ибо золотая минерализация связана с зонами нарушений, которые используются речной сетью.

По нашим наблюдениям, оба эти представления справедливы. Россыпи долин малых водотоков питаются главным образом за счет площадей концентрации рудопроявлений, расположенных на водоразделах, где находятся обычно и рудные поля промышленных месторождений. В последнем случае площади золотосбора долин малых водотоков значительно меньше площадей рудных полей. Но чем крупнее долина, тем чаще коренные источники вскрываются на террасах и днищах. Как и в других золотоносных регионах Союза, на Северо-Востоке рудопроявления, обнаруженные в днищах долин, нередко разрабатывались.

По мере углубления долин в россыпи поступало золото все более глубоких горизонтов коренных источников. Такая возможность питания россыпей обеспечивалась значительным вертикальным размахом оруденения коренных источников. Для горных районов вскрытый эрозией интервал

оруденения составляет до 800 м, поскольку коренные источники на водоразделах известны на абсолютных высотах в 1000—1200 м и в днищах долин на высоте 400—500 м. Во многих золотоносных узлах (в том числе Омчакском, Ветренском) на близких расстояниях (3—4 км) разница по вертикали в известных выходах коренных источников равна 400—500 м.

Наличие коренных источников на склонах долин и разновозрастных эрозионных уровнях, а также малая обработка и сортировка золота многих россыпей позволяют с достаточной определенностью решать вопрос о времени поступления золота в четвертичные россыпи. Как и Н. А. Шило, мы полагаем, что золото из коренных источников могло поступать в четвертичные россыпи во все этапы их формирования. Нет оснований считать, что поступление золота было однократным и весь процесс формирования разновозрастных четвертичных россыпей сводился только к постепенному переотложению золота на все более низкие уровни.

Вопрос о питании четвертичных россыпей имеет прямое отношение к оценке коренных источников как возможных промышленных месторождений. Непрерывность подпитки этих россыпей во многих долинах указывает на перспективность поисков коренных месторождений, возможность значительного вертикального интервала и глубины оруденения.

Степень выветрелости золотосодержащего материала, за счет перемыва которого сформировались четвертичные россыпи, небольшая. Об этом можно судить по тому, что и в рудах коренных месторождений (в том числе в месторождении Каульвеем), и в крупных золото-кварцевых агрегатах в россыпях известны неокисленные сульфиды. В россыпях сульфиды, перешедшие в охры, встречаются в небольших окатанных сростках золота с кварцем, что указывает на разрушение сульфидов уже в аллювиальной среде.

Признаком слабых гипергенических преобразований руд, пытающих четвертичные россыпи, является также отсутствие в россыпном золоте высокопробных межзерновых прожилков, характерных для россыпей, получающих золото из коренных источников, подвергнутых глубокому выветриванию. Как указывалось выше, золото с такими прожилками было обнаружено в ряде россыпей Чукотской золотоносной провинции, расположенных во впадинах и тесно связанных с линейными корами выветривания.

Линейные коры выветривания, развивающиеся по тектоническим зонам, включающим иногда и зоны золотой минерализации, были, вероятно, широко развиты и в низкогорных районах, испытывавших устойчивые поднятия. Верхние части таких кор, как правило, размыты, и продукты их разрушения уничтожены*. Корневые части линейных кор прослеживаются в днищах долин в виде зон раздробленных побуревших пород. В таких местах в плотиках россыпей обычно сформированы элювий и глинистые галечники большой мощности, способствующие образованию золотоносных пластов повышенной (до 4—5 м) мощности (россыпи рр. Гремучей, Дусканы, руч. Дряхлого).

Переотложение золота. Подчеркивая значение поступления новых порций золота при формировании россыпей все более низких уровней, мы отнюдь не умаляем значение его переотложения, которое является из самого размещения эрозионных уровней и особенностей золота разновозрастных россыпей.

Наиболее полное переотложение золота совершается в узких долинах, где новые днища пространственно полностью замещают старые. В широких долинах количество переотложенного золота определяется степенью плотности замещения старых эрозионных уровней новыми. В долинах, где новые уровни вкладываются или почти целиком срезают старые, переотложение золота весьма полное. В долинах, где новые эрозионные уровни

* Мощность линейных кор выветривания, известных на Урале и в Енисейском крае, измеряется иногда сотнями метров. Не исключено, что и на Северо-Востоке части особо мощных линейных кор сохраняются кое-где в горных районах.

лишь частично замещают предшествующие или отодвинуты от них, роль переотложенного золота невелика.

Характерными признаками переотложенного золота являются изменения крупности, окатанности, развития высокопробных оболочек и желёзистых «рубашек» в россыпях разных эрозионных уровней.

Особенности поступления и переотложения золота определяют пространственные соотношения разновозрастных россыпей. Если асимметрично развивающиеся долины пересекают золотоносные зоны или полностью совпадают с ними, то россыпи образуются и на террасах, и в днищах (россыпи рр. Малый Як, Дебин, Петер, Чай-Юрюе, частью Омчак, Бурхала, Берелех). Более поздние россыпи формируются или целиком за счет поступления новых порций золота из коренных источников; или (что чаще) к новым порциям прибавляется и переотложенное золото. Если долина совпадает с узкой золотоносной зоной, то при асимметричном строении долины россыпи, как правило, располагаются только на террасах (россыпи рр. Эльгенья, Мой-Уруста, Оттоки-Отук и др.). Такое размещение россыпей объясняется тем, что заложение долин происходит по царушёньям, вмещающим золотоносные зоны, с которыми и совпадает положение наиболее ранних россыпей, впоследствии ставших террасовыми.

Естественно, что степень сохранности россыпей определенного возраста прямо пропорциональна степени сохранности несущих их уровней. Так, малое количество нижне- и среднечетвертичных россыпей едва ли следствие неблагоприятных условий формирования. Можно думать, что таких россыпей было гораздо больше, но несущие их уровни размыты; золото поступило в более поздние россыпи и частично рассеялось. Обилие верхнеплейстоценовых россыпей хорошо увязывается с сохранностью эрозионных уровней этого возраста.

Достаточно обоснованно можно считать, что в позднем плейстоцене главным этапом образования россыпей было первое, казанцевское, межледниковые. В Яно-Колымской провинции к этому этапу относятся многие крупные россыпи террас, в Раучанском, Мало-Ануйском и Большем-Ануйском районах — россыпи днищ. Формированию россыпей предшествовало значительное углубление долин (до 40 м по крупным рекам) и выработка широких днищ, нередко заместивших все более ранние уровни. Эпоха казанцевского межледникового предшествовала одна из наиболее длительных эпох оледенения, в течение которой шло интенсивное выветривание и дезинтеграция золотосодержащего материала. Россыпи, формировавшиеся в казанцевское межледниково, получали золото за счет переотложения его из предшествующих россыпей и поступления из коренных источников. Более поздние эрозионные уровни часто вырезались в рамках казанцевских днищ, и величина запасов россыпей этих уровней в основном зависит от того, в какой мере было переотложено золото из казанцевских россыпей.

Относительная бедность голоценовых россыпей, составляющая одну из специфических черт золотоносности Северо-Востока (в других регионах голоценовые россыпи часто самые крупные), объясняется тем, что во многих долинах при резком сдвигании русел в голоцене поймы рек не наследовали положения предшествующих золотоносных днищ.

Особенности развития и сохранности разновозрастных уровней объясняют различия в длине разновозрастных россыпей. Длина нижнеплейстоценовых россыпей всего 1—2 км, среднеплейстоценовых — до 6 км, верхнеплейстоцен-голоценовых — до 25 км.

О преемственности между неогеновыми и четвертичными россыпями. При выявлении особенностей переотложения золота во время формирования четвертичных россыпей горных областей возникает вопрос, имеется ли в них золото неогеновых россыпей, поскольку в горных областях сохранились реликты террас и днищ этого возраста. Судя по восстанавливаемой глубине (150—350 м) и ширине (не менее 1—3 км) древних долин крупных рек, в неогене был переработан значи-

тельный объем пород, а следовательно, и рудного материала. Поступление последнего в древние долины вполне вероятно, так как высотный интервал их положения вписывается в высотный интервал размещения известных коренных месторождений.

Промышленных россыпей на неогеновых террасах не обнаружено. Возможно, главной причиной их отсутствия является почти полная денудация третичного аллювия и вероятная денудация части коренных пород, слагающих цоколи террас. В тех немногих местах, где древний аллювий сохранился, в нем иногда устанавливается знаковая золотоносность, а в единичных пробах содержание золота приближается к промышленному (долина р. Колымы). Таким образом, характер сведений об этих уровнях хотя и не дает оснований для заключения о существовании неогеновых россыпей, но допускает возможность такого предположения.

Между тем в четвертичных россыпях долин низкогорных районов нет признаков массового переотложения золота из неогеновых россыпей. В последних золото обычно имеет хорошо развитые высокопробные оболочки реактивной толщины. Но, как уже отмечалось, золото верхнеплейстоценовых и голоценовых россыпей, которые в сумме включают преобладающую часть запасов всего россыпного золота, не имеет высокопробных оболочек или эти оболочки едва развиты. Сравнительно слабая окатанность золота на наиболее обогащенных участках россыпей не позволяет предполагать, что ранее существующие высокопробные оболочки разрушены при многократном переотложении золота.

Следовательно, остается предположить, что масса золота, слагающего верхнеплейстоцен-голоценовые россыпи, была высвобождена из коренных источников только за четвертичное время. Золотосодержащий материал поступал при углублении долин, подрезе и денудации коренных склонов и уступов высоких террас, переотложении золота из среднеплейстоценовых и нижнеплейстоценовых россыпей; золото древних россыпей (если они существовали) в основной своей массе в верхнеплейстоценовые россыпи не поступало. Причина такого явления неясна, поскольку пяясеи и сам процесс формирования неогеновых россыпей в поднимающихся морфоструктурах. Вероятно, он во многом отличался от такого в районах слабых восходящих движений, где третичные россыпи сохранились до сих пор. О том, что в низкогорном рельфе условия формирования россыпей в неогене и в четвертичное время существенно разнились, можно предполагать уже по тому, что, хотя длительность неогена была более двадцати миллионов лет, а четвертичного времени — менее одного миллиона, общее углубление долин за эти периоды было примерно равным. Значительно отличались климатические условия, обусловливающие степень развития гипергенических преобразований золота. Возможно, что высокопробные оболочки, которые неоднократно возникали и истирились в течение многих миллионов лет образования и преобразования древних россыпей, «съедали» золото.

Изложенное представление об отсутствии преемственности между неогеновыми и четвертичными россыпями не является, конечно, окончательным выводом. Это представление основывается на единственном признаком — отсутствии высокопробных оболочек. Развитие и условия формирования высокопробных оболочек изучены еще недостаточно, поэтому вопрос о количестве переотложенного золота из дочетвертичных и раннеплейстоценовых россыпей в более поздние остается открытым."

Если вызывает сомнение участие золота неогеновых россыпей в формировании четвертичных россыпей низкогорных районов, то еще менее вероятно предположение о том, что масса золота, собранного в этих россыпях, пропорциональна объему материала, поступившего с начала вскрытия коренных источников. Тесная связь многих четвертичных россыпей с коренными источниками, сопоставимость запасов ряда россыпей и питающих их месторождений, однотипность россыпного и коренного золота — все это позволяет заключить, что при формировании четвертичных рос-

сыпей золото поступало только из сравнительно небольшого объема пород, переработанных реками в этот период.

Золото, содержащееся в огромной толще пород, уничтоженных при эрозионном срезе за весь дочетвертичный континентальный период развития региона, в образовании россыпей не участвует. Оно измельчено и вынесено за пределы площадей развития промышленных россыпей. По-видимому, «длительность жизни» россыпного золота относительно невелика, значительно короче, чем у алмазов, выдерживающих многократное переотложение в течение многих геологических эпох.

Вопрос об объеме пород, переработанных при формировании четвертичных россыпей низкогорных районов, так же как и вопрос о времени поступления золота в эти россыпи, имеет прямое отношение к перспективной оценке коренных источников. Если справедливо предположение о сравнительно небольшом объеме материала, из которого поступало золото для образования четвертичных россыпей, коренные источники могут оцениваться значительно выше.

О специфике формирования россыпей. Широкое распространение и богатство россыпей Северо-Востока СССР позволяют предполагать о некоторых специфических, особо благоприятных условиях их формирования. Одним из таких условий является широкое развитие и высокая степень концентрации коренных источников, содержащих золото россыпьобразующих классов. Второе условие составляет легкость дезинтеграции пород.

Как известно, легкость дезинтеграции пород, благоприятствующая концентрации золота и выносу незолотоносного материала, в ряде регионов связывают с развитием мощных площадных кор химического выветривания. По мнению А. П. Сигова (1965), «в условиях физического выветривания, где отсутствуют коры выветривания или переотложенные продукты ее разрушения, нет оснований ожидать сколько-нибудь крупных и богатых речных россыпей» (с. 29). По А. П. Сигову, формирование россыпей на территории Северо-Востока СССР связано с размывом некогда распространенной здесь дат-палеогеновой коры выветривания. Представление о широком развитии площадной коры химического выветривания на Северо-Востоке основывается на том, что исходной поверхностью для неоген-четвертичного рельефа, по мнению большинства исследователей, явилась дат-палеогеновая поверхность выравнивания. Но если особенности низкогорного рельефа позволяют предполагать существование древнего пенеплена, то фактов, свидетельствующих о повсеместном развитии мощной площадной коры выветривания, не имеется. Опровергает развитие такой коры не столько отсутствие ее следов в настоящее время, сколько вещественный состав обломочного материала мезо-кайнозойских отложений.

Существенно кварцевые галечники, характерные для верхнемеловых, палеогеновых, неогеновых, нижнеплейстоценовых и даже среднеплейстоценовых отложений регионов развития мощной коры выветривания (Урала, Енисейского кряжа, Кузнецкого Алатау), на Северо-Востоке СССР практически неизвестны. Начиная с позднего мела во всех аллювиальных отложениях не только долин низкогорных районов, но и тяготеющих к ним впадин состав пород обломков полимиктовый, а не кварцевый. Существенно кварцевый состав галек наблюдается лишь в олигоценовом аллювии древнего Чаяна и в неогеновом — р. Пеньельхин. Возможно, что здесь на состав галечников и повлияло развитие линейных кор выветривания. Следует только заметить, что в Ичувеемском районе, где находится Чаянская россыпь, и в верхнеплейстоценовом аллювии большинства долин очень много обломков кварца, так как ни в одном из золотоносных районов Северо-Востока нет такого обилия кварцевых жил в толще осадочных пород, как в этом районе.

Следует заметить, что и без развития мощной коры химического выветривания дезинтеграция пород на Северо-Востоке осуществлялась весьма интенсивно, чему способствовало два фактора.

Первым является сам характер пород, вмещающих коренные источники. Относительно молодые мезозойские толщи осадочных терригенных пород, слабо затронутые региональным метаморфизмом, перебитые многочисленными нарушениями, весьма легко разрушаются, образуя мелкообломочный элювий, переходящий в легкоподвижные обломки аллювия.

Второй фактор — интенсивное выветривание в субполярных широтах, на значение которого давно указывал Н. А. Шило. Вероятно, и в одном из золотоносных регионов Союза, также переживших многократные эпохи похолодания в четвертичное время, выветривание не было столь интенсивным, как на территории Северо-Востока СССР, расположенной по сравнению с другими регионами в самых высоких широтах. И, хотя большая часть россыпей Северо-Востока образована в условиях развития лесной растительности (Q_1^1 , Q_1^2 , Q_{II}^1 , Q_{II}^3 , Q_{III}^1 , Q_{III}^3 , Q_{IV}^1), разрушение пород на склонах и в днищах долин в холодные ледниковые эпохи (Q_{II}^2 , Q_{II}^4 , Q_{III}^2 , Q_{III}^4) имело, несомненно, большое значение для последующего формирования россыпей.

Совокупное влияние состава пород и физического выветривания и создает специфические условия, благоприятные для дезинтеграции всей массы пород и рудного вещества. В том, что на Северо-Востоке существуют особые условия формирования россыпей, убеждает сам характер долин этой территории. По сравнению с долинами других золотоносных регионов Советского Союза долины одних и тех же порядков здесь шире в 3—4 раза. Можно думать, что особенности развития долин Северо-Востока не могли не отразиться на специфике формирования россыпей.

Глава V.

ПЕРЕНОС ЗОЛОТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АЛЛОВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ

Формирование аллювиальных россыпей сопровождается продольным перемещением золота и просадкой его по вертикали. Перемещение золота определяет размеры и форму россыпей и размещение запасов по их протяжению.

Вопрос о продольном перемещении золота до сих пор остается спорным: нет единого мнения о дальности переноса, характере и величине переносимых частиц. Одни исследователи устанавливают дальность переноса золота в 15—20 км, другие — в 3—4 км, третья — в сотни метров. Предполагается, что золото переносится в свободном состоянии и в срастании с кварцем или только в срастании с кварцем. Хотя указывается, что дальность переноса определяется размерами золота, известно, что одно и то же расстояние проходят частицы золота совершенно разного размера. Разноречивые положения об особенностях перемещения золота обычно подкрепляются убедительными примерами.

Многочисленные данные по россыпям Северо-Востока и другим золотоносным регионам Советского Союза позволяют заключить, что при формировании россыпей дальность переноса, характер и размеры переносимого золота различны. Разногласия в вопросе о переносе золота, по-видимому, вызываются тем, что этот процесс изучается в разных геолого-геоморфологических обстановках. Влияние последних видно в каждом золотоносном районе или узле, где встречаются россыпи, сложенные золотом с различной дальностью переноса, отражающей конкретные условия формирования россыпей. Дальность переноса золота зависит от ряда его общепривычных свойств и геолого-геоморфологических условий формирования россыпей.

Свойства золота и дальность переноса. Из свойства золота на дальность переноса влияют крупность, форма, а также степень его высвобождения из кварца.

Крупность свободных золотин в россыпях Северо-Востока от 0,10—0,15 мм до самородков в несколько килограммов. Зерна металла

размером 1—4 мм слагают основную часть запасов россыпных месторождений. Россыпей, в которых запасы сложены частицами размером до 1 мм или более 4 мм, немного.

Влияние крупности золота на дальность переноса очевидно, так как во всех россыпях нижние части сложены более мелким золотом, чем верхние. А. В. Хрипков (1958) разделил золото на активное (перемещающееся) и пассивное (остающееся на месте своего поступления), полагая, что размер активного золота зависит от гидродинамической способности потока и не превышает 2—3 мм, более крупные золотины не переносятся. К этой точке зрения близок Ю. Н. Трушков (1971), считающий, что золотины размером менее 0,5 мм сносятся на расстояние до 10 км; 0,5—2,0 мм — до 3; 2,0—5,0 мм — до 1; 5,0—10,0 мм — до 0,5, а более 10 мм — всего на 0,1 км.

П. О. Генкин и В. И. Крутоус (1974) на примере россыпей Яно-Колымской провинции выявили совершенно другие соотношения между размером и дальностью переноса золота. Они установили, что дальность переноса золотин размером до 2 мм — 10 км, 2—4 мм — 8 км, преобладающая часть более крупных золотин переносится до 3 км, небольшая их часть — до 6—8 км.

Форма золота для его транспортировки имеет, вероятно, большее значение, чем крупность, так как подвижность пластинчатого и комковидного золота, как и вообще подвижность всех легких и тяжелых минералов разной формы, весьма различна (Кухаренко, 1961).

Морфологические разновидности россыпного золота Северо-Востока разнообразны: кристаллы, дендриты, друзы, дендритовидные, каплевидные, дисковидные, комковидные, палочки, палочковидные, губчатые, амебовидные, лепешковидные, пластинчатые, комковидно-пластинчатые и чешуйчатые (по данным С. В. Яблоковой). Учитывая особенности перемещения золота разной формы, перечисленные разновидности можно объединить в две основные группы: пластинчатые и изометрические золотины, условно названные комковидными. К первой группе отнесены лепешки, пластинки, чешуйки, дендриты и дендритовидные выделения. В общей массе россыпного золота пластинчатые формы резко преобладают, что соответствует преобладанию пластинчатых выделений в коренных источниках.

Поскольку о влиянии уплощенности золота на его транспортировку можно судить в основном по изменениям гидравлической крупности золотин одного размера при разной степени уплощенности, интересны данные о гидравлической крупности, полученные Л. П. Мацуевым (1961) при исследованиях золота россыпей Северо-Востока. Выборочные данные этих исследований приведены в табл. 8.

Таблица 8

Изменения гидравлической крупности золотин при разной степени уплощенности

Ситовая фракция, мм	Средний вес частиц, мг	Средняя площадь частиц, мм^2	Коэффициент уплощенности *	Гидравлическая крупность, см/сек
4,0	38	11,8	18,9	24,92
	109	13,09	7,4	45,60
	153	13,00	5,2	66,25
2,23	13,7	4,71	12,5	18,05
	27,8	5,04	6,8	32,86
	61,5	4,70	2,7	53,03
1,04	2,5	1,26	9,5	17,65
	5,8	1,23	3,9	29,76
	9,4	1,36	2,8	39,11
0,59	0,39	0,25	5,6	10,27
	0,73	0,27	3,2	18,23
0,19	0,06	—	5,4	7,13
	0,13	0,06	1,8	8,79

* Коэффициент уплощенности определен как отношение диаметра плоского зерна к его средней толщине.

Гидравлическая крупность золотин одного размера уменьшается в 2—3 раза при соответственном повышении уплощенности, указывая, что существенно может меняться и дальность их транспортировки. Влияние уплощенности на гидравлическую крупность особенно заметно в крупных классах, где золотины резко различны по весу.

Для сравнения изменения гидравлической крупности в зависимости от формы обломков в табл. 9 приведены данные о гидравлической крупности кварца (Полянин, 1957).

Таблица 9

Гидравлическая крупность обломков кварца разной формы

Фракция, мм	Средний диаметр обломков, мм	Гидравлическая крупность обломков кварца, см/сек			
		многогран- ных	округлых	удлиненных	пластинча- тых
0,3—0,5	0,46	4,70	5,10	5,40	—
0,6—0,8	0,70	9,70	11,10	10,50	—
0,8—1,0	0,90	11,80	12,5	11,50	8,8
1,0—1,5	1,25	13,10	14,80	13,30	9,6
2,0—2,5	2,25	19,60	21,40	16,70	12,30
2,5—3,0	2,75	19,96	22,11	19,00	13,05
3,0—4,0	3,50	22,90	24,40	19,30	11,60

Как видно из табл. 9, гидравлическая крупность пластинчатых частиц кварца, как и золота, наименьшая и различия в гидравлической крупности обломков кварца разной формы более значительны при увеличении их размеров.

Разница между гидравлической крупностью золотин большой уплощенности и пластинчатыми обломками кварца значительно меньше, чем между гидравлической крупностью менее уплощенных золотин и многогранных или округлых обломков кварца одинакового размера. Это обстоятельство косвенно указывает на большую подвижность крупных уплощенных золотин.

Для большинства россыпей установлено, что комковидных золотин больше всего (50—100%) в классах более 4—5 мм. В менее крупном золоте их не более 10—15%. Близ коренных источников комковидные золотины встречаются иногда и в самых мелких классах (0,1—0,25 мм). По протяжению россыпей количество пластинчатых форм неизменно нарастает, и они преобладают во всех классах крупности.

Так как количество уплощенных золотин особенно велико среди класса 0,5—2 мм, можно полагать, что большая дальность переноса золота этой крупности определяется главным образом его уплощенностью.

Интенсивность транспортировки уплощенных золотин убедительно показана на россыпях Северо-Востока К. В. Кистеровым (1976), установившим убывание среднего веса золотин одной размерности по протяжению россыпей. В некоторых россыпях средний вес золотин убывает в 1,5—2 раза на протяжении 3—4 км.

Значительно увеличивается дальность переноса золота, сросшегося с квартем. Н. Г. Бондаренко (1957, 1975), Н. А. Шило (1955), О. В. Кашменская (1975) полагают, что свободное золото вообще не транспортабельно, переносятся только сростки его с квартем. Роль кварца как основного транспортера золота этими исследователями преувеличена. Сортировка золота (по размерам и форме) по протяжению россыпей — одно из наиболее убедительных доказательств перемещения свободного золота. Однако значение переноса золота, сросшегося с квартем, особенно крупного, не следует и уменьшать.

Следуя Н. А. Шило, мы полагаем, что основная часть золота окончательно освобождается из кварца только в аллювиальной среде. Такой процесс свойствен формированию тех россыпей, которые получают золото из коренных источников, находящихся в днищах долин, из склоновых отложений.

ний. Это представление основывается на данных по соотношению количества золота, свободного и сросшегося с кварцем в склоновых и аллювиальных отложениях.

В склоновых отложениях свободное золото наблюдается лишь в немногих в общем нехарактерных случаях. Так, по данным Л. В. Тюфякова (1970), в отложениях, покрывающих склоны долин территории КулипоТенькинского золотоносного района, свободное золото известно только на участках распространения метасоматического прокварцевания и тонкосетчатых прожилков кварца, содержащих очень мелкое золото. При разрушении более мощных прожилков и жил, включающих золото большей крупности, свободного золота в склоновых отложениях не наблюдается. К аналогичному выводу приходят Г. П. Воларович и Ф. А. Шохор (1970); Шохор, Коновалова (1972), изучавшие золотоносность склоновых отложений близ разнообразных типов рудных месторождений территории Дальнего Востока.

Отсутствие в склоновых отложениях значительного количества свободного золота россыпей образующих классов, вероятно, и объясняет слабую золотоносность склоновых отложений, малое распространение и бедность промышленных россыпей, связанных с этими отложениями.

Золото-кварцевые агрегаты, встречающиеся в аллювиальных россыпях, имеют самые различные размеры — от 1—3 мм до 20—25 см; как исключение встречаются обломки золотоносного кварца до 70 см по длиной оси. В крупных и мелких агрегатах их основную часть объема может составлять кварц или, наоборот, золото; нередко объем кварца и золота примерно равен. Для крупных обломков (более 3 см) золотосодержащего кварца характерна малая измененность его, отсутствие обогащенности. Среди мелких наблюдается как «свежий» белый, светло- или темно-серый кварц, так и красноватый, побуревший, часто с остатками охры, следов разложившихся сульфидов. Эти особенности указывают, что высвобождению золота из кварца, несомненно, благоприятствует также наличие сульфидов, разрушение которых помогает отделению золота от кварца.

Быстрая освобождения золота от кварца зависит не только от свойств кварца, но и от формы и размеров золотин, а также характера аллювиального материала, отлагающегося россыпейформирующими водотоками.

По нашим наблюдениям, для россыпей Северо-Востока устанавливаются следующие особенности освобождения золота в зависимости от вышеуказанных факторов. Наиболее легко освобождаются от кварца простые пластинчатые выделения золота, а также дендриты и кристаллы. Легкость высвобождения присуща пластинчатым выделениям всех размеров — от золотинок в 1—2 мм до крупных самородков — пластин, имеющих площади 5×5 , 5×10 , 10×15 см при толщине пластин 3—7 мм. С большим трудом отделяются от кварца сложные жилковидно-пластинчатые и комковидные выделения со многими ответвлениями. Самородки чистого золота сложной формы встречаются крайне редко.

Наибольшее количество свободного золота наблюдается обычно в классах —5 мм, где сосредоточивается основная масса пластинчатого золота. В классах +5 мм нередко все золотины находятся в срастании с кварцем.

По протяжению россыпей количество золото-кварцевых агрегатов разной размерности меняется. Близ выходов рудных жил в срастании с кварцем иногда встречаются золотины всех классов крупности, особенно характерно для этих участков срастание с кварцем очень мелкого золота ($-0,5$ мм). Крупные золотины в срастании с кварцем составляют до 100% на выходах рудных жил и до 1—2, редко 5% (по отношению к выходу класса) по протяжению россыпей.

Если золото перемещается с массой плохо сортированного, сильно глинистого аллювия, освобождение его от кварца задерживается. Если глинистость аллювия меньше, то золото-кварцевые агрегаты чаще подвергаются ударом обломков и золото освобождается от кварца на меньшем удалении от коренных источников. Поскольку глинистость аллювия обыч-

по выше в долинах малых водотоков (I—III порядков), то в россыпях этих долин сростков золота с кварцем больше, чем в россыпях долин более высоких порядков. Подвижность золото-кварцевых агрегатов объясняется их малой плотностью ($4-10 \text{ г/см}^3$) и тем, что значительные размеры (до 15—20 см) некоторых из них не позволяют просаживаться им в трещины коренных пород.

Условия переноса золота в отдельных долинах. На дальность переноса золота в отдельных долинах влияют гранулометрический состав аллювия, улавливающая способность коренных пород плотика, величина уклонов и размеры водотоков.

Гранулометрический состав аллювия. Являясь составной частью аллювия, золото, как и весь обломочный материал, передвигается над коренными породами. Резко отличаясь по плотности от остального аллювиального материала, золото при движении смещается вниз к основанию аллювиального слоя и проваливается в трещины коренных пород. Эти два процесса в значительной мере определяют и дальность транспортировки зерен металла.

Концентрация золота в разрезе аллювиальных отложений зависит от степени их глинистости, о чем можно судить по различной мощности золотоносных пластов в аллювии. Чем выше глинистость отложений, тем большая мощность золотоносных пластов и тем выше над коренными породами расположены крупные золотины. При уменьшении глинистости усиливается просадка золота по вертикали, что приводит к закономерному изменению распределения золота разной крупности и форм в вертикальном разрезе россыпей. В верхних менее глинистых слоях аллювия остаются преимущественно мелкие пластинчатые золотины, более крупные изометрические золотины находятся ближе к плотику. В верхних слабоглинистых слоях аллювия (в торфах) наряду с мелким, иногда пылевидным золотом встречаются и гальки кварца (1—3 см) с золотом.

Улавливающая способность плотика. Улавливающая способность сильно выветрелых коренных пород невелика, так как их трещины заполнены элювиальной глиной. Еще меньше улавливающая способность у пород кор выветривания, глинистых отложений ложных плотиков; очень неглубоко проникает золото в обычно выветрелые меловые конгломераты, а также в очень свежие осадочные породы.

При небольшой степени выветрелости пород коренного ложа трещины раскрыты и золото легко проникает в них. Этот процесс в значительной мере определяется литологией слагающих пород. В узкие трещины глинистых сланцев и алевролитов на небольшую глубину проникает мелкое пластинчатое золото. В широкие трещины песчаников попадают и крупные частицы, а глубина их просадки увеличивается. Золото, попавшее в трещины, вновь начинает движение лишь после того, как новый врез уничтожит верхний горизонт коренных пород. Многократно повторяющийся врез увеличивает дальность переноса золота. Однако и при врезе тенденция к просадке золота в коренные породы сохраняется.

Влияние уклонов днищ долин на перемещение золота сказывается однозначно: чем больше уклон, тем дальше и интенсивнее оно переносится. Это наиболее заметно в долинах малых водотоков, где величина уклонов и колебания ее значительны. Уменьшение величины уклонов приводит к аккумуляции золота.

С увеличением размеров долин процесс переноса золота в большей мере начинает определяться расходом воды. При этом более интенсивным становится перенос золота не только вдоль, но и поперек долин. Это обстоятельство, а также все возрастающая масса незолотоносного материала, поступающего в долины, приводит к общему снижению содержания золота в россыпях крупных долин и широкому развитию боковых слабозолотоносных шлейфов, окаймляющих промышленные тела.

Перенос золота и общие условия формирования россыпей. Для переноса золота несомненным представляется влияние динамических фаз

развития долин. Перенос золота происходит в основном в фазы врезания долин, когда с наибольшей интенсивностью перемещается и весь обломочный материал. В фазы расширения долин частицы металла преимущественно переоткладываются с верхних уровней на нижние, без существенного горизонтального перемещения, вниз по долине переносится только очень мелкое золото.

Большое влияние на дальность переноса золота оказывает глубина эрозионного реза: чем глубже долины, тем на большее расстояние оно переносится. В морфоструктурах, испытавших поднятия сводового типа, в центральных частях сводов россыпи длиннее, чем на их менее поднятых окраинах. Из интенсивно поднятых блоков золото выносится на плоскости слабых поднятий.

Глубина реза и общая дальность переноса золота сказываются на степени распространения россыпей долин разного размера: в районах больших поднятий, в долинах крупных водотоков россыпи встречаются чаще, чем в районах менее интенсивных поднятий.

На дальности переноса золота отражается, видимо, и длительность формирования россыпей. Об этом свидетельствуют следующие факты. Во-первых, во многих долинах террасовые россыпи, сформированные в более длительные промежутки времени, оказываются длиннее россыпей днищ. Особенно коротки голоценовые россыпи, образованные только за счет поступления золота из коренных источников, без переотложения его из более ранних россыпей. Во-вторых, при резком, достаточно глубоком (порядка 20—25 м), но кратковременном резе рек в свои старые широкие днища в образующихся при этом новых узкодонных «долинах» россыпи формируются лишь на тех участках, где эти новые «долины» разрезают «старые» россыпи. Отклоняясь от них, новая «долина» становится незолотоносной.

Изменение формы золотин. При перемещении золото, сортируясь по размерам и форме, обминается и истирается, приобретая более простые очертания. Совместное действие этих существенно различных по своей природе процессов в практике называют окатыванием*. Вместе со свободным золотом обрабатываются и золото-кварцевые агрегаты.

Обминание, или расплющивание, золота происходит на всех стадиях формирования россыпи. На начальной стадии расплющиваются главным образом золотинки со сложной поверхностью. Наиболее показателен этот процесс при губчатой форме золотин. В россыпях, питающихся за счет коренных источников с губчатым золотом, встречаются золотинки самой различной формы — от сложной губчатой до округлой пластинчатой. Между ними существуют переходные формы, позволяющие предположить следующий процесс преобразования губчатого золота. В начальной стадии расплющивания образуются более компактные, чем первичные губчатые, золотинки с первоначальной поверхностью; далее они переходят в плоские золотинки с относительно ровной, но нешлифованной поверхностью и фестончатыми краями**. Выступающие части их постепенно крошатся, истираются, золотинки приобретают округлые очертания и гладкую шлифованную поверхность.

Значительному раскатыванию подвергаются тонкие окатанные золотинки, признаком чего является широкое распространение загибания и сминания отдельных наиболее выступающих их частей. Как указывает Н. В. Петровская (1973), расплющивание выступающих выделений золота, сросшегося с кварцем, сопровождается «прилепкой» к кварцу тонких свободных отверстий золота. В россыпях Северо-Востока СССР длина таких «прилепок» до 5 мм.

* Этот термин применяется также для характеристики обработки обломков и минералов, которая производится только истиранием.

** Губчатые золотинки можно превратить в плоские, с фестончатыми краями легкими частыми ударами молотком.

Характерная особенность слабообработанных небольших золото-кварцевых агрегатов, в которых присутствуют малоустойчивые разности кварца,— более «высокая» и гладкая поверхность золота по сравнению с кварцем. В таких агрегатах не кварц «держит» золото, а золото, являющееся каркасом агрегата, защищает кварц от разрушения при ударах, вызывающих обминание выступов золота. В результате расплющивания торцов пластинок золота, заключенных в кварце, оно «наплывает» на поверхность кварца.

Обминание, меняя форму золота, почти не уменьшает его массу. По-видимому, на уменьшение массы золота гораздо значительнее сказывается истирание. О самом процессе истирания свидетельствуют, по нашему мнению, две особенности окатанности золотинок, внешне сходные с таковыми у обломков пород, окатанность которых является следствием истирания. Во-первых, как у обломков пород, так и у золотин одновременно оглаживается, шлифуется поверхность и упрощаются очертания в плане. Во-вторых, у пластинчатого золота и уплощенных обломков пород часто уменьшается толщина одной части пластинки, которая становится более округлой, чем противоположная торцевая сторона. Отлично окатанные золотины округлой или овальной формы более симметричны (нередко дискообразны).

Если истиряется свободная золотинка, то обе ее стороны сглаживаются равномерно. По нашим наблюдениям, разная высота рельефа сторон золотин является, как это предполагает и Н. В. Петровская (1973), следствием их первичной асимметрии, а не различия в степени истирания (Смолин, 1970). Резкие различия в окатанности разных частей золотин наблюдаются в тех случаях, когда золотина высвобождается из кварца, вместе с которым окатывалась одна из ее частей.

Результат истирания золота очень нагляден в гальках устойчивых разновидностей кварца, как бы «проросших» золотом. «Наклепок» золота на таких гальках не образуется; золото и кварц составляют общую поверхность гальки, что указывает на одновременность их истирания (рис. 5). Размеры золото-кварцевых галек 3—5 см в диаметре.

Подчеркнем, что совместное равномерное истирание золота и кварца, приводящее к образованию золото-кварцевой гальки, представляет, однако, скорее исключение, чем общее правило. Такому истиранию подвергаются лишь немногие слаботрещиноватые разновидности кварца. Основная масса твердого, но трещиноватого и потому всегда хрупкого кварца при обработке постоянно раскладывается. Если обломки осадочных и изверженных пород при переносе уменьшают свой объем путем истирания и мелкая галька этих пород окатана лучше крупной, то обломки кварца уменьшают свои размеры преимущественно дроблением и мелкая галька кварца обычно плохо окатана. Поэтому в речной обстановке, где обломки кварца испытывают постоянные удары, и происходит окончательное высвобождение золота.

Как и обломки пород, золото истиряется, вероятно, движущимися зернами минералов с высокой абразивной прочностью. Шлифованными оказываются не только плоские или выпуклые поверхности золотин, но и углубления, а также внутренние части изредка встречающихся «колец». Не случайно наиболее гладкая блестящая шлифованная поверхность наблюдается у золота россыпей, связанных с аллювиальными отложениями, содержащими большое количество граната. В меньшей мере на истирание влияет само перемещение золотин.

Истирание уменьшает размеры золотин, что приводит к их исчезновению или переходу золота в дисперсное состояние. Чем чаще золото переносится с высоких эрозионных уровней на низкие, тем, вероятно, короче продолжительность его существования.

Окатанность золота по классам крушиности различна: наилучшая — у золотин размером 0,5—4 мм, так как они освобождаются от кварца ранее крупных. Золотинки 0,1—0,5 мм окатаны плохо, потому что обминание и

истирание на них сказываются в меньшей степени, чем на более крупных. В классах 0,5—4 мм золотины крупностью 4 мм окатаны хуже, чем золотинки размером 2—3 и 1—2 мм.

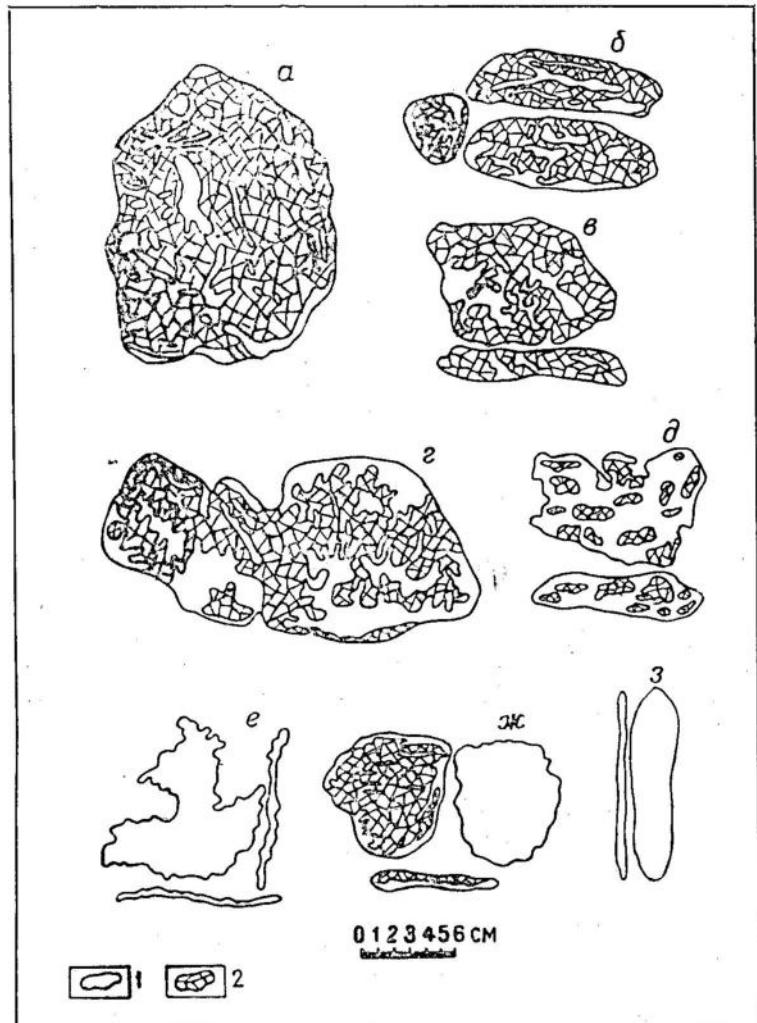


Рис. 5. Самородки золота и золото-кварцевые агрегаты.

1 — золото; 2 — кварц; а—з — самородки из россыпей; а — руч. Клин, вес 587 г, объемный вес 4,89 г/см³; б — р. Дусканья, вес 893 г, объемный вес 8,4 г/см³; в — руч. Случайный, вес 1109 г, объемный вес 9 г/см³; г — р. Берелех, вес 84 367 г; д — р. Омчуг, вес 713 г; е — руч. Стахановец, вес 348 г; ж — руч. Стахановец, вес 270 г; з — р. Хатыниах, вес 169 г.

Закономерное повышение окатанности золотин с уменьшением их размеров наблюдается не на всех участках россыпей. Оно свойственно преимущественно тем россыпям, которые сложены золотом, близким по времени поступления из коренных источников. При разновременном поступлении крупные золотины (более 4 мм) нередко оказываются лучше окатанными, чем золотины размером 1—4 мм.

Хотя степень окатанности золота явно зависит от длины его переноса, прямой пропорциональности между этими величинами не наблюдается. При прочих равных условиях окатанность золота лучше на меньшем удалении от коренных источников в долинах крупных водотоков, так как в аллювии их по сравнению с аллювием долин малых водотоков значительно больше обломков пород и минералов с высокой образцовой прочностью. Отчетливые признаки окатанности золота устанавливаются к концу первого километра протяжения многих россыпей.

Сортировка золота и размещение запасов по протяжению россыпей.

Общим результатом переноса золота с сопутствующей ему сортировкой являются хорошо известные россыпикам изменения золота по крупности и форме и закономерное размещение запасов по протяжению россыпей. Основная масса мало подвижного крупного комковидного и часто пластинчатого золота остается в россыпях Северо-Востока в непосредственной близости к коренным источникам, перемещаясь от них не более чем на 3—4 км. Более подвижное мелкое, преимущественно пластинчатое золото уходит от коренных источников больше чем на 10 км. «Горизонтальной» зональности распределения золота соответствует повторяющая ее «вертикальная», которая выражена в концентрации менее подвижного крупного золота в основании аллювиальных отложений, постепенном уменьшении крупности и нарастании пластинчатости золота вверх по разрезу аллювия.

Перемещение золота от коренного источника, как и перемещение всякого свободно движущегося материала, исходящего из определенного пункта, создает закономерное размещение запасов по протяжению россыпей. В отечественной литературе эта закономерность была впервые сформулирована Ю. А. Билибиным (1938). Согласно Ю. А. Билибину, непосредственно ниже коренного источника запасы россыпи невелики: они постепенно возрастают к ее середине и уменьшаются к концу. На этой особенности размещения запасов позже останавливались Н. Г. Бондаренко (1957), А. В. Хрипков (1958), Л. В. Ли (1965), Е. Я. Синюгина (Синюгина, Лапин, 1967; Синюгина, Григорьева, Дубинчик, Лапина, 1972), П. О. Генкин (1972).

Участки россыпей с различной величиной запасов предложено называть зонами нарастания, максимального значения и спада насыщенности (Синюгина, Лапин, 1967). Предложенные термины не отражают, однако, всех наблюдающихся закономерностей распределения запасов и требуют дополнения.

Как показывает сопоставление многочисленных диаграмм насыщенности россыпей Северо-Востока СССР и других регионов, характер участков (зон) спада насыщенности существенно различен, и по его особенностям достаточно четко различаются две группы россыпей. В одной из них, объединяющей сравнительно короткие (1—4 км) россыпи, близкие к коренным источникам, насыщенность резко падает на небольшом (0,2—1,5 км) протяжении. В другой группе, включающей значительно более длинные россыпи (5—10 км), после участка короткого и резкого спада насыщенности еще на значительном расстоянии прослеживается россыпь с невысокой, очень медленно снижающейся насыщенностью. В россыпях второй группы по размещению запасов различаются две части: верхняя — обогащенная, сложенная менее сортированным золотом, и нижняя — значительно более бедная, сложенная мелким пластинчатым золотом. Участки (зоны) нарастания, максимального значения и спада насыщенности следует выделять в россыпях первой группы в целом и в обогащенных частях россыпей второй группы.

В заключение отметим, что для определения дальности переноса золота и его миграционной способности предложено несколько формул, учитывающих минералогические свойства золота, гидродинамические особенности потоков и геоморфологические условия формирования россыпей (Трушков, Избеков, 1975; Разумихин, 1975). Опыт составления таких формул интересен и плодотворен, поскольку помогает количественной оценке значимости различных факторов. Однако не все факторы поддаются количественной оценке. Весьма трудно оценить влияние улавливающей способности плотника, длительности формирования россыпии, быстроты освобождения золота от кварца и ряда других факторов.

Часть II

Строение и формирование россыпей в различной геолого-геоморфологической обстановке

Глава I.

СТРОЕНИЕ, ПАРАМЕТРЫ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РОССЫПЕЙ В ДОЛИНАХ РАЗНЫХ ПОРЯДКОВ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

В большинстве работ, посвященных строению и особенностям формирования аллювиальных россыпей, последние группируются по возрасту или условиям залегания. Гораздо реже используется группировка россыпей по их принадлежности к долинам разного размера, хотя и очевидно, что при равных условиях коренной золотоносности и однотипности тектонического режима самое существенное влияние на строение и параметры россыпей оказывают различия в условиях их формирования в долинах, выработанных водотоками разного размера.

Изучение россыпей в зависимости от принадлежности их к долинам разных порядков стало развиваться в Советском Союзе как особое направление исследований с пятидесятых годов, после опубликования работы Р. Е. Хортона (1948), в которой содержатся принципы выделения и ряд характеристик потоков разных порядков. Согласно Хортону, к водотокам первого порядка относятся элементарные неразветвленные водотоки, слияние двух таких водотоков создает поток второго порядка, при слиянии двух водотоков второго порядка образуется поток третьего порядка и т. д. Порядок долины соответствует порядку водотока.

Принцип выделения долин разных порядков, предложенный Хортоном, принимается и нами. Следуя Ю. А. Травину, долины разных порядков разделяются на три группы: низких (I—II), средних (III—IV—V) и высоких (VI и выше) порядков. Ниже, при анализе долин разных порядков и расположенных в них россыпей, рассматриваются только долины, вмещающие четвертичные россыпи. Порядок долин определялся по топографическим картам масштаба 1:100 000. К долинам I порядка отнесены долины, выраженные изгибами горизонталей и имеющие длину не менее 0,5 км.

СТРОЕНИЕ АЛЛЮВИЯ И МОРФОЛОГИЯ ДОЛИН РАЗНЫХ ПОРЯДКОВ

Характеристика водотоков разных порядков

На основании работ Р. Е. Хортона (1948), Б. П. Папова (1948), В. П. Философова (1959, 1967) и Н. А. Ржаницына (1960) устанавливается, что в каждом более высоком порядке:

количество потоков уменьшается в 4 раза (коэффициент ветвления);
длина потоков увеличивается в 2 раза (отношение длины потоков)*;
ширина меженного русла увеличивается в 1,8 раза;
уклон уменьшается в 2 раза;
среднегодовые расходы увеличиваются в 3 раза.

* Коэффициенты изменения длины и уклонов вычислены для спрямленных водотоков без учета их извилии.

Эти коэффициенты выдерживаются и на территории Северо-Востока СССР. Для площади бассейна верхнего течения Колымы, относящейся к Яно-Колымской золотоносной провинции, данные о количестве и длине водотоков разных порядков приведены в табл. 10.

Таблица 10

Количество и длина потоков и рек разных порядков
бассейна верхнего течения Колымы

Группы порядков потоков	Порядок долин	Количество потоков	Длина потоков, км		Средняя длина рек, км
			суммарная	средняя	
Низкие	I	36 350	36 870	1,0	1,0
	II	7 830	18 430	2,4	3,4
Средние	III	1 880	9 210	4,9	8,3
	IV	450	4 130	9,2	17,5
Высокие	V	110	2 170	19,4	36,9
	VI	26	1 030	40,0	76,9
	VII	7	540	70,0	175,0

Примечание. Согласно Н. А. Ржаницыну, потоком называем часть водотока определенного порядка, а рекой — весь поток от истока.

Коэффициент ветвления 4,17; отношение длины потоков 2,07.

Строение речных систем Северо-Востока, как и многих районов Советского Союза, несколько меняется на участках с различной интенсивностью поднятий (табл. 11). Как видно из приведенной таблицы, при ослаблении интенсивности поднятий плотность речной сети и коэффициент ветвления уменьшается, а средняя длина потока увеличивается.

Таблица 11

Изменения характеристик речной сети на площадях с разной интенсивностью поднятий

Характеристика речной сети	Интенсивность поднятий			
	весьма сильная	сильная	умеренная	слабая
Плотность сети	1,12	0,93	0,39	0,17
Коэффициент ветвления	4,7	4,3	4,0	3,8
Отношение длины потоков	1,65	2,05	2,3	2,4
Средняя длина потоков порядка, км:				
I	1,1	1,0	1,0	1,2
II	1,8	1,9	2,3	3,1
III	3,1	4,2	5,8	6,8

Фактическая длина потоков одного порядка значительно колеблется и на площадях с одинаковым неотектоническим режимом, что вызывается различиями в геологическом строении отдельных участков бассейнов.

Ширина русла в значительной мере зависит от динамических фаз развития долин: она уменьшается при врезании рек и увеличивается на участках аккумуляции аллювия, где основное русло сопровождается еще протоками. В Яно-Колымской провинции средняя ширина межениевых русел водотоков I порядка — 2, II—3—5, III—8—10, IV—15—20, V—25—40, VI—30—60, VII—40—120, IX—180—210 м (р. Колыма выше Больших порогов).

Уклоны спрямленных водотоков (они соответствуют уклонам поверхности пойм, а большей частью и их коренного ложа) в долинах каждого

последующего порядка уменьшаются приблизительно в два раза. Абсолютная величина уклонов связана с интенсивностью неотектонических поднятий, что видно из табл. 12.

Таблица 12

Уклоны водотоков разных порядков на площадях с разной интенсивностью поднятий

Район	Интенсивность поднятий	Уклоны водотоков в долинах порядка, %					
		I	II	III	IV	V	VI
Берелехский	Сильная	0,097	0,041	0,025	0,018	0,006	0,004
Кулино-Тепъкинский	»	0,080	0,042	0,029	0,015	0,007	0,004
Больше-Аниуский	»	0,100	0,053	0,025	0,011	0,006	0,004
Омолонский	Умеренная	0,060	0,035	0,016	—	—	—
Ичувеемский	Слабая	0,03	0,021	0,011	0,008	0,007	0,003

Уклоны водотоков I порядка изменяются в широких пределах, поскольку эти водотоки рассекают различные по высоте и возрасту поверхности. С возрастанием порядков колебания величины уклонов отдельных водотоков сглаживаются.

Типичным для многих бассейнов является увеличение уклонов однопорядковых водотоков, впадающих все ниже по течению, а также увеличение уклонов в устьевых частях водотоков I-II, а часто и III-IV порядков при непосредственном соединении их с главными реками значительно больших порядков. Среднегодовые расходы в бассейне верхнего течения Колымы составляют у водотоков I порядка — 0,015; II — 0,05; III — 0,15; IV — 0,5; V — 1,5 м³/сек. У водотоков высоких порядков (среднегодовые расходы их определены менее надежно в связи с меньшим количеством наблюдений) отмечается резкое увеличение расходов: у рек VI порядка среднегодовой расход — 9, а VII — 30 м³/сек. В верхнем течении Колымы (IX порядок) среднегодовой расход 320 м³/сек.

Сравнение изменений уклонов и расходов разнопорядковых водотоков показывает, что транспортирующая сила потоков (ТСП), зависящая в первую очередь от их уклонов и расходов, увеличивается при возрастании порядков, так как, хотя уклоны уменьшаются в каждом последующем порядке в 2 раза, расходы увеличиваются в 3 раза.

О возрастании ТСП водотоков разных порядков можно судить по значениям ее, вычисленным для нескольких конкретных водотоков с учетом их гидрологических характеристик (табл. 13).

Таблица 13

Гидрологические характеристики и ТСП водотоков разных порядков

Водоток	Порядок	Средний расход воды, м ³ /сек	Средняя площадь водного сечения, м ²	Средняя глубина, м	Средняя скорость течения, м/сек	Уклон, %	ТСП, кг/м
Колыма	IX	1526	136	3,0	1,9	0,002	45
Берелех	VII	186	99	1,3	1,4	0,003	27
Среднекан	VI	147	87	1,1	1,3	0,006	25
Малый Ат-Юрях (верховье)	V	10	10	0,35	1,3	0,009	17
Амбардах	IV	7	6	0,33	1,2	0,01	19

Примечание. Приведенные гидрологические характеристики соответствуют паводку; ТСП вычислена по формуле Е. А. Замятиной (Геологический словарь, 1973).

Приенные вычисления ТСП, конечно, очень приблизительны, так как не учтены целый ряд необходимых условий. Однако они дают представление о различиях гидродинамических особенностей водотоков разных размеров, несомненно, влияющих на формирование россыпей.

В результате обобщения данных по наиболее изученной части Яно-

Колымской золотоносной провинции получена характеристика водотоков разных порядков (табл. 14).

Таблица 14

Характеристика водотоков разных порядков (Яно-Колымская провинция)

Характеристика водотоков	Группы порядков водотоков		
	низкие (I-II)	средние (III-V)	высокие (VI-VII)
Количество, %	92	7,92	0,08
Суммарная длина, %	72	25	3
Колебания средней длины потоков, м	1—2,5	5,0—20,0	40—70
Колебания средней ширины русла, м	1—5	8—40	30—210
Колебания средней величины уклонов, %	0,25—0,100	0,006—0,042	0,003—0,017

Строение долин разных порядков

На Северо-Востоке СССР, как и в других горных странах, долины разных порядков заложены по разнообразным тектоническим нарушениям. Для Северо-Востока эта особенность заложения долин подмечена многими исследователями, в том числе А. С. Симаковым (1949), Н. А. Шило (1960), Ю. А. Травиным (1963), О. В. Кашменской и З. М. Хворостовой (1965). Преобладает ортогональный рисунок, при котором долины притоков и главных рек сочленяются под прямым углом, реже встречаются сочленение главной долины и притоков, подходящих к ней под острым углом. На гранитных массивах, на участках развития брахиформной складчатости и колцевых структур долины нередко расположены радиально и концентрически-радиально. На участках менее напряженной линейной складчатости долинная сеть имеет древовидный рисунок.

Среди долин I-II порядков преобладают продольные. Долины III-V порядков чаще пересекают складчатые структуры вкrest или диагонально к их простиранию (рр. Мальдяк, Каарльвеем, Гремучая) и реже совпадают с простиранием (рр. Утиная, Чай-Юрюе, Омчак). Долины высоких порядков большей частью согласуются с направлением складчатых структур или продольных разломов (рр. Таскан, Дебиц, Оротукан, Малый Аний, Кувет, Белая, Великая, Майн). Исключением является положение отдельных участков долин крупнейших речных артерий (Колымы, Омолона, Амгуэмы, Анадыря), пересекающих вкrest складчатые структуры и орографические сооружения по зонам поперечных глубинных разломов.

Долинам низких порядков свойственно однобразие строения по всему протяжению. В долинах средних порядков строение отдельных отрезков различно в связи с особенностями геологического строения или (реже) разнотипностью тектонического режима участков, пересекаемых реками. Последняя причина приводит к характерной особенности долин высоких порядков — многократной смене строения на отдельных отрезках.

Глубина и ширина долин. Условия формирования россыпей в долинах разных порядков в значительной мере определяются соотношением глубины и ширины долин, так как от этих параметров зависит поступление и объем рудного материала, перерабатываемого реками. Глубина и ширина долин постепенно нарастают от низких порядков к высоким. Глубина долин низких порядков колеблется в пределах 50—150, средних—100—500, высоких—200—700 м. Соотношение глубины долин низких, средних и высоких порядков в некоторых бассейнах образует ряды 1:2:3; 1:2:2,5; 1:1,7:2, показывающие, что углубление долин замедляется с увеличением порядков. Иногда глубина долин III—IV порядков оказывается равной или лишь немногим меньше, чем долин VI—VII порядков.

Отставание в нарастании глубины долин с возрастанием их порядков, возможно, связано с особенностями заложения. Долины высоких поряд-

ков часто закладываются на участках длительного прогибания, совпадают с полосами структурных депрессий, выработанных по зонам продольных и поперечных разломов или в местах развития малоустойчивых пород. Долины I—III порядков, наоборот, нередко рассекают поднимающиеся блоки или прорезают высокие гряды прочных пород. Таким образом, долины разных порядков формируются на поверхностях с разной абсолютной высотой, что и является одной из причин неравномерного, замедляющегося увеличения глубины долин с возрастанием порядков.

В каждом бассейне глубина однопорядковых долин изменяется; максимальные колебания ее присущи долинам низких порядков, разрезающим самые различные по высоте и возрасту поверхности — от главных водораздельных гряд до террас.

Глубина долин всех порядков увеличивается с возрастанием амплитуды поднятий. Однако не везде большая или малая глубина долин служит прямым показателем амплитуды поднятий; на участках интенсивных, но молодых поднятий долины могут иметь и небольшую глубину, так как реки еще не успели врезаться.

По данным Ю. И. Гольдфарба (1972), в Яно-Колымской провинции ширина долин низких порядков изменяется от 20 до 200 м, средних — от 100 до 2000 м, высоких — от 200 до 10 000 м.

Для долин I—V порядков иногда устанавливается коэффициент расширения (1,5—2), близкий к теоретическому коэффициенту увеличения ширины русла (1,8). Чаще, особенно после IV порядка, нарастание ширины происходит с увеличением коэффициента, так как на интенсивность боковой эрозии влияют и такие факторы, как ширина меандрового пояса, нарастающая при увеличении ширины русла, режим неотектонических движений и особенности геологического строения участков, пересекаемых реками.

Ширина долин увеличивается в районах с меньшими амплитудами поднятий, что хорошо видно при сравнении ширины однопорядковых долин территории Яно-Колымской провинции, где поднятия более интенсивны, с шириной долин районов Чукотской провинции, имеющих небольшие амплитуды поднятий.

В долинах одного порядка ширина меняется при пересечении реками блоков с разным неотектоническим режимом; при пересечении впадин ширина долин увеличивается в 3—4, а иногда и в 10 раз по сравнению с обычной, средней для данного порядка шириной.

При переходе долин из полос развития глинистых сланцев в более устойчивые песчаники или метаморфизованные сланцы ширина долин уменьшается в 1,5—2,5 раза (долины рр. Кулун, Улахан-Аурум). Резко суживаются долины при пересечении гранитных массивов, что, видимо, вызывается локальными поднятиями массивов* и высокой устойчивостью гранитов.

Типы поперечных профилей долин разных порядков, выражающиеся в соотношениях глубины и ширины долин, различны. Глубина долин I—II, частично III порядков больше ширины, в долинах III—IV порядков оба параметра нередко равны. Начиная с IV порядка ширина долин часто больше глубины, а в долинах V порядка она, как правило, превышает глубину. Средняя глубина долин V порядка превосходит среднюю глубину долин I порядка в 4—5 раз, а ширина — в 6—10 раз. В долинах высоких порядков ширина обычно в несколько раз больше глубины (рис. 6).

Несмотря на то что глубина долин низких порядков превосходит ширину, едва ли это связано с особой интенсивностью вреза, так как в большинстве долин врез обычно передается регрессивно, затухая к их верховым. Малая ширина долин является следствием не столько резкого вреза, сколько слабовыраженного процесса расширения в связи с постоянной за-

* Гранитные массивы пересекаются только реками высоких порядков, причем не в центральных, а в окраинных снизленных частях.

грузкой долин склоновыми отложениями, на асимиляцию и перенос которых тратится энергия водотоков. Само же углубление долин идет медленно, о чем свидетельствует их малая глубина по сравнению с глубиной долин более высоких порядков.

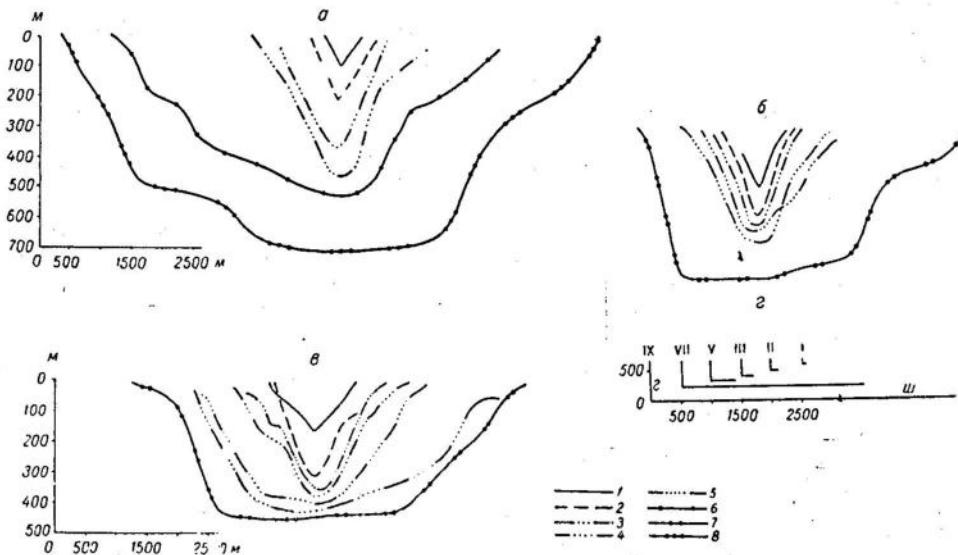


Рис. 6. Схематические поперечные профили долин разных порядков:
а — бассейна р. Эльгенья (приток р. Колымы); б — бассейна р. Бурхала (приток р. Дебиньи); в — бассейна р. Чай-Юрюе (приток р. Берелех); г — соотношение глубины и ширины долин разных порядков; 1—8 — порядки долин: 1 — I; 2 — II; 3 — III; 4 — IV; 5 — V; 6 — VI; 7 — VII; 8 — VIII.

Тип поперечного профиля долин влияет на объем и характер материала, поступающего в аллювий. В долинах I, II, иногда III порядка водотоки перерабатывают материал, поступающий в основном со склонов долин при их денудационной моделировке, — щебень выветрившихся пород и иловато-глинистые частицы. В аллювий долин средних и особенно высоких порядков такого материала поступает значительно меньше. Чем шире долина и больше в ней террас, тем все большая часть склоновых отложений остается на террасах, а обломочный материал поступает из днищ и с коренных склонов или уступов террас, подрезаемых реками. Степень выветрелости этого материала самая различная, чаще — очень слабая.

Увеличение ширины и глубины долин с нарастанием их порядков приводит к увеличению площадей их поперечных сечений; с каждым порядком они увеличиваются в 1,5—2 раза. Площади поперечных сечений долин VI—VII порядков в 15—20 раз превосходят таковые в долинах I—II порядков. Эти соотношения косвенно показывают, как может возрастать объем рудного вещества, поступающего в долины разных порядков.

Для оценки условий формирования россыпей важен, по-видимому, не только объем поступающего материала, но и соотношение его с площадью днищ долин, на которых остается золото, освобожденное из этого объема. Для формирования богатых россыпей днищ долин более благоприятно увеличение глубины долин, так как при этом на каждую единицу ширины днищ приходится большая площадь сечения, т. е. больший объем породы. Следовательно, в схеме следует считать, что условия формирования россыпей ухудшаются по мере возрастания порядков долин, ибо степень концентрации рудного вещества на днищах долин уменьшается.

Террасированность долин. Количество, высота и размещение террас в долинах разных порядков различны. По В. П. Философову (1959), количество террас соответствует порядку долин. Хотя в действительности столь строгого соотношения и не наблюдается, возрастание количества и высоты террас вместе с порядком долин несомненно.

Долины низких порядков обычно лишены террас. В немногих террасированных долинах количество и высота террас зависят от положения водотоков на площади бассейна: если они являются верхними звенями гидрографической сети или впадают в реку III—IV порядка, то террас не более одной-двух, а высота цоколей их над руслами до 3—5 м; у ручьев, впадающих в реки высоких порядков или находящихся вблизи их, количество террас иногда увеличивается до 3—4, а высота их — до 40—70 м.

Ширина низких террас по сравнению с днищами долин самая разнообразная, часто террасы шире днищ; более высокие террасы обычно узкие. Террасы протягиваются преимущественно по одной «теплой» стороне долин, обращенной на юг, юго-запад, запад. Как известно, в условиях вечной мерзлоты на склонах этих экспозиций происходит наиболее интенсивное солифлюкционное сползание рыхлого материала, отжимающего русла к «холодным» сторонам.

Террасы лучше развиты на участках, сложенных глинистыми сланцами, или в зонах повышенной трещиноватости, где долины шире, а солифлюкционные процессы более интенсивны. При преобладающем развитии песчаников этот тип террас сформирован слабее. Таким образом, различия в террасированности долин низких порядков на соседних участках одного бассейна иногда связаны с различиями в геологическом строении этих участков.

В долинах средних порядков количество и высота террас увеличиваются от долин III порядка к долинам V порядка, в которых встречается 4—6 уровней террас. Относительная высота цоколей наиболее высоких террас превышает 100—120 м. Количество террас увеличивается при пересечении реками пород малой устойчивости; при переходе долин в более плотные породы террасы исчезают или их становится меньше.

Размещение террас преимущественно одностороннее. В долинах III порядка односторонность часто связана с экспозицией. В долинах IV и V порядков имеет значение также общий наклон поверхности, вызванный косыми поднятиями: террасы примыкают к длинным склонам междуречий, на которых расположены и наиболее длинные притоки. Кроме этих обычных факторов, вызывающих асимметричное расположение террас, на многих участках долин наблюдается влияние еще одного фактора — разной степени устойчивости пород. Как указывалось выше, долины закладываются по тектоническим нарушениям разного рода; среди них многие разграничивают блоки, сложенные породами разной устойчивости. Долины, заложившиеся по таким разломам, сдвигаются в сторону пород меньшей устойчивости. Нередко малая устойчивость пород связана с их повышенной раздробленностью. Такая структурная асимметрия характерна для золотоносных участков долин рр. Чай-Юрюе, Мальдяк, Омчак и других.

В долинах высоких порядков количество четвертичных террас достигает 10—12, а высота цоколей верхних из них 200—270 м. По протяжению долин распространение террас многократно меняется в связи с изменением тектонического режима и в меньшей мере геологического строения участков, пересекаемых реками.

На участках долин, сформированных в условиях общих поднятий, террасы расположены на левой стороне в соответствии с законом Бэра-Бабине (отклоняющее влияние вращения Земли). Устойчивое положение террас на правой стороне долин иногда позволяет предполагать косое поднятие блоков или влияние структурной асимметрии, пацело «гасящих» влияние вращения Земли. Двустороннее симметричное расположение террас встречается крайне редко (низовье р. Дебина), указывая на все большее увеличение роли глубинной эрозии при формировании каждого последующего эрозионного уровня.

Интересны участки долин высоких порядков с врезанными меандрами. Наиболее длинный (более 25 км) участок, где врезанные меандры формировались на всех эрозионных уровнях, известен по Колыме, выше Сеймчано-Буюндинской впадины.

Как установлено для других территорий, врезанные меандры развиваются на участках поднятий (Геренчук, 1960). В долине Колымы соседство отрезка врезанных меандров с впадиной можно рассматривать как следствие разнонаправленных движений двух блоков или только опускания впадины, создающего на вышележащем отрезке долины тот же эффект, что и поднятие.

Иногда врезанные меандры развиты только на каком-либо одном террасовом уровне (Колыма выше р. Конго и устья р. Ухомыт, низовые р. Джелгала). Присутствие таких меандров всегда свидетельствует о движении блоков.

Рельеф коренного ложа днищ и террас. Коренное ложе днищ и террас долин обладает рядом особенностей рельефа, имеющих существенное значение для размещения россыпей. Наиболее отчетливо эти особенности выражаются в днищах, являющихся в большинстве долин основными эрозионными уровнями.

Судя по многочисленным поперечным профилям, золотоносных долин с узкими днищами, образованными в fazu rezko vyражennoj grubinnoj erozii, очень мало. Такие днища наблюдаются на участках современного вреза рек средних и высоких порядков и в погребенных «каньонах», разрезающих широкие днища или террасы долин средних и высоких порядков.

Большая часть днищ долин представляет собой широкие эрозионные уровни, сформированные в результате длительного и сложного процесса, при котором сочетались врезание и расширение долин. Наиболее очевидно это при анализе рельефа днищ долин, выработанных при одностороннем сдвигании русла.

В поперечном разрезе поверхность коренного ложа таких широких днищ горизонтальна или имеет небольшой наклон (рис. 7, профиль А). Наклон коренного ложа то совпадает с наклоном поверхности покрывающих его отложений, и пойма, а также русло находятся над более низкой частью ложа (рис. 7, профиль Б), то не совпадает, и пойма располагается над наиболее повышенной частью коренного ложа (рис. 7, профиль В).

В первом случае поверхность коренного ложа распадается на две-три ступени (передко равной ширины), превышающие друг друга всего на 1,5–2,0 м. Самая высокая ступень ограничивается высоким (10–25 м) уступом коренных пород, указывающим на величину врезания реки в период, предшествующий формированию днища. Во втором случае в поверхности коренного ложа выделяется самая низкая его часть — ложбина вреза, также ограниченная с одной стороны уступом. К ложбине примыкают одна-две слабо вогнутые поднимающиеся ступени, на границах которых передко находятся невысокие (1–1,5 м) барьеры коренных пород*. В обоих случаях общая разница в высоте правой и левой частей коренного ложа составляет 2–4 м в долинах низких и средних порядков и до 7–8 м в долинах высоких порядков.

На высокой ступени или в ложбинах лежат обычно самые мощные аллювиальные отложения плейстоценового возраста, часто перекрытые отложениями склонового ряда. Самая поздняя из ступеней коренного ложа покрыта голоценовым аллювием.

Рассмотренные особенности строения коренного ложа днищ долин повторяются и на широких поверхностях террас.

Строение рельефа и возраст осадков, покрывающих широкие коренные ложа различных эрозионных уровней, позволяют предположить следующий процесс их формирования. В начальную стадию формирования каждого уровня происходит максимальный врез русла, сочетающийся с расширением долин; возможность и естественность такого сочетания процессов допускается большинством исследователей. В эту стадию образуются наи-

* Присутствие барьеров на границах разновозрастных элементов отмечено Г. А. Постоленко (Постоленко, Джобадзе, 1975).

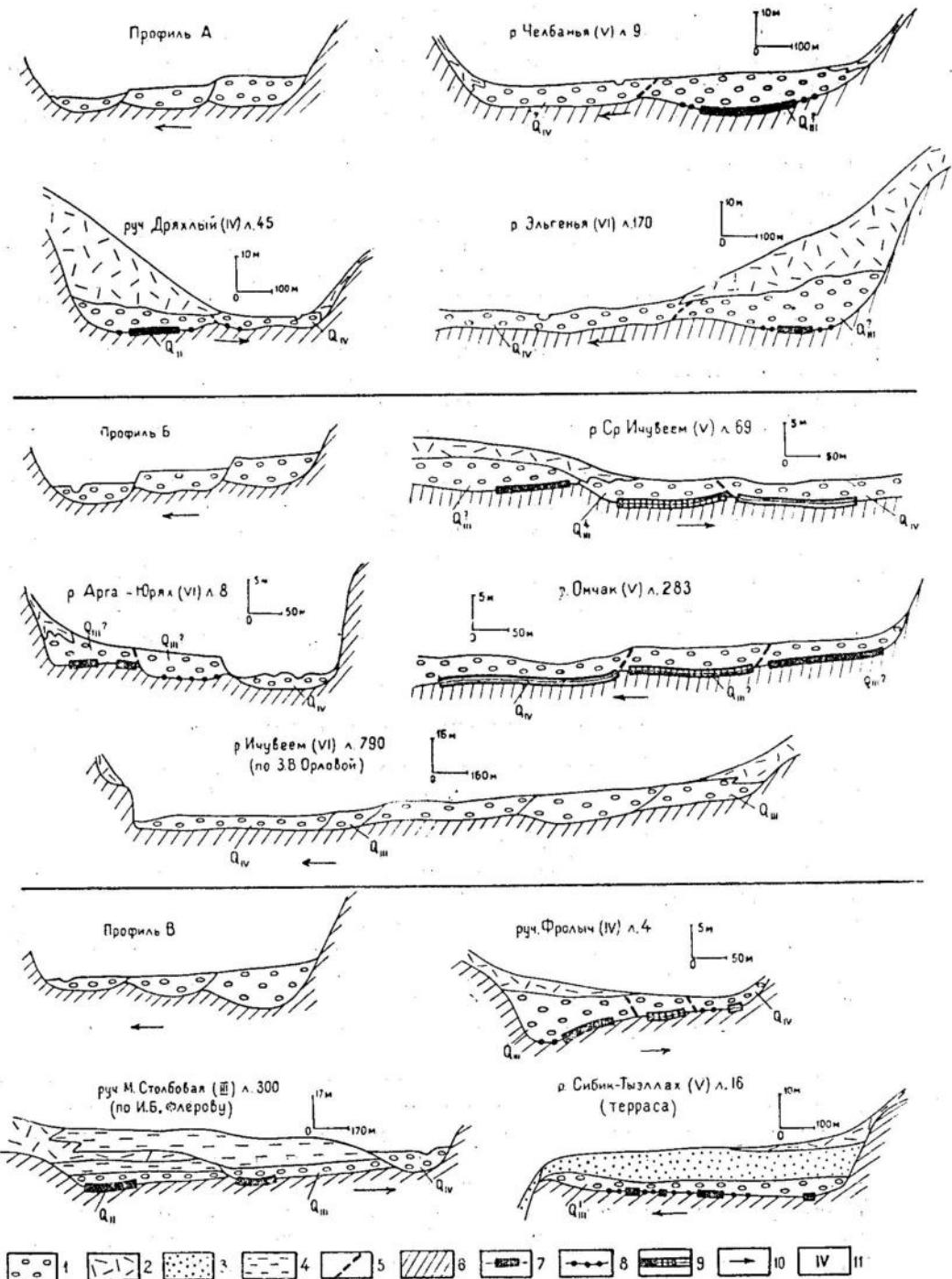


Рис. 7. Рельеф коренного ложа днищ и террас долин и размещение россыпей: 1—4 — отложения: 1 — аллювиальные, 2 — склоновые, 3 — флювиогляциальные, 4 — озерно-аллювиальные; 5 — предполагаемые границы разновозрастных пачек аллювия; 6 — коренные породы; 7—8 — россыпи: 7 — промышленные, 8 — непромышленные; 9 — промышленные россыпи одного месторождения с убыванием содержания от высокого к низкому; 10 — направление смещения русел; II — порядок долин.

более глубокие ложбины или, наоборот, самые верхние ступени эрозионных уровней. Последующее формирование коренного ложа происходит при одностороннем сдвигании русел, приводящем к слабому подъему или выработке горизонтальной поверхности ложа*. Различия в наклоне поверхности коренного ложа, вероятно, отражают направленность тектонических движений на данном участке: при замедлении поднятий образуется «восходящая», при усилении — «нисходящая» ступенчатость, при стабильном режиме — горизонтальная поверхность.

Сдвигание русел происходит, по-видимому, не равномерно, а ритмами**. В начале каждого ритма несколько усиливается врезание, что вызывает образование «нисходящей» ступенчатости либо появление невысоких барьеров при формировании поднимающейся или горизонтальной поверхности коренного ложа. Ритмы сопровождаются образованием аллювия все уменьшающейся мощности. Предполагаемая последовательность формирования отдельных элементов рельефа широких эрозионных уровней объясняет одну часто встречающуюся особенность положения россыпей: на каждом эрозионном уровне россыпи (особенно их обогащенные участки) расположены обычно ближе к тыловым закраинам, т. е. на наиболее древних элементах рельефа. Более поздние «восходящие» или «нисходящие» ступени лишиены россыпей или богатство их убывает с повышением возраста (см. рис. 7). Определенное значение для размещения россыпей близ тыловых закраин долин имеет, вероятно, и само заложение долин вдоль продольных и поперечных рудоносных разломов.

Связь россыпей с первоначальными элементами долинного рельефа может быть утрачена при их последующем преобразовании и переселении золота на более низкие уровни.

Аллювиальные отложения долин разных порядков

Особенности аллювиальных отложений долин разных порядков описаны в работах Ю. А. Травина с соавторами (Травин, 1972; Травин, Волович, Фёдоров, 1973), П. О. Генкина и Ю. И. Гольдфарба (Гольдфарб, Генкин, 1970; Генкин, 1972, 1975).

Ю. А. Травином охарактеризованы особенности аллювия, связанные с различиями в гидродинамических условиях формирования, геологическом строении бассейнов и длительности развития долин разных порядков.

Отмечается, что энергия и скорость течения у крупных водотоков гораздо больше, чем у малых, так как, хотя продольные уклоны тальвегов и уменьшаются при возрастании порядков, дебит потоков при этом значительно усиливается. В крупных реках увеличивается и длительность обработки аллювиального материала.

При общем преобладании во всех врезах аллювия осадков русловой фации в долинах рек средних и особенно высоких порядков развиты осадки пойменной и старичной фации. В вертикальном разрезе аллювия долин низких порядков отсутствует дифференциация материала по крупности, присущая аллювию долин более высоких порядков. В аллювии русловых фаций долин низких порядков много глины, количество которой уменьшается в аллювии долин средних и особенно высоких порядков. При относительно однородном субстрате с возрастанием порядков долин средняя крупность обломочного материала уменьшается, а степень его обработки увеличивается. «Нормальная» мощность аллювия в долинах низких (I—III) порядков составляет 1—4 м, средних (III—IV) — 3—8 м и высоких (VI и выше) — 8—12 м. Крупность материала и мощность аллювиальных отложений в долинах одного порядка изменяются при разных динамических фазах развития.

* Предлагаемая схема формирования коренного ложа широких днищ долин в принципе повторяет схему В. В. Ламакина (1948).

** Такого рода ритмичность формирования аллювия хорошо видна на профилях р. Ичувеем, составленных З. В. Орловой (1963).

Особенности геологического строения бассейнов сказываются на размерах и составе галек, а также минеральном составе шлихов. Чем выше порядок рек, тем более разнообразен состав галек и шлиховых минералов, поскольку разнообразнее комплекс пород, слагающих площади бассейнов.

Длительность формирования долин разных порядков различна; чем выше порядок долин, тем шире возрастной диапазон аллювия.

Согласно П. О. Генкину и Ю. И. Гольдфарбу, основные различия между аллювием разнopoядковых долин обусловлены различиями в динамических фазах, преобладающих при выработке коренного ложа долин и формировании нижнего, залегающего на нем слоя аллювия. Днища долин низких порядков образуются в fazu врезания и покрыты слоем инсторативного аллювия. В долинах средних и высоких порядков на коренном ложе, формирующимся главным образом в fazu расширения (речной абразии), лежит абразионный аллювий. Лишь в наиболее глубоких частях днищ (древних тальвегах) в долинах средних и реже высоких порядков сохраняется инсторативный аллювий. В долинах всех порядков верхняя часть отложений русской фации представляет собой перстративный аллювий, образующийся в fazu равновесия при многократном перемыве образований fazы расширения долин.

Литологические особенности инсторативного аллювия — слабая обработка галек, наличие щебня, высокая глинистость мелкоземистого материала — особенно типичны для долин низких порядков, в русла рек которых поступает большое количество материала со склонов. В долинах высоких порядков глинистость инсторативного аллювия может уменьшаться (Генкин, 1975).

Абразионный аллювий характеризуется хорошей сортированностью и обработанностью галек, мелкозем представлен песком и гравием, глина отсутствует или ее очень мало. Перстративный аллювий в долинах низких порядков отличается от подстилающего его инсторативного несколько большей обработанностью обломочного материала и меньшей глинистостью, а в долинах средних и высоких порядков — меньшими размерами галек и еще более высокой окатанностью.

Характеристика инсторативного аллювия, данная П. О. Генкиным и Ю. И. Гольдфарбом, соответствует особенностям инсторативного плотикового аллювия, многократно описанного И. П. Карташовым (Карташов, 1957, 1958, 1961, 1965). Позднее И. П. Карташов существенно изменил свои представления, считая, что аллювию участков вреза присуща высокая «промывистость» мелкозема, а глинистый плотиковый аллювий, названный субстративным, формируется только при расширении долин (Карташов, 1972, 1976).

Расхождения в представлениях разных исследователей о характере аллювия различных динамических faz вполне естественны. Если понятия о динамических fazах развития долин приведены в сравнительно стройную систему, то изученность аллювиальных отложений долин низкогорных районов Северо-Востока (как и в других регионах) находится еще на низком уровне*. В связи с этим следует считать, что характеристика специфики литологических особенностей аллювия, обусловленных различиями динамических faz, является задачей дальнейших исследований.

Переходя к краткой характеристике аллювиальных отложений разнopoядковых групп долин, укажем, что для нас, как и для Ю. А. Травинса, наиболее очевидные различия в их строении и составе в первую очередь являются следствием совершенно неодинакового гидродинамического режима потоков разных порядков.

Как отмечают все исследователи, аллювию долин низких порядков свойственна плохая сортированность. Аллювий представлен

* Необходимы более полные данные о строении аллювия, составе и обработанности галек, выходе и составе тяжелых минералов, возрасте отдельных слоев, определением по многим поперечным разрезам аллювиальных свит.

щебенисто-галечными отложениями, в заполнителе которых присутствуют гравий, дресва, песок, ил, глина. Глинистость заполнителя, большое количество плохообработанных обломков, несортированность материала по слоям составляют типичную особенность отложений. Реже встречаются разрезы, в которых появляется некоторая дифференциация осадков, заключающаяся в том, что в верхней части толщи аллювия глинистость уменьшается, глину заменяет ил и несколько улучшается обработка обломков. Мощность аллювиальных отложений в осевых частях долин до 5—6 м. Для многих долин Яно-Колымской провинции возраст нижней части таких отложений определяется как сартанский. Долины I и II порядков нередко асимметричны, в днищах их выделяются более древняя часть, сформированная в плейстоцене и покрытая пескоструйным глинистым аллювием, и пойма, сложенная голоценовыми галечниками с иловато-песчаним заполнителем.

Характер аллювиальных отложений долин низких порядков, как отмечено Ю. А. Билибиным, определяют два фактора. Во-первых, в русла поступает большое количество материала склоновых отложений, являющихся основными поставщиками щебня и иллюстрированного мелкозема. Во-вторых, при малой мощности потоков, хотя и резко увеличивающейся в кратковременные периоды паводков, материал не успевает перерабатываться.

В аллювии долин средних порядков наблюдается четкая дифференциация осадков по вертикальному разрезу, которая выражается в появлении песчано-иллистых осадков пойменної фации и разделении отложений русловой фации на два слоя галечников. Галечники верхнего слоя состоят из некрупных, хорошо или средне окатанных галек и разнозернистых песков с гравием или монофракционных. В нижнем слое галечников галька крупнее, хуже окатана, в основании слоя часты обломки. Заполнитель галечников — гравийные пески с разным, иногда очень большим количеством глины.

Граница между песчанистыми и глинистыми галечниками резкая. При высокой глинистости галечники нижнего слоя становятся иногда желто-бурыми в отличие от серых галечников верхнего слоя. Но четкость границ между слоями необязательна, переход от песчанистых галечников к глинистым бывает и постепенным.

При общей мещности галечников русловой фации 2—5 м соотношение мощности обоих слоев самое различное. В долинах III порядка мощность нижнего слоя часто больше, чем в долинах V порядка. Повышение мощности и степени глинистости галечников замечается при совпадении долин с зонами раздробленных, сильно выветрелых пород.

Во многих разрезах аллювия самыми нижними являются щебенистые отложения, состоящие из неокатанных, горизонтально залегающих обломков и дресвяно-глинистого заполнителя. Иногда среди щебня встречаются окатанные гальки и крупные валуны кварца, просевшие из вышележащих галечников. Щебенистые отложения представляют несмещенный элювий, постепенно переходящий в коренные породы, либо смещенный — падающий на последние с резкой границей. Доказательством смещения обломков является несоответствие их петрографического состава составу подстилающих коренных пород.

Наибольшая мощность щебенистого горизонта наблюдается на песчаниках, в зонах их интенсивного дробления (в долине р. Гремучей до 3 м); на сланцах и тонкослоистых алевролитах она не более 0,4—0,8 м.

Рассмотренные особенности строения аллювия характерны преимущественно для плейстоценовых отложений, покрывающих коренное ложе широких террас и днищ. В поймах рек, где голоценовый аллювий налегает на коренные породы, последний представлен преимущественно песчанистыми галечниками, обычно двухслойными, но с очень слабой глинистостью или полным отсутствием его в нижнем, как правило, более крупногалечном слое. Такие галечники выстилают коренное ложе широких и очень узких

пойм, образующихся на участках интенсивного вреза. В узких днищах негребеных «каньонов» плейстоценовый аллювий представлен галечниками с большим количеством глины в заполнителе.

Двухслойные разрезы галечников русловых фаций, свойственные аллювию как низкогорных, так и равнинных рек, издавна привлекают внимание исследователей. Различия верхнего и нижнего слоев осадков русловой фации В. В. Ламакин (1948) рассматривал как следствие образования их в различной обстановке. Нижний слой с более крупным материалом формируется в стрежневой зоне русла, верхний с более мелким — в береговой. Аналогичное толкование двухслойных разрезов дали Е. В. Шапцер (1965), И. П. Карташов, а позже П. О. Генкин и Ю. И. Гольдфарб выделили верхний слой галечников как отложения перстративной фазы, формирующиеся за счет размытия и переотложения материала ранее образованного аллювия; вреза русла в коренные породы в эту фазу обычно не происходит.

Доказательством правильности каждого из этих положений могут быть данные о возрасте слоев аллювия, поскольку в первом случае образование их представляется синхронным, а во втором — верхний слой должен быть моложе нижнего.

По данным палинологических анализов, в долинах Северо-Востока установлены разные возрастные соотношения аллювиальных пачек в по-перечных сечениях долин и слоев в вертикальных разрезах. Вероятно, два слоя галечников русловых фаций в разных долинах могут быть осадками как разных фаций, так и разных фаз и даже циклов развития долин*.

В аллювии долин высоких порядков более мощными и постоянными становятся песчано-илистые осадки пойменной и старичной фации. Как и в долинах средних порядков, в осадках русловой фации часто выделяются два слоя: верхний — с мелкими, хорошо окатанными гальками и нижний — с крупными, хуже окатанными гальками и обломками. Заполнителем в обоих слоях служат пески с гравием, более крупнозернистые в нижнем слое. В приплотниковой части нижнего слоя изредка появляется слабая глинистость. Граница между слоями не всегда четкая, наблюдаются постепенные переходы. Мощность аллювия русловых фаций 3—7 м. Элювиальные щебенистые слои развиты широко; как и в долинах средних порядков, они обычно отсутствуют под голоценовыми отложениями.

Кроме этих разрезов на некоторых участках долин есть и совсем иные. Так, в долине р. Берелех, ниже р. Челбанья, развиты мощные (до 3—4 м) слои глинистых галечников, в долине р. Детриш, выше р. Омчуг, в низах разреза лежат даже не галечники, а маломощные гравийники или пески с галькой, перекрытые мощными иловато-песчаными осадками. Разрезы первого типа отмечают опущенные блоки. Природа участков, на которых развиты осадки второго типа, неясна. Очевидно, первоначальные аллювиальные пачки здесь размыты и замещены более поздними отложениями.

Сравнение литологических особенностей аллювия разнопорядковых долин показывает, что наиболее существенным отличием их, отражающимся в характере золотоносных пластов, является уменьшение степени глинистости аллювия при возрастании порядков. Причиной этого явления может быть уменьшение количества глины, поступающей в аллювий, или ухудшение условий ее аккумуляции.

Как уже отмечено, главным источником глины для аллювия долин низких порядков служат склоновые отложения. Они поставляют глину и в долины III и более высоких порядков. Непосредственное поступление ее из склоновых отложений убывает с возрастанием порядков долин, возмещающаяся выносом глинистого аллювия из долин низких порядков.

Вторым поставщиком глины служат выветрелые коренные породы самого ложа долин. Наибольшая глубина и полнота выветривания коренных

* На одном из участков долины р. Омчук, по данным палинолога ЦНИГРИ З. В. Стрепетовой, под голоценовыми галечниками обнаружен маломощный слой галечников казанцевского возраста.

пород свойственна участкам развития линейных кор выветривания. Влияние их на глинистость аллювия, однако, ограничено, так как большая часть таких кор сохранилась только в районах слабых поднятий. Большее значение имеет обычное подрусловое выветривание, следы которого часто наблюдаются в плотниках россыпей, особенно там, где корениные породы подверглись сульфидной минерализации.

Некоторую часть глинистого материала дает истирание обломков пород с глинистыми частицами*.

Различие в количестве глины, поступающей в аллювий долин разных порядков, не поддается точному учету, но можно предполагать, что в долины средних и высоких порядков она поступает в сравнимых количествах. Условия аккумуляции ее в приплотниковых частях аллювия совершен-но различны в связи с различными мощностью и скоростью потоков. Чем мощнее водоток, тем полнее идут перемыв и сортировка материала по крупности, больше глины уносится вниз по течению или отлагается на поверхности пойм. Если вымывание глины ослабляется (при уменьшении уклонов водотоков в блоках опускания), то и в больших долинах образуются слои галечников с повышенной глинистостью заполнителя. Вероятно, меньшие уклоны долин чукотских районов (Ичувеемского, Раучуанского) по сравнению с районами Яно-Колымской провинции объясняют более высокую глинистость аллювия в этих долинах.

Петрографический состав, окатанность галек и состав минералов тяжелой фракции. Петрографический состав галек становится более разнообразным при увеличении порядков долин; чем выше порядок долин, тем явственнее сортировка пород галек по прочности. В аллювии долин высоких порядков больше галек песчаников, туфогенных пород, мелкозернистых гранитов и т. д. Количество галек кварца уменьшается, так как кварц легко дробится и только самые прочные его разновидности способны пройти большее расстояние.

Обработка обломков начинается в долинах I порядка; в долинах II порядка балл окатанности достигает 1,2—1,3**, средних порядков — 1,3—1,7, высоких — 1,8—2,3. В аллювии долин средних и особенно высоких порядков увеличивается количество хорошо и отлично окатанных галек. Окатанность улучшается при уменьшении размеров галек; только мелкая галька кварца оказывается хуже окатанной, чем крупная, так как уменьшение ее размеров связано не с истиранием, а с раскалыванием.

В долинах высоких порядков более гладкой становится и поверхность галек, что особенно заметно на некоторых гальках плотного кварца. Можно предположить, что шлифовка поверхности галек аллювия высоких порядков возникает в связи с накоплением в нем зерен минералов большой твердости.

В шлихах аллювия золотоносных долин обнаружено около 60 минералов. Большая часть их составляет доли процента, редко 4—5%. Шлихобразующими, составляющими 20—90% тяжелой фракции, являются ильменит, магнетит, гранат, окислы железа, сульфиды, эпидот-циозит, роговая обманка.

Основную часть минералов тяжелой фракции дают изверженные породы, вулканиты и зоны сульфидной минерализации.

Состав минералов, как и галек, более разнообразен в аллювии долин высоких порядков. При этом с возрастанием порядка долин сортировка минералов увеличивается по степени абразивной прочности и устойчивости к выветриванию.

Выход тяжелых минералов на площадях однотипного геологического строения больше в аллювии малых долин, что косвенно указывает на ухудшение условий их концентрации в крупных долинах.

* Это явление описано Н. А. Шило и З. В. Орловой (1972).

** При пятибалльной системе: 0 — щебень, 1 — плохо, 2 — средне, 3 — хорошо, 4 — отлично окатанная галька.

Время заложения долин разных порядков

Возраст аллювиальных отложений в определенной степени коррелируется с порядком долин: чем выше порядок, тем чаще распространены в них более ранние отложения. В Яно-Колымской провинции, кроме голоценового аллювия, встречающегося во всех долинах, в долинах низких порядков развиты преимущественно сартанские, реже более древние отложения, в долинах средних порядков — позднеплейстоценовые, в том числе очень широко — казацьевские, и среднеплейстоценовые, в долинах высоких порядков к ним прибавляются и раннеплейстоценовые. В чукотских районах замечено некоторое «одревнение» аллювия: казацевский известен и во многих долинах низких порядков, а в долинах средних порядков — раннеплейстоценовый и плиоценовый.

Особенности распространения разновозрастного аллювия позволили В. П. Философову (1959) и другим исследователям (Красков, Лобанов, 1969; Травин, Волошин, Федотов, 1973) считать, что по времени заложения долины разных порядков различны.

Мы полагаем, что это представление едва ли правильно по отношению ко всей системе долин. Несомненно, среди долин I—II и даже III порядков есть долины относительно позднего заложения (например, те, которые рассекают террасы долин средних и высоких порядков), однако количества их невелико. Основная часть долин I—III порядков, вероятно, была заложена вместе с долинами более высоких порядков, и общий рисунок речной сети, как это предполагает и С. С. Воскресенский, сложился к плиоцену.

Возраст аллювиальных отложений, наблюдающихся в настоящее время, не может служить показателем времени заложения долин. В узких долинах I—III порядков каждое новое врезание уничтожает древние днища и покрывающий их аллювий. Но и здесь сохраняются иногда фрагменты террас со средне- и нижнеплейстоценовым аллювием. Известны долины, днища которых смыкаются с коренным ложем среднеплейстоценовых террас и казацьевских (ручьиев Заболоченный и Мой, притоков р. Эльгенья).

Глубина долин низких порядков намного превышает высоту уступов верхнеплейстоценовых террас долин высоких порядков, т. е. глубину их вреза в эти этапы. Трудно представить, чтобы при реgresсивной эрозии долины низких порядков могли столь быстро углубиться. Мало вероятна и возможность длительного существования крупных рек, лишенных притоков. Подземные и поверхностные воды должны были найти пути стока, используя системы трещин и разломов сразу же после становления континентального режима на территории Северо-Востока.

Вопрос о времени заложения долин имеет значение для понимания условий формирования россыпей. Только представление о синхронном заложении долин разных порядков может объяснить наличие террасовых россыпей в тех долинах, где они питались за счет выноса золота из притоков, имеющих в настоящее время только голоценовые отложения.

РОССЫПИ ДОЛИН РАЗНЫХ ПОРЯДКОВ

История и состояние вопроса

Исследование особенностей россыпей в зависимости от принадлежности их к долинам разных порядков представляет собой новое направление в изучении россыпей; целесообразность его разделяется не всеми исследователями. Однако принципиальная сущность этого направления не нова, и положение о необходимости учета размеров долин для выявления особенностей россыпей разработано сравнительно давно.

Первое из известных нам исследований этого вопроса принадлежит

Р. В. Нифонтову. Полагая, что «протяженность потока, ширина его долины в момент формирования россыпей и угол падения русла представляют собой факторы, особенно сильно влияющие на формирование россыпей» (Нифонтов, 1937, с. 58), он выделил россыпи трех групп долин: ключей малого протяжения (до 3 км), ключей среднего и большого протяжения (3—25 км) и рек (более 25 км).

Длина россыпей первой группы долин не более 0,2—0,6 км; золото нередко рассеяно по всей толще отложений, расположение его крайне невыдержанное.

Россыпи второй группы долин наиболее многочисленны; условия образования их весьма благоприятны, так как золото из этих долин почти не выносится. Длина россыпей 1—5 км, редко она равна длине самой долины. Средняя ширина россыпей, расположенных в верхних частях долин, 30—40, нижних — 60—120 м. Мощность золотоносных пластов 0,2—3,4 м; золото обычно приурочено к пизам аллювия. Наиболее обогащенные части россыпей тяготеют к осевым линиям долин. Россыпи располагаются в разных частях долин, что определяется положением коренных источников, уклонами долин и крупностью золота. При более крупном золоте и меньших уклонах наиболее обогащенные участки россыпей находятся ближе к коренным источникам.

Протяженность россыпей третьей группы долин часто очень большая (десятка километров) — это следствие широкой золотоносности коренных пород, пересекаемых реками, и приноса золота из многочисленных притоков. От двух первых групп россыпи речных долин отличаются лучшей окатанностью и сортированностью материала, более четкими литологическими особенностями слоев. Ширина промышленных россыпей весьма различна и определяется степенью обогащенности аллювия золотом и условиями формирования россыпей. Золотоносный пласт литологически однороден, с равным обогащением.

Ю. А. Билибин (1938) выделил как особый тип, отличающийся от других аллювиальных россыпей, — россыпи распадков, так как в них формирование отложений происходит при поступлении большого количества материала со склонов.

На Северо-Востоке положение о связи параметров россыпей с размерами долин впервые было использовано Ю. Н. Трушковым (1955) для определения густоты разведочной сети при поисковой разведке. Ю. Н. Трушков полагал, что размеры россыпей непрерывно возрастают при увеличении длины и ширины долин.

А. В. Хрипков (1958) также подошел к определению оптимальной густоты разведочной сети, анализируя связь параметров россыпей с длиной и шириной долин (табл. 15).

Таблица 15
Соотношения параметров долин и россыпей, по А. В. Хрипкову

Параметры	Протяженность долины, км								
	до 3	5	7	10	15	20	25	30	35
Средняя длина промышленных россыпей, км	1,4	2,5	3,5	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	
Ширина долин, м	160	180	280	380	440	540	660	760	860
Средняя ширина россыпей, м	33		49	57	84		90		

Из приведенных данных следует, что чем меньше длина и ширина долин, тем большую часть их могут занимать россыпи.

На основании данных об изменениях длины и ширины россыпей А. В. Хрипков предложил определенные расстояния между линиями и

выработками при проведении поисковой (два этапа) и предварительной разведки.

А. П. Божинский (1958, 1965), учитывая особенности проведения поисковых и разведочных работ в долинах разного размера, разделил последние на четыре группы:

короткие (до нескольких километров) лога с крутым падением; в них встречаются только очень небольшие россыпи, иногда с высоким содержанием;

небольшие долины длиной 10—30 км, обычно узкие, ширина русла не превышает 5—7 м; россыпи встречаются часто;

долины среднего размера, длина их до 100—150 км, ширина русла 10—50 м; долины наиболее благоприятны для образования россыпей, имеющих большое промышленное значение;

магистральные долины длиной в сотни и тысячи километров с мощными речными потоками; в этих долинах крупные промышленные россыпи не образуются.

На возможность применения анализа порядков долин при поисках россыпей указал В. П. Философов (1959). Однако впервые такой анализ был проведен Ю. А. Травиным, установившим зависимость между продуктивностью* россыпей и порядком долин (Травин, 1966). По Ю. А. Травину, россыпи долин низких (I—II—III), средних (III—IV—V) и высоких (VI и выше) порядков отличаются следующими особенностями.

Продуктивность россыпей возрастает от долин низких порядков к средним и убывает в долинах высоких порядков. Это объясняется тем, что долины средних порядков (особенно IV) часто совпадают с рудоносными разломами и именно в них создаются оптимальные гидродинамические условия для накопления золота (Травин, 1966).

Намечается смещение пика продуктивности россыпей в сторону долин более высоких порядков в районах интенсивных поднятий, низких порядков — в районах слабых поднятий (Травин, 1972; Павлов, Травин, 1972).

Связь россыпей с коренными источниками в долинах низких порядков непосредственная, средних — косвенная, высоких — подчеркнуто косвенная. Рассыпь долин низких порядков невелика по размерам, а запасы их сопоставимы с запасами коренных источников, крупные запасы россыпей долин средних и высоких порядков часто совершенно несопоставимы с запасами коренных источников (Травин, Федотов, 1970).

Мощность золотоносных пластов в россыпях долин высоких порядков понижена и сравнительно выдержанная; в россыпях долин средних порядков она несколько больше, изменяется в довольно широких пределах; в россыпях долин низких порядков — крайне непостоянная, но больше, чем в долинах высоких порядков. Различия в мощности пластов обусловлены разным гидродинамическим режимом, в связи с чем изменяется степень глинистости аллювия, влияющая на мощность пластов (Травин, 1972).

В плане продуктивных горизонтов золото распределено обогащенными гнездами на относительно бедном фоне. Рассыпь долин низких порядков представляют собой вытянутые тела с наиболее богатыми гнездами в середине; в россыпях долин высоких порядков распределение золота подчеркнуто гнездовое, в долинах средних порядков — промежуточное между распределением в россыпях долин низких и высоких порядков.

Ю. А. Травиным сделан вывод об отсутствии зависимости длины и ширины россыпей от порядков долин. В качестве одного из возможных путей определения оптимальной сети поисковой разведки предложено использовать для россыпей долин низких и средних порядков анализ соотношения минимальных параметров промышленных россыпей и долин, а для долин

* Ю. А. Травин продуктивностью называет количество золота, полученного при делении суммарного запаса в разведенных долинах определенного порядка на суммарную длину этих долин.

высоких порядков рекомендовано заложение разведочных линий не реже чем через 1 км при расстояниях между выработками на линиях 10 м (Травин и др., 1974).

Отдельные вопросы характеристики россыпей долин разных порядков освещены в работах А. В. Поляницына и Е. И. Тищенко (1967), В. В. Краскова и В. В. Лобанова (1969). По А. В. Поляницыну и Е. И. Тищенко, средняя ширина россыпей увеличивается с возрастанием порядков долин линейно, а возрастание средней длины выражается кривой параболического типа. Исходя из этих данных, рекомендована сеть поисковых и разведочных линий для долин разных порядков.

В. В. Красков и В. В. Лобанов установили, что большинство россыпей Центральной Чукотки находится в долинах IV порядка, причем самые значительные принадлежат долинам V порядка; длина россыпей не зависит от порядка долин; между порядком долин и возрастом выполняющих их рыхлых отложений существует корреляционная зависимость.

Таким образом, круг вопросов, связанных с характеристиками россыпей долин разных порядков, достаточно широк и позволяет дать некоторые практические рекомендации по проведению поисково-разведочных работ.

Подчеркнем, что принимаемая группировка россыпей по долинам низких, средних и высоких порядков во многом близка к группировкам Р. В. Нифонтова и А. П. Божинского (табл. 16). Это сходство подтверждено

Таблица 16

Группировка россыпей по размерам долин

По Р. В. Нифонтову (1937 г.)	По А. П. Божинскому (1965 г.)	По П. О. Генкину, Е. Я. Синюгиной, О. Х. Цопанову
Россыпи		
долин ключей малого протяжения (до 3,0 км)	коротких логов (до нескольких километров)	долин низких порядков (средняя длина до 3,5 км)
долин ключей среднего и большого протяжения (3—25 км)	долин рек небольшой длины (10—30 км)	долин средних порядков (средняя длина до 40 км)
долин рек (более 25 км)	долин рек среднего размера (30—160 км) долин крупных рек (более 150 км)	долин высоких порядков (средняя длина более 40 км)

дает правильность разрабатываемого направления изучения россыпей, систематизирующего данные по условиям формирования и изменения параметров россыпей. Совершенствование такой систематизации представляется необходимым для повышения эффективности поисково-разведочных работ.

Россыпи долин низких, средних и высоких порядков

На Северо-Востоке известны россыпи долин I—VII и IX порядков. Как и в большинстве золотоносных регионов Советского Союза, основные промышленные россыпи Северо-Востока (в том числе с запасами 5-го класса) сосредоточены в группе долин средних (III, IV, V) порядков.

Процентные соотношения количества россыпей долин низких, средних и высоких порядков — 45, 53, 2; суммарной длины — соответственно 21, 70, 9; суммарных запасов — 9, 83, 8. По отношению к средней по региону средняя насыщенность россыпей долин низких порядков составляет 43%, средних — 106%, высоких — 82%.

Россыпи разнопорядковых групп долин существенно различаются по размерам и условиям залегания, что вместе с различиями в суммарных запасах и насыщенности позволяет рассматривать их как определенные промышленные группы.

Россыпи находятся в долинах одного порядка или в долинах, порядок которых меняется по длине россыпей (например, I-II, I-II-III, III-IV-V, IV-V, IV-V-VI и т. д.). Все параметры россыпей долин разных порядков приведены из расчета данных по россыпям, находящимся в долинах одного порядка. Иными словами, единые тела россыпей иногда оказываются расчлененными.

Связь и размещение россыпей долин разных порядков определяются богатством и степенью концентрации коренных источников и пространственными соотношениями долин разных порядков с зонами коренных источников.

Степень связи россыпей долин разных порядков между собой различна, что видно на примере россыпей Яно-Колымской провинции (табл. 17).

Таблица 17

Степень связи россыпей долин разных порядков в Яно-Колымской провинции

Порядок долин	Количество россыпей, %	В том числе продолжается в долинах более высоких порядков, % к количеству россыпей							С россыпями долин более высоких порядков	
		II	III	IV	V	VI	VII	IX	имеет связь	не имеет связи
I	14	27	30	10	3	1	4	—	75	25
II	29	—	35	15	7	1	3	—	61	39
III	30	—	—	26	7	2	—	1	36	64
IV	15	—	—	—	12	1	—	—	13	87
V	5	—	—	—	—	—	8	—	8	92
VI	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VII	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IX	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Чем выше порядок долины, вмещающей россыпь, тем все с меньшим количеством россыпей долин более высокого порядка она имеет связь; иными словами, вынос золота из долин уменьшается с возрастанием их порядков.

По характеру связи россыпей выделяются россыпи-одиночки и системы сочлененных россыпей. Рассыпь-одиночки располагаются в долинах одного порядка или нескольких порядков, меняющихся по протяжению россыпей. Эти россыпи известны в долинах всех порядков, наибольшее их количество находится в долинах II-III порядков. Показательными примерами таковых являются россыпи рр. Челбанья, Бурганди, Укразия, Ударник, ручьев Клипа-Тенистого, Игуменовского (Яно-Колымская провинция). Большая часть россыпей-одиночек образуется за счет небогатых рудопроявлений, локализованных на небольших площадях, реже источниками их служат более широкие зоны или более богатые рудопроявления.

Среди сочлененных систем различаются простые, в которых к россыпи главной долины причленяются от 1 до 4 россыпей-притоков, и сложные, включающие 5-15 и более россыпей-притоков. В простых системах россыпь главной долины чаще всего относится к III порядку, реже II или IV и более высоким. Таковы в Яно-Колымской провинции россыпи рр. Вилка — Победа, Омчуг, Сибик-Тыэллах, Эльгенья, руч. Кварцевого, в Чукотской провинции — рр. Гремучей, Ичувеем. В системах многочленных россыпей главные россыпи принадлежат долинам IV-VII порядков: рр. Хатынских, Омчак, Чай-Юрюе — Берелех, Малый Ат-Урях, Нижний Нексиан, руч. Штурмового (Яно-Колымская провинция).

В сочлененных системах каждая из россыпей-притоков имеет свой источник питания; россыпи главных долин формируются из золота, высевенного притоками, или имеют свои коренные источники. Сочлененные россыпи образуются на всех типах питающих площадей, но обычно чем сложнее и обширнее система, тем большее значение имеют в питании крупные рудопроявления. В Яно-Колымской провинции все основные рос-

сыни входят в многочленные сложные системы, и почти все промыпленные коренные месторождения находятся на площадях развития этих систем.

Примечательно размещение одиночных и сочлененных россыпей в региональном плане. В Яно-Колымской провинции одиночные россыпи распространены по всей ее площади, однако наибольшее их количество встречается на западном и восточном флангах. Увеличение количества одиночных россыпей на восточном фланге связано с изменением структурной обстановки, меньшей глубиной залегания фундамента, развитием брахиформной складчатости. На западном фланге формированию одиночных россыпей способствует геоморфологическая обстановка — малый врез долин, уменьшающий запасы россыпей и их длину. В центральной части провинции одиночные россыпи находятся на локальных участках, по тем или иным причинам наименее благоприятных для концентрации коренных источников. Аналогичное размещение одиночных и сочлененных россыпей наблюдается и в Чукотских золотоносных районах, где сочлененные россыпи расположены преимущественно в центральных частях золотоносных зон и узлов.

Особенности размещения и запасов россыпей-одиночек и сочлененных, установленные на Северо-Востоке, составляют одну из общих закономерностей размещения россыпей, повторяющуюся во многих золотоносных регионах. Очень близкими в разных регионах оказываются и соотношения количества одиночных и сочлененных россыпей разных типов. На Северо-Востоке 40% россыпей представляют россыпи-одиночки, 30% — объединяются в простые системы и 30% — в сложные. Соотношение россыпей-одиночек и сочлененных отражает особенности концентрации коренных источников, в то же время является и показателем освоенности района.

На площадях отдельных золотоносных узлов выделяются золотоносные площади с древовидным, линейным, древовидно-линейным, радиальным рисунками россыпной сети и беспорядочным размещением россыпей*.

Под площадями с древовидным рисунком размещения россыпей подразумеваются площади с резко выраженным преобладанием сочлененных систем россыпей. Такой рисунок характерен для площадей узлов с наиболее богатыми и сближенными коренными источниками и достаточно расчлененным рельефом.

При линейном размещении преобладают россыпи-одиночки, располагающиеся в поперечных долинах, рассекающих вкрест простирации сравнительно бедные узкие или широкие золотоносные зоны. Россыпи локализуются преимущественно в долинах средних, реже — низких порядков.

Древовидно-линейный рисунок образуется на площадях гетерогенного геологического строения, при котором тесно сочетаются участки древовидного и линейного размещения.

Радиальный рисунок возникает при радиальном расположении долин и концентрации коренных источников в их верховьях, что свойственно участкам брахиформных складок, невскрытых интрузий, экзоконтактов зон интрузий. Преобладают россыпи-одиночки или простые системы из 2—3 россыпей.

Беспорядочное размещение наблюдается на площадях рассредоточенного бедного оруденения, где обычно и речная сеть не имеет четкой ориентировки, а россыпи, преимущественно одиночки, находятся на большом расстоянии друг от друга и в расположении их не улавливается определенной закономерности.

Россыпи долин низких порядков. Россыпи долин низких порядков из-

* Исследование рисунка россыпей золота Забайкалья проведено Р. М. Файзулинским и О. М. Турчиновой (1973), выделившими перистый, субпараллельный и радиальный рисунки.

вестны во всех золотоносных районах, кроме Раучуанского и Ичувеемского, где отсутствие их обусловлено особенностями размещения коренных источников.

Для россыпей этой группы характерна близость параметров — длины, ширины, мощности пластов и запасов (рис. 8).

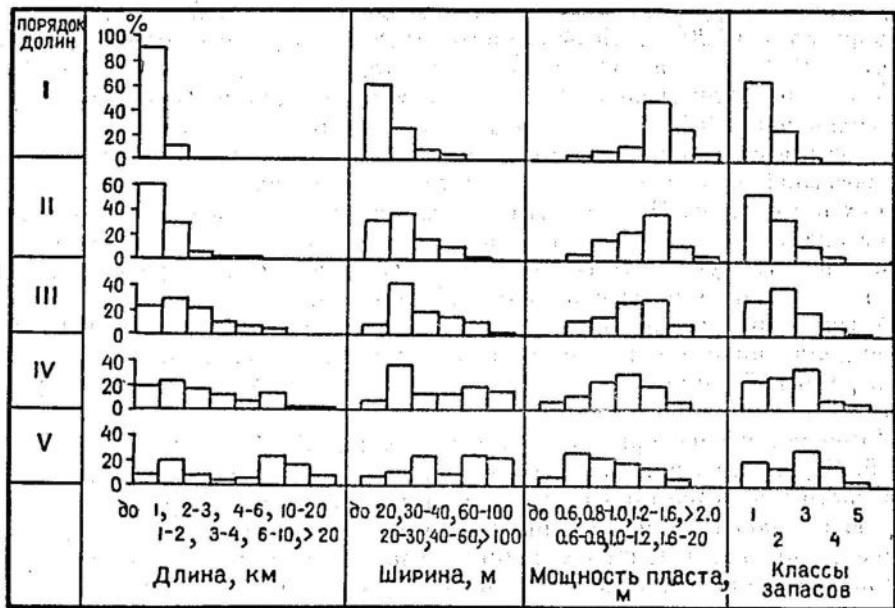


Рис. 8. Гистограмма параметров россыпей долин I—V порядков.

Условия поступления и аккумуляции золота. Россыпи долин низких порядков образуются на питающих площадях всех типов, т. е. на рудных полях промышленных месторождений, в зонах концентрации крупных и мелких рудопроявлений, реже — на площадях рассредоточенных рудопроявлений. Долины низких порядков разрезают центральные части рудных полей небольших и (что особенно примечательно) наиболее крупных месторождений. Это явление наблюдается также в сибирских регионах, на Урале и в Забайкалье, где на площадях рудных полей промышленных месторождений, как и на Северо-Востоке, россыпи известны только в долинах I—II порядков.

Коренные источники россыпей вскрываются на склонах и в днищах долин. Многие россыпи смыкаются с золотоносными склоновыми отложениями, что указывает на сравнительно недавнее или продолжающееся поступление золота из коренных источников, выходящих на склонах. Близость коренных источников выявляется также и по частому преобладанию в россыпях плохоокатанного золота.

Некоторые россыпи питаются за счет промежуточных коллекторов — золотоносных отложений террас долин более высоких порядков. Такой источник питания легко узнается по хорошо окатанному золоту, появляющемуся в самых верхних частях россыпей.

В общем процессе формирования россыпей в речных системах значение долин I—II порядков очень велико, так как через последние осуществляется основная транспортировка золота в долины средних и высоких порядков. Интенсивный вынос золота, особенно из долин I порядка, препятствует формированию в них промышленных месторождений, хотя непромышленных россыпей здесь очень много. И часто лишь после соединения двух долин I порядка, содержащих непромышленные концентрации золота, об-

разуются промышленные россыпи, т. е. это происходит в долинах II порядка, где уклон днища резко уменьшается.

У большинства долин I порядка, содержащих промышленные россыпи, уклоны днищ составляют 0,05—0,10%, а II порядка — 0,04—0,06%. При более крутых уклонах днищ россыпи формируются лишь в тех долинах I порядка, где коренными источниками являются промышленные месторождения или крупные рудопроявления. Таковы россыпи долин ручьев Декабрьского (0,20%), Безымянного (0,18%), Крутого (0,19%), Сбросового (0,18%) — на Омчакском месторождении, Распадка № 3 (0,17%) — на рудном поле Ветренского месторождения, Ворчуна (0,20%) и Молодежного (0,15%) — на Мальдякском месторождении.

Несмотря на весьма благоприятную рудную обстановку, запасы указанных россыпей небольшие, и по их величине нельзя судить о запасах коренных источников. По немногим россыпям устанавливается, что их запасы составляют всего 5—7% от количества поступившего золота. Несколько больше на этих участках соответствие между величиной запасов коренных источников и россыпей долин II порядка.

Интенсивный вынос золота объясняет резкое преобладание среди россыпей долин низких порядков россыпей-притоков (см. табл. 17). Большая часть россыпей-одиночек расположена в долинах с менее крутыми уклонами.

Намечаются некоторые различия в степени обработанности золота россыпей. В россыпях-притоках, находящихся в крутопадающих долинах, золото часто плохо окатано на всем протяжении, что подчеркивает их тесную связь с коренными источниками на данном эрозионном уровне. В россыпях-одиночках, лежащих в долинах с пологими уклонами днищ, золото иногда хорошо окатано, несмотря на их небольшую длину. Вероятно, россыпи-притоки сложены золотом наиболее поздним по времени поступления. Порции золота, поступившего в ранние этапы формирования долин, вынесены в долины более высоких порядков. Возраст золота в россыпях-одиночках древнее, чем в россыпях-притоках, так как при углублении долин золото не выносилось, а переоткладывалось.

Вынос золота из долин низких порядков определяет одну из любопытных закономерностей соотношения количества россыпей долин I, II и III порядков. В Яно-Колымской провинции россыпей долин I порядка в два раза меньше, чем II порядка, а количество россыпей долин II и III порядков примерно равно. Это соотношение совершенно не соответствует количеству долин I, II и III порядков, поскольку с увеличением порядка количество долин уменьшается в четыре раза. Особенность соотношения промышленных россыпей долин I, II и III порядков, установленная на площади Яно-Колымской провинции, повторяется с некоторыми вариантами в ряде сибирских регионов, где уклоны днищ долин сходны по величине. В районах с менее интенсивными поднятиями и меньшими уклонами долин I и II порядков «дефицит» россыпей этих порядков уменьшается.

Геоморфологическое положение россыпей. В долинах низких порядков преобладают россыпи днищ (рис. 9). Возраст их преимущественно позднеплейстоценовый (преобладают сартанские и каргинские россыпи), реже голоценовый или среднеплейстоценовый.

Россыпи нередко расположены асимметрично по отношению к осевым линиям днищ. Они находятся или у тех бортов, с которых поступают золотоносные склоновые отложения, или в ложбинах вреза, протягивающихся близ одной из закраин днища.

Террасовых россыпей немного, особенно в долинах I порядка. Среди террасовых различаются россыпи низких (высота цоколя до 7 м), преимущественно верхнеплейстоценовых террас и более высоких (высота цоколя 10—70 м) верхне- и среднеплейстоценовых. Рассыпи низких террас свойственны асимметричным долинам, нередко поперечным к зонам коренных источников. Они сопровождают россыпи днищ по всей длине долин и часто равновелики с ними по всем параметрам.

В плане россыпи имеют форму узких прямых струй или лент (рис. 10). Россыпи-одиночки к концам обычно суживаются. Если они продолжаются до устьев долин, то на концах их иногда образуются каплевидные расши-

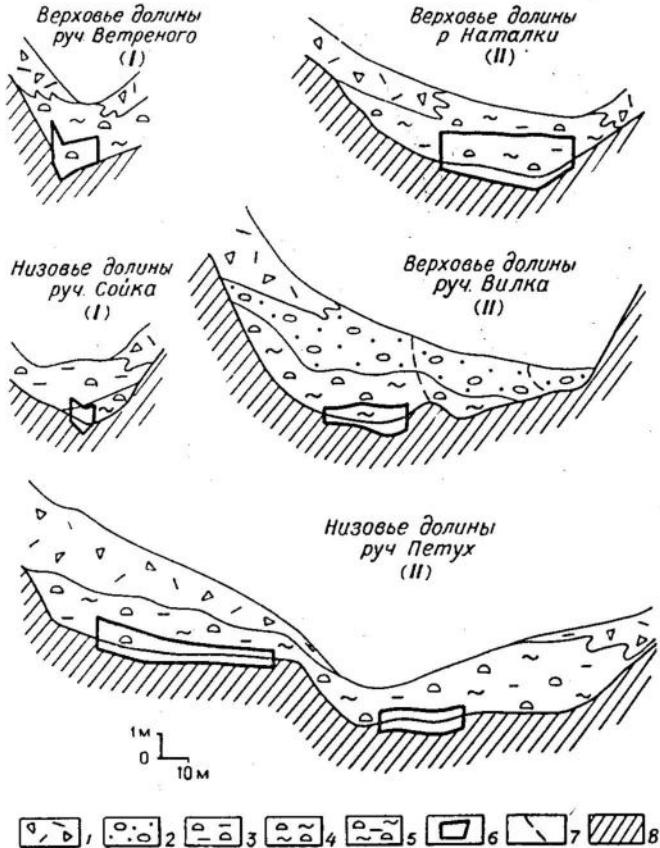


Рис. 9. Условия залегания россыпей в долинах низких порядков:

1 — склоновые илесто-щебневые отложения; 2 — аллювиальные отложения; 3 — галечники со среднекатанной галькой, заполнитель гравийно-песчаный; 4 — галечники с плохоокатанной галькой и щебнем, заполнитель песчано-илестый; 5 — галечники с плохоокатанной галькой и щебнем, заполнитель дресвяно-глинистый; 6 — контуры промышленных золотоносных пластов; 7 — предполагаемые границы разновозрастных пачек аллювия; 8 — коренные породы.

рения, совпадающие с конусами выносов ручьев (Толокольников, 1970).

Одна из типичных черт морфологии россыпных тел долин низких порядков — слабое развитие боковых шлейфов (ширина шлейфов меньше ширины промышленных россыпей). Отложения с высоким содержанием золота часто граничат с незолотоносными.

Размеры россыпей. В долинах низких порядков преобладают короткие и узкие россыпи. Эта особенность, хорошо выраженная в Яно-Колымской провинции (см. рис. 8), прослеживается и во всех чукотских районах. Россыпи протягиваются то по всей длине долин, то на протяжении $\frac{1}{5}$ — $\frac{2}{3}$ их длины. По отношению к ширине днищ и террас россыпи обычно занимают $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ их ширины; чем выше эрозионный уровень, тем большая его часть покрыта россыпью.

Небольшая длина россыпей-притоков является естественным следствием малой длины самих отрезков долин. В тех узлах, где притоки I—II порядков длиннее (Приколымский район слабых поднятий), больше и длина россыпей.

Малая длина россыпей-одиночек, как и в долинах других порядков, чаще всего связана с небольшим количеством золота, поступающего из коренных источников. При его переносе даже на небольшом расстоянии от коренных источников начинается рассеивание, и россыпи переходят в непромышленные. Образование коротких россыпей-одиночек способствуют также малые уклоны долин, определяющие незначительную длину переноса золота. Влияние этих факторов особенно наглядно в бассейне р. Художаха, где много россыпей-одиночек низких порядков.

Небольшая ширина россыпей прежде всего связана с малой шириной самих эрозионных уровней, на которых они залегают. Кроме того, проявляется и типичная для россыпей долин всех порядков зависимость ширины от величины насыщенности; при одной и той же ширине днищ богатые россыпи занимают их «до краев», бедные — протягиваются узкими полосами.

Соотношения ширины современных русел и промышленных россыпей таковы: даже узкие россыпи (20—30 м) в 10—15 раз шире современных русел (2—3 м); при ширине в 40—60 м россыпи в 20—30 раз превышают ширину русел.

Золотопосные пласти. Для большинства россыпей характерна повышенная (свыше 1,2 м) средняя мощность золотоносных пластов при заметном снижении ее в россыпях долин II порядка (табл. 18).

Как и во всех россыпях, независимо от порядка долин, на мощность пластов влияет степень глинистости аллювия и размеры золота (последнюю особенность в долинах низких порядков аллювия повышенной глинистости типичны надплотиковые пласти в щебенисто-галечных гли-

Рис. 10. Планы россыпей долин низких порядков:
1 — россыпи днищ; 2 — россыпи террас; 3 — порядок долин.

размеры золота (последнюю особенность в долинах низких порядков аллювия повышенной глинистости типичны надплотиковые пласти в щебенисто-галечных гли-

Таблица 18
Колебания средней мощности золотоносных пластов в россыпях долин низких порядков

Порядок долин	Количество россыпей (%) со средней мощностью пластов, м									Средняя мощность пласта, м	
	0,6	0,6—0,8	0,8—1,0	1,0—1,2	1,2—1,4	1,4—1,6	1,6—1,8	1,8—2,0	2,0—2,4		
I	—	3	10	12	30	23	15	2	3	2	1,5
II	1	4	14	27	31	11	2	6	4	—	1,4

Примечание. Приведены данные по россыпям Кулино-Тенькинского, Бахчично-Тызлахского, южных частей Берелехского и Мылгино-Дебинского районов.

нистых отложениях, в которых мощность пластов достигает максимальных значений (рис. 11). По вертикали в этих пластах распределение содержания золота беспорядочное, высокие содержания встречаются на разной высоте над плотиком. Верхняя граница пласта в основном четко определяется верхней границей слоя глинистых щебенисто-галечных отложений. Реже встречаются спаевые и еще реже плотиковые пласти, свойственные местам распространения песчанистого (препущественно голоценового) аллювия. Типичны очень частые колебания мощности пластов в их поперечных разрезах и по продольному профилю россыпей. В долинах с хорошо выраженной ступенчатостью продольного профиля днищ на участках крутых падений пласти маломощные, спаевые или плотиковые, а на пологих участках — мощные надплотиковые.

Мощность пластов увеличивается в россыпях с мелким золотом, что особенно заметно в отложениях конусов выноса.

Запасы и их размещение. Преобладающая часть россыпей долин низких порядков имеет запасы только 1-го класса. В единичных россыпях они достигают 3-го и даже 4-го классов (см. рис. 8).

Малые запасы россыпей-притоков в большинстве случаев объясняются интенсивным выносом золота; на запасах россыпей-одиночек отражается

малая величина запасов коренных источников и небольшой объем перерабатывающегося материала. Влияние последнего фактора, по-видимому, особенно сказывается на площадях слабых поднятий, где долины неглубоки.

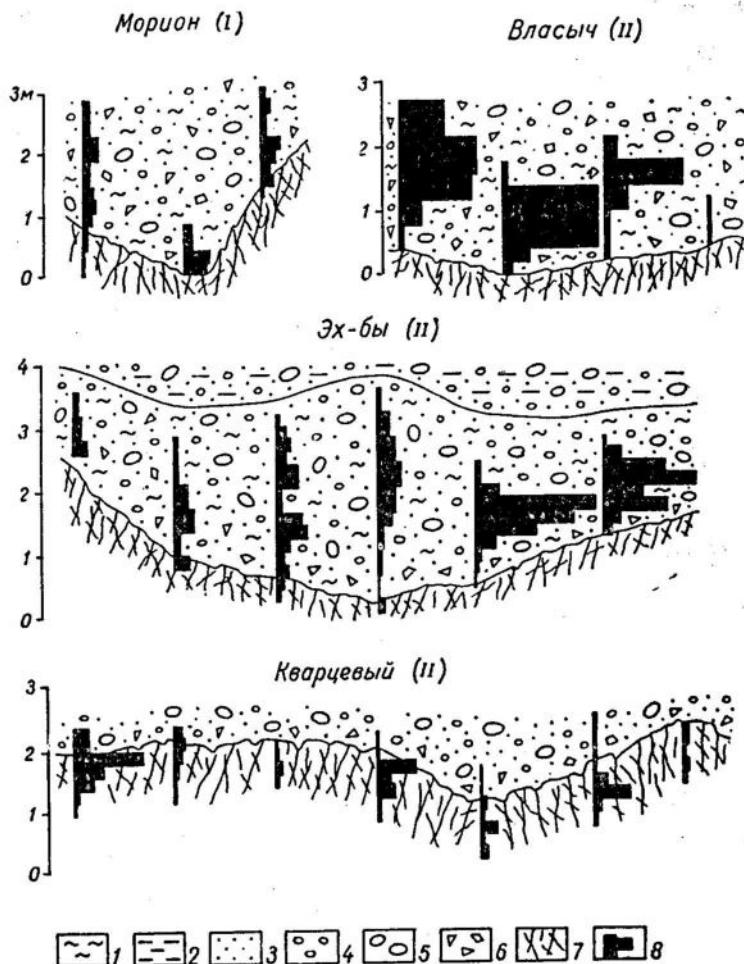


Рис. 11. Золотоносные пласты россыпей долин низких порядков:
1 — глина; 2 — ил; 3 — песок; 4 — гравий; 5 — галька; 6 — угловатые обломки пород; 7 — трещиноватые сланцы и алевролиты; 8 — диаграмма распределения содержаний золота в продуктивном пласте.

В долинах низких порядков преобладают россыпи со средней насыщенностью 1-й и 2-й степени; в единичных россыпях долин II порядка она достигает 4-й степени.

Обычно насыщенность россыпей, особенно россыпей-притоков, нарастает по их протяжению (рис. 12). Реже максимумы насыщенности расположены ближе к началу или середине их. Положение максимумов насыщенности некоторых россыпей-одиночек связано с крупностью золота: при более крупном золоте максимумы располагаются ближе к началу россыпей, при мелком — к концу.

Россыпи долин средних порядков. Россыпи этой группы характеризуются большим разнообразием размеров: в нее входят и небольшие россыпи, лишь немногим отличающиеся от расположенных в долинах низких порядков, и россыпи-гиганты. Длина, ширина и запасы россыпей увеличиваются от долин III порядка к V, достигая в последних максимальных значений.

Россыпные тела, целиком расположенные в долинах одного порядка,

свойственны долинам IV и особенно V порядков; россыпи долин III порядка часто продолжают россыпи долин II порядка, некоторые из них являются лишь «выносами» из долин низких порядков.

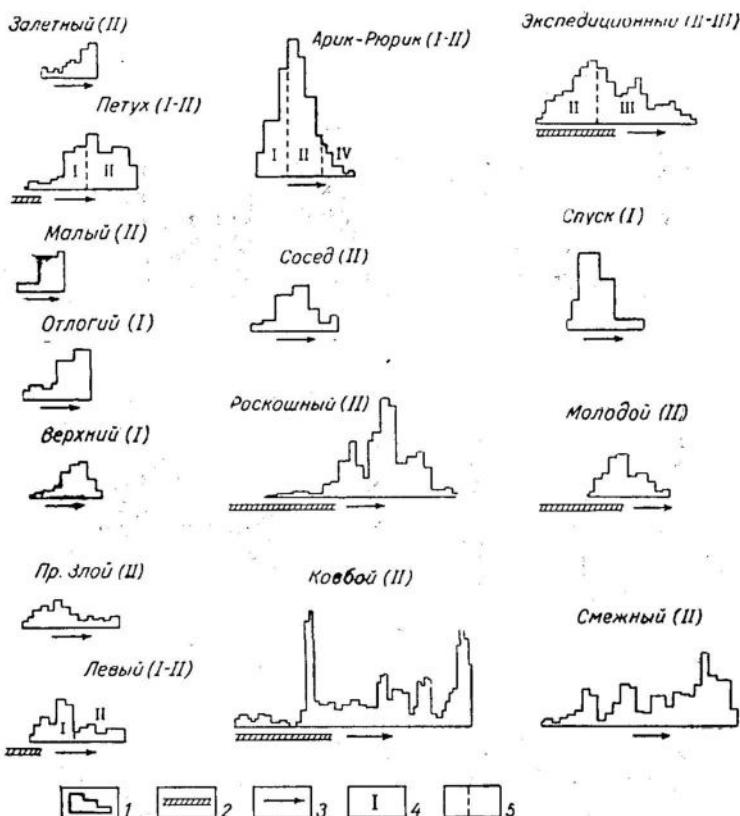


Рис. 12. Распределение насыщенности в россыпях долин низких порядков:

1 — диаграмма насыщенности; 2 — участки поступления золота из коренных источников; 3 — направление течения; 4 — порядок долин; 5 — границы порядков.

Условия поступления и аккумуляции золота. Рассыпи образуются за счет золота коренных источников, вскрывающихся в контурах самих долин, и приноса золота притоками.

В питании россыпей участвуют коренные источники различных типов. Для многих, в том числе и наиболее крупных россыпей долин IV и V порядков, устанавливается связь с зонами крупных рудопроявлений и мелких промышленных месторождений. Но, как и в сибирских регионах, известные крупные коренные месторождения «осваиваются» долинами средних порядков лишь на флангах.

Золотоносны преимущественно долины, поперечные простирацию зон коренных источников (рассыпи рр. Малый Яр, Челбашня, ручьев Игуменовского, Заболоченного, Стакановца в Яно-Колымской провинции, Ветвистого, Гранитного-Гытхырриата в районах Чукотки и др.). Часть россыпей расположена в диагональных долинах (рассыпи рр. Малый Ат-Юрях, Дегдекан, Улахан-Аурум, Утиной, Каральвеем), и лишь немногие из долин совпадают с зонами коренных источников (рассыпи рр. Чай-Юрюе, Мяkit и др.).

Поступление золота из коренных источников в узких и широких долинах различно. В сравнительно узких долинах III и IV порядков количество золота, поступающего со склоновыми отложениями и от размыва коренных пород днища, вероятно, сходное. Чем шире долина, тем больше

золота поступает из коренных источников, выходящих в днищах, так как даже при небольшом углублении (5–10 м) с широких эрозионных уровней снимается слой достаточно большого объема. В широких долинах из коренных источников, выходящих на склонах, золото поступает главным образом при подрезании их во время одностороннего сдвигания русел.

Примеры россыпей, питаящихся за счет коренных источников, выходящих в контурах долин: россыпи рр. Челбанья, Бурганди, Киргилях (Берелехский район), ручьев Ветреного, Журавлинего (Бохапчино-Тыллахский район), Ветвистого (Мало-Ануйский район), Асчет (Больше-Ануйский район). Россыпи такого типа являются одиночками.

Большая часть россыпей имеет смешанное питание, получая золото из коренных источников и притоков (россыпи рр. Чай-Юрюе, Малый и Большой Ат-Юрях, Омчак, Хатышах, Дегдекац, Сибик-Тыллах, Гремучей, Кааральвеем, Средний Ичувеем, руч. Штурмового и др.).

Перечисленные россыпи входят в сочлененные системы, где вмещающие их долины являются главными. В таких системах главные россыпи долин IV–V порядков принимают иногда больше 10 россыпей более низких порядков. Простые и сложные сочлененные россыпи, связь россыпей низких и средних порядков и их соотношения с зонами коренных источников показаны на рис. 13.

Принос золота в долины IV–V порядков в значительной мере определяется характером пространственных соотношений долин с зонами коренных источников. Наиболее типичны два случая соотношений: первый — когда долина IV–V порядков проходит параллельно зоне коренных источников, рассекаемых долинами I–III порядков, и второй — когда долина IV–V порядков прорезает золотоносную зону, принимая проходящие в ней продольные золотоносные притоки.

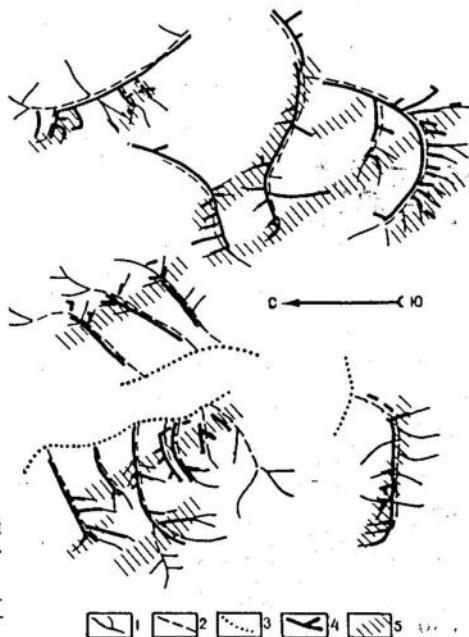


Рис. 13. Характер соотношений россыпей долин средних и низких порядков с зонами коренных источников:

1–3 — группы порядков долин: 1 — низких, 2 — средних, 3 — высоких; 4 — россыпи золота; 5 — зоны коренных источников.

В первом случае степень обогащения главной долины привнесенным золотом определяется расстоянием между зоной и главной долиной. Если это расстояние невелико, а притоки коротки и с большими уклонами днищ, основная масса золота поступает в главную долину (россыпи рр. Омчак, Утишка). Если главная долина проходит на большом расстоянии от золотоносной зоны, то основная часть золота остается в притоках (россыпи рр. Нижний и Верхний Некикан в Берелехском районе).

Во втором случае принос золота из притоков обычно певелик (rossыни р. Бурхала, ручьев Петер, Пекарного).

Геоморфологическое положение и форма россыпей. По геоморфологическому расположению основными являются россыпи днищ долин, среди которых встречаются особенно крупные, составляющие главные промышленные объекты каждого золотоносного района. Положение россыпей в днищах долин разнообразно (рис. 14).

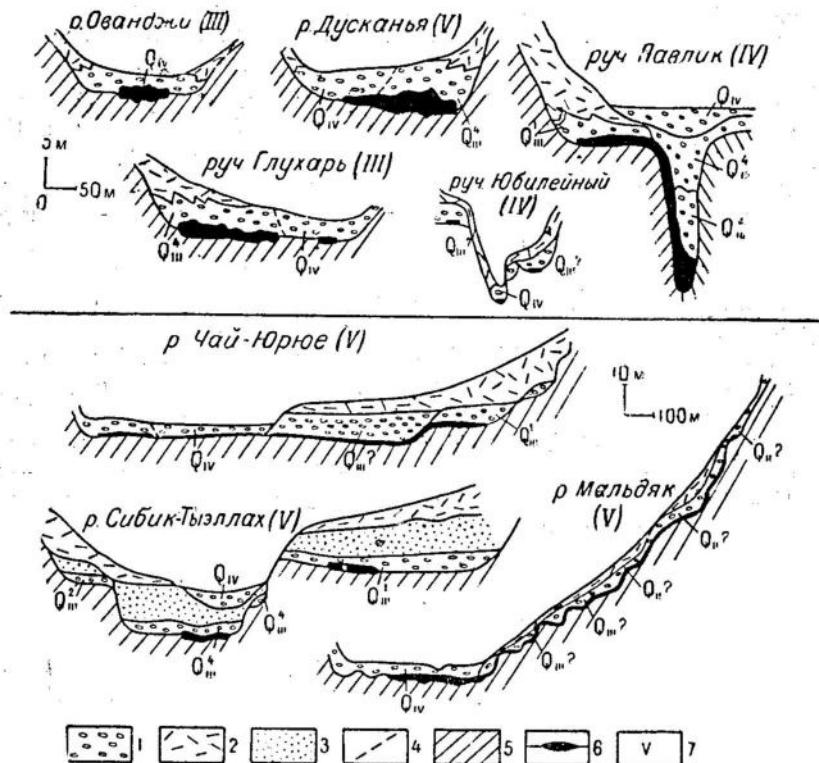


Рис. 14. Условия залегания россыпей в долинах средних порядков:

1—3 — отложения: 1 — аллювиальные, 2 — склоновые, 3 — флювигляциальные; 4 — предполагаемые границы разновозрастных пачек аллювия; 5 — коренные породы; 6 — промышленные россыпи; 7 — порядок долин.

Основная часть россыпей днищ по возрасту относится к переселенческим сартан-голоценовым, значительно меньшая — к голоценовым, каргийским или казацевским. Возможно, что возраст некоторых россыпей среднеплейстоценовый.

Немногие россыпи расположены в днищах долин, образованных в начальные стадии фаз интенсивного вреза. Таковы верхнеплейстоценовые россыпи «каньонов» руч. Павлик и р. Дедекан (описаны Н. А. Шило, Е. Д. Васюниной, И. П. Карташовым) и ряд голоценовых россыпей в бассейнах рр. Бохапча, Кюель-Сиена, Тенька, Арга-Юрях. На участках вреза россыпи формируются главным образом за счет переотложения золота из более ранних россыпей, в контурах которых происходит врезание. Основная часть россыпей находится в днищах долин, сформированных в более поздние фазы врезаний, сопровождавшиеся расширением долин.

В сравнительно узких долинах III, реже IV порядков россыпи расположены преимущественно в осевых частях днищ. В более широких долинах IV и V порядков россыпи часто лежат ближе к одному борту, в ложбинах или на верхних ступенях фазы врезания. Более поздние части днищ, образованные в фазу расширения, не имеют россыпей или содержат бедные россыпи. Но при особо благоприятных соотношениях долин с коренными

источниками россыпи занимают все разновозрастные элементы днищ долин (россыпи рр. Чай-Юрюе, Малый Ат-Юрях, Омчак).

Большая часть россыпей, формирующихся в фазы расширения долин, сложена золотом, переотложенным из россыпей более ранних эрозионных уровней, часто с унаследованностью контуров. Результаты этого процесса наиболее очевидны в «поперечных»* россыпях, образованных в главных долинах за счет переотложения золота россыпей притоков. Такова известная «поперечная» россыпь днища р. Чек-Чек в Таскано-Среднеканском районе, возникшая в результате переотложения золота из россыпи 20-метровой террасы р. Тезка. Этот пример был использован многими авторами (Бондаренко, 1957; Хрипков, 1958; Шило, 1963) как доказательство отсутствия перемещения золота в горизонтальном направлении при врезании рек. Позднее образование «поперечных» россыпей было объяснено тем, что переотложение золота происходит не в фазу врезания, когда осуществляется основной перенос золота, а в фазу расширения долин (Гольдфарб, Генкин, 1970).

При расширении долин россыпи днищ могут формироваться не только за счет переотложения, но и при поступлении золота из золотоносных склоновых отложений и непосредственно из коренных источников, выходящих в днищах и бортах долин, подрезаемых реками.

По сравнению с долинами низких порядков в долинах средних порядков (особенно IV и V) заметно увеличивается роль террасовых россыпей. В Яно-Колымской провинции их гораздо больше, чем в Чукотской, где террасированность долин слабее. Самое большое количество террасовых россыпей находится на плоскости Иньяли-Дебинского мегасинклиория в бассейнах рр. Большой и Малый Ат-Юрях, Оротукаан, Среднекан, Мальдяк, Хатакчан, Сибик-Тыэллах и др.

Террасовые россыпи часто расположены на одной стороне долины на одном-двух и (как исключение) трех-четырех уровнях. Золотоносны преимущественно низкие верхнеплейстоценовые террасы, лишь в немногих долинах богатые крупные россыпи находятся на среднеплейстоценовых террасах с высотой цоколя более 25 м.

В некоторых долинах III порядка (ручьев Ветреного, Журавлинего, Отлогого в Яно-Колымской провинции) на одном из склонов располагаются 2—3 россыпи на очень узких и высоких (высота цоколя до 50—60 м) террасах. На этих склонах обычно устанавливается и повышенная золотоносность делювиальных отложений, свидетельствующая о выходах коренных источников.

Россыпи террас также тяготеют к ложбинам или ступеням фаз врезания и передко находятся близ тыловых закраин террас, реже — близ бровок.

Поступление золота из коренных источников и его переотложение из россыпей террас в россыпи днищ происходило различно. В одних долинах (россыпи рр. Мой-Уруста, Отоги-Оттук, Большой Ат-Юрях, ручьев Ягодного, Эфка, нижняя часть россыпи р. Малый Ат-Юрях в Яно-Колымской провинции) золото поступало только при формировании террас, а днища его не получали; в других, где террасовые уровни развиты слабо или отсутствуют, россыпи днищ вобрали золото предшествующих этапов развития долин (россыпи рр. Чай-Юрюе, Дусканья, Челбанья, в значительной мере Омчак — в Яно-Колымской провинции, Гремучей — в Раучуанском районе).

Россыпи представлены лентообразными прямолинейными залежами, вытянутыми в направлении, соответствующем направлению эрозионного уровня (рис. 15). Контуры залежей плавные и простые. Ширина их зависит от количествалагающего золота; они расширяются в верхних частях, где золото поступает из коренных источников или притоков, и суживаются ниже по течению, в хвостовых частях. При наличии только одного участка

* Термин «поперечная россыпь» введен Г. А. Кечеком.

стка поступления золота россыпи часто принимают форму, которую условно можно назвать веретеновидной (россыпи рр. Челбашья, Бурганды, нижовья р. Чай-Юрюе), при нескольких — четковидной (россыпи рр. Омчак, Каральвеем).

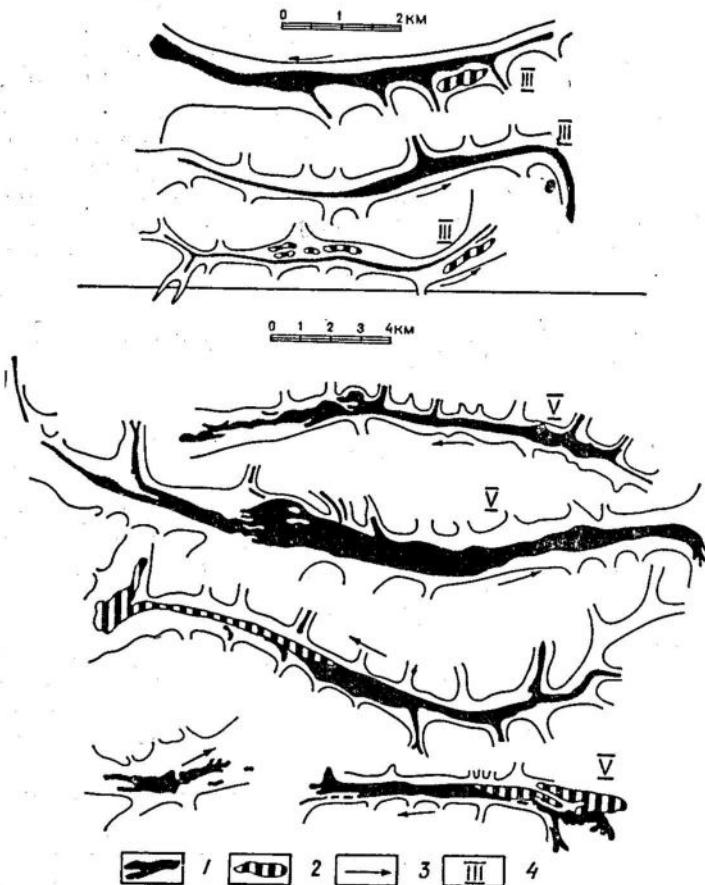


Рис. 15. Планы россыпей долин средних порядков:
1 — россыпи днищ; 2 — россыпи террас; 3 — направление течения; 4 — порядок долин.

Лишь в узких долинах III, реже IV порядков форма россыпей в плане зависит от ширины самой долины: россыпь или расширяется вниз по течению реки в соответствии с расширением долины (россыпь руч. Заболоченного) или суживается на участках ее резкого сужения (россыпь р. Улахан-Аурум).

В россыпях долин средних порядков заметно нарастает ширина боковых шлейфов. В долинах III порядка суммарная ширина двусторонних шлейфов обычно меньше ширины промышленных россыпей. В обогащенных частях россыпей долин IV—V порядков она значительно меньше ширины промышленных россыпей, но в хвостовых частях превосходит последнюю в 3—4 раза.

Размеры россыпей. Длина золотоносных отрезков долин, в пределах которых находятся россыпи (или только днищ, или террас, или тех и других, следующих друг за другом), составляет 0,2—30 км. Средняя длина таких отрезков в долинах III, IV, V порядков в Яно-Колымской провинции соответственно равна 2,5; 4,4; 5,7 км.

Длина террасовых россыпей увеличивается по мере снижения высоты цоколей террас, достигая максимальных значений на террасах казанцевского и сартацкого возрастов.

В долинах III порядка преобладают короткие россыпи; в долинах IV и V порядков имеется две группы россыпей: короткие и длинные.

В долинах IV—V порядков малую длину имеют россыпи, формирующиеся за счет небольших по запасам и рассредоточенных рудопроявлений, без приноса золота из притоков (россыпи рр. Салгыбыстах и Сагыл, Кеменджка и Талон, руч. Лукич — в Берелехском районе; рр. Среднекан в районе Котла, Загадка; ручьев Грозового и Матросовского — в Таскано-Среднеканском районе).

Естественно, что короткими оказываются россыпи, которые начинаются в конце долины данного порядка или являются концом (хвостовой частью) россыпей, протягивающейся из долины меньшего порядка.

Образование длинных россыпей связано с условиями переноса и поступления золота. Россыпи длиной 8—10 км могут формироваться при одном источнике поступления золота за счет его переноса. Более длинные россыпи имеют дополнительные участки поступления золота из коренных источников или долин притоков.

Средняя ширина россыпных тел колеблется в очень широком диапазоне. Но в долинах V порядка узких россыпей немного.

В среднем в долинах III порядка россыпные тела занимают $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{5}$ ширины долин, а IV—V порядков — $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$. Чем шире долина, тем более узка ее продуктивная часть. Лишь в немногих долинах, чаще III порядка, ширина россыпей и долин равна, в долинах IV—V порядков такое совпадение наблюдается на небольших участках максимального обогащения очень крупных россыпей.

Ширина россыпей с возрастанием порядков долин увеличивается, вероятно, потому, что расширяются ложбины вреза и ступени, с которыми связаны многие россыпи днищ и террас, на одном эрозионном уровне сливаются разновозрастные россыпные тела, возрастает количество золота.

Влияние количества золота на ширину россыпи очевидно в пределах одной долины, где обычно обогащенный участок всегда шире бедного — хвостового. Оно отражается и на ширине россыпей соседних однопорядковых долин. Так, ширина трех соседних россыпей III порядка ручьев Ветреного, Журавлинного и Тихого равна соответственно 80, 70 и 40 м. Самая богатая россыпь руч. Ветреного, беднее — Журавлинного, еще беднее — Тихого. Известная россыпь долины V порядка р. Чай-Юрюе в 5 раз шире средней по богатству соседней с ней россыпью р. Нижний Нексиан.

Примеры соответствия величины запасов с шириной россыпей многочисленны. Поскольку величина запасов значительно увеличивается от долин III порядка к V, можно полагать, что нарастание ширины россыпей в этом же направлении связано и с величиной запасов.

На ширину россыпей влияет также ширина фронта поступления золота. Многие поперечные долины, пересекающие зоны коренных источников, имеют наибольшую ширину в местах пересечения этих зон, где образуются очень широкие россыпи днищ долин или кроме россыпей днищ имеется еще и серия террасовых россыпей. Такое размещение россыпей наблюдается и при совпадении долин с зонами коренных источников.

Ширина россыпных тел обычно больше ширины современных русел в 2—5 раз, на участках днищ, где сливаются разновозрастные россыпи, — в 20—30 раз.

Золотоносые пласти. Характерно уменьшение мощности пластов от россыпей долин III порядка к V порядку (табл. 19).

Наибольшей мощностью обладают надплотиковые пласти, меньшей — спаевые плотиковые, еще меньшей — приплотиковые. Преобладающими являются спаевые пласти. В россыпях долин III порядка надплотиковых пластов больше, чем в долинах IV и V порядков, а в последних — шире развиты плотиковые (рис. 16). Изменение типов и мощности золотоносных пластов обусловлено главным образом уменьшением степени глинистости аллювия в долинах нарастающих порядков.

Таблица 19

**Колебания средней мощности золотоносных пластов
в россыпях долин средних порядков, %**

Порядок долин	Количество россыпей (%) со средней мощностью пластов, м									Средняя мощность пласта, м
	0,6	0,6—0,8	0,8—1,0	1,0—1,2	1,2—1,4	1,4—1,6	1,6—1,8	1,8—2,0	2,0—2,4	
III	2	6	14	22	22	20	8	4	2	1,30
IV	8	10	21	27	13	10	8	2	1	1,10
V	8	33	18	18	10	8	5	—	—	0,95

Примечание. Приведены данные по тем же площадям, что и в табл. 18.

В некоторых долинах встречаются надплотиковые пласты повышенной мощности. Для формирования их, по-видимому, наибольшее значение имеют особенности неотектонического режима. В россыпях, находящихся на участках прогибания или в обрамлении впадин, где перемыв аллювия ослабевает и степень глинистости повышается, наблюдаются пласты повышенной (свыше 2 м) мощности. Повышение мощности пластов до 3—4 м отмечается в долинах, совпадающих с зонами или участками дробления пород (россыпи рр. Гремучей, Дусканья, руч. Дряхлого). Нередко такие россыпи находятся в обрамлении впадин (россыпь руч. Дряхлого близ Верхнекуджахской впадины, р. Гремучей близ впадины в долине р. Раучуа). Мощность пластов увеличивается также в россыпях с более мелким золотом. По протяжению россыпей мощность пластов повышается на обогащенных участках, где нередко разрастается и надплотиковая часть пласта, а также глубже проникает золото в плотик.

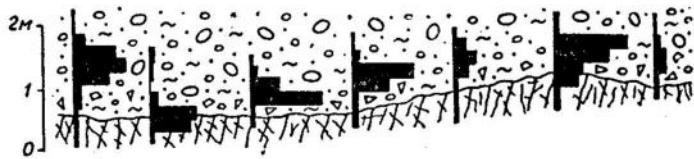
Отмеченные особенности повышения мощности пластов наблюдаются и в россыпях долин низких и высоких порядков, но в этой группе, содержащей наибольшее количество россыпей, отличающихся разнообразием условий формирования, значение различных факторов, влияющих на мощность пластов, особенно наглядно.

Запасы и их размещение. Величина запасов россыпей колеблется от 1-го до 5-го класса. При этом наблюдается закономерное увеличение запасов и россыпей от долин III порядка к V. Соотношение максимальных запасов россыпей долин III, IV и V порядков — 1:3:8.

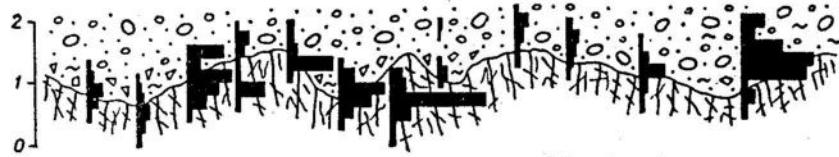
Особенности изменения величины запасов россыпей в долинах III, IV и V порядков Северо-Востока относятся к общим региональным закономерностям, наблюдающимся в большинстве золотоносных регионов Советского Союза. Вместе с тем основная причина возрастания запасов россыпей с увеличением порядков долин от III к V еще далеко не ясна. Можно лишь в общем плане оценивать значение таких факторов, как типы коренных источников, объем переработанного материала, принос и вынос золота.

Прямая зависимость величины запасов россыпей от коренных источников часто очевидна. Наиболее полно она выявляется при сопоставлении запасов соседних однотипных по морфологии долин с разными условиями питания, например, россыпей долин III порядка р. Наталка и руч. Глухарь (в Омчакском узле), ручьев Ветреного и Тихого (в Ветренском узле), связанных с центральными и фланговыми частями питающих площадей. Запасы россыпей долин р. Наталки и руч. Ветреного, разрезающих центральные части питающих площадей, содержащих более богатые коренные источники, значительно больше запасов россыпей ручьев Глухаря и Тихого. Наглядно это соответствие устанавливается и при сравнении запасов россыпей близких по морфологии и размерам долин V порядка рр. Чай-Юрюе и Нижний Некликан. Россыпь р. Чай-Юрюе соответствует относительно богатые рудообразования, более бедной россыпи р. Нижний Некликан — бедные. Такие же различия устанавливаются в запасах и коренных источниках соседних россыпей долин рр. Мальдяк и Беличан.

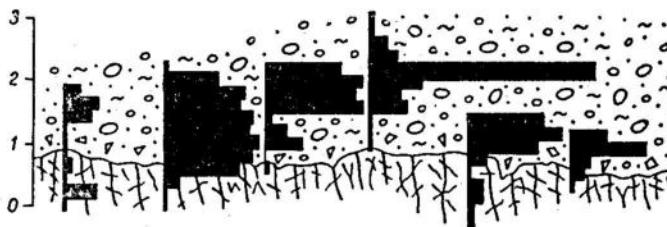
Улахан-Аурум



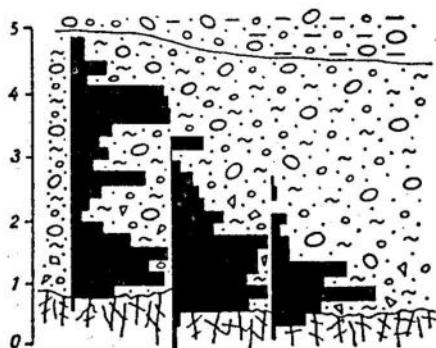
Сибик-Тыэллах



Чай-Юрюе



Дусканья



Журавлинный

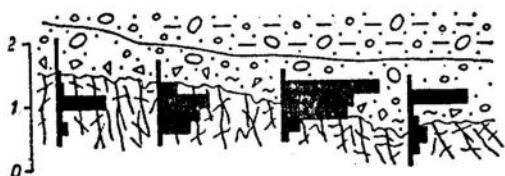


Рис. 16. Золотоносные пласти россыпей долин средних порядков (условные обозначения см. на рис. 11).

Однако почти всегда при сравнении запасов россыпей V порядка и источников, известных на склонах и в днищах долин, выявляется несоответствие запасов коренного золота (хотя они с трудом поддаются учету) и россыпного: источники кажутся гораздо беднее россыпей. Это несоответствие можно объяснить по-разному. Возможно, оно только кажущееся, и в основе его лежит плохая изученность бортов и днищ долин. Но, может быть, участки наибольшей концентрации и богатства коренных источников к настоящему времени размыты, россыпи вобрали основную массу их золота, а оставшиеся рудопроявления представляют бедные фланги и корни достаточно крупных месторождений, некогда находившихся в центральных частях долин.

Наконец, как это предполагается некоторыми исследователями (Шило, 1960; Фирсов, 1957), крупные запасы россыпей могут образоваться при переработке большого объема пород, содержащих многочисленные мелкие рудные тела с небольшими запасами. При таком предположении увеличение объема поступающего материала от долин III порядка к V дает будто бы удовлетворительное объяснение увеличению запасов в долинах V порядка, ибо в этих долинах резко возрастает площадь их поперечного сечения.

К сожалению, все предполагаемые особенности питания крупных россыпей фактически не обоснованы, и вопрос о характере коренных источников крупных россыпей долин средних порядков остается открытым. Решение его имеет большое практическое значение: оно важно и для понимания генезиса больших запасов россыпного золота, и для оценки коренных источников россыпей как возможных промышленных объектов.

Вполне очевидной причиной увеличения запасов россыпей долин средних порядков является принос золота в них из долин более низких порядков, для россыпей долин III порядка — из долин I—II, а IV—V порядков — из всех долин более низких порядков. Некоторые россыпи долин IV—V порядков принимают 5—10 россыпей-притоков и более.

Но, отмечая значение приноса золота из притоков, лишь редко можно дать приблизительную количественную оценку принесенному золоту. И хотя россыпи, которые питаются только за счет коренных источников, вскрывающихся в контурах долин, всегда имеют меньшие запасы, чем россыпи со смешанным питанием, нельзя считать, что повышение запасов в последних есть только следствие аккумуляции принесенного золота. Присутствие россыпей-притоков прежде всего является показателем концентрации коренных источников на большой площади, и степень этой концентрации может быть наиболее высокой в контурах самой главной реки.

Увеличению запасов россыпей от долин III порядка к V, безусловно, способствует уменьшение выноса золота. Из долин III порядка значительная часть (иногда до 50%) золота выносится, так как долины коротки, а уклоны их еще достаточно круты. Длина долин IV—V порядков нередко равна 15—25 км и более и превосходит длину переноса промышленных концентраций золота, в связи с чем промышленные россыпи и заканчиваются в этих долинах.

Одно из существенных условий повышения запасов россыпей долин средних порядков — замещение высоких эрозионных уровней более низкими, что помогает накоплению разновозрастных порций золота в одном россыпном теле. Возможно, эта причина объясняет частую разнотипность золота по окатанности, крупности и форме на обогащенных участках россыпей.

По размещению запасов в долинах средних порядков выделяются россыпи с одним, несколькими участками обогащения и без таких участков.

Россыпи первой группы образуются за счет одного коренного источника или приноса золота из одного притока. Различаются россыпи с участками обогащения, расположенными в их нижних и верхних частях. Первый тип характерен для россыпей долин крутопадающих водотоков III порядка (рис. 17, Боевик — Глухарь). Второй тип размещения запасов наблюдает-

ся в долинах пологопадающих водотоков III, IV и V порядков (рис. 17, Игуменовский).

Россыпи второй группы с двумя, реже тремя близкими по насыщенности обогащенными участками формируются за счет нескольких зон поступления золота из коренных источников или крупных золотоносных при-

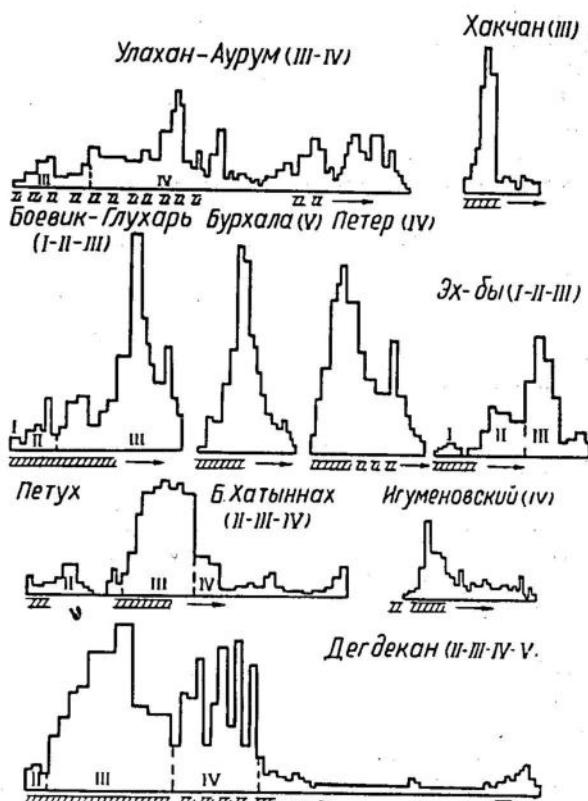


Рис. 17. Распределение насыщенности в россыпях долин средних порядков (условные обозначения см. на рис. 12.).

токов. При бедных коренных источниках образуются прерывистые россыпи, в которых короткие обогащенные участки с невысокой насыщенностью разделены незолотоносными отрезками.

В третьей группе россыпей с неясно выраженным максимумом обогащения выделяются два типа. Одни россыпи с более высокой насыщенностью образуются при совпадении долин с зонами коренных источников. Для них характерны резкое колебание насыщенности на коротких расстояниях, чередование ее пиков и провалов. В других, более бедных, россыпях (в которых условия поступления золота обычно неясны) насыщенность очень невысокая, примерно одинаковая по всей длине.

Россыпи долин высоких порядков. Рассыпей долин высоких порядков немного, большая часть их открыта в 60—70-х годах. В Яно-Колымской провинции они расположены в долинах VI (рассыпь рр. Эльгенья, Джелгала, Тенька, Мылга, Среднекан), VII (рр. Берелех, Дебин, Детрин) и IX (р. Колымы) порядков. В Чукотской провинции россыпи долин высоких порядков единичны (VI порядка, рр. Большой Кээрвеем, Ичувеем).

Известные россыпи этой группы во многом отличны от рассыпей предыдущих групп: закономерное возрастание параметров прерывается, россыпи становятся короче и уже, запасы их уменьшаются. Однако малая описанованность долин высоких порядков позволяет предполагать, что именно в этих долинах имеются резервы для развития золотодобывающей промышленности.

Условия поступления и аккумуляции золота. Рассматриваемая группа россыпей питается за счет поступления золота из ко-

рених источников; вскрывающихся в контурах долин, и, принесенного притоками.

Коренные источники небольших россыпей часто не устанавливаются, можно предполагать, что ими являются площади развития рассредоточенных рудопроявлений. Для наиболее крупных золотоносных участков долин выявляется пространственная связь с широкими золотоносными зонами, включающими рудопроявления разного размера. Долины пересекают эти зоны (долина Колымы — Ветренская зона) или совпадают с ними (один из участков долины р. Берелех). В днищах или на террасах здесь иногда вскрываются кварцевые жилы с видимым золотом (долина Колымы, участок Огороды). Присутствие коренных источников в плотиках россыпей подтверждают и находки перекатанных золото-кварцевых агрегатов весом в несколько килограммов (россыпь р. Берелех). С промышленными месторождениями, даже небольшими, россыпи долин высоких порядков не связаны.

Таким образом, качество коренных источников, тяготеющих к крупным долинам, видимо, ухудшается. Об этом можно судить не только по небольшим рудопроявлениям, расположенным в контурах долин, но и по известным в ближайших к ним полосах шириной 2—3 км. Обединение источников, возможно, вызвано тем, что крупные зоны продольных и поперечных нарушений, осваивающиеся долинами высоких порядков и имеющие непосредственное отношение к контролю золотоносности, сами редко вмещают крупные рудопроявления, которые располагаются на оперяющих разломах, несколько в стороне от центральных частей зон основных разломов.

Неясно, увеличивается ли количество поступающего золота в связи с возрастанием объема перерабатывающегося материала. По-видимому, этот фактор теряет здесь свое благоприятное значение, так как вместе с золотосодержащим материалом в реки попадает огромная масса пустых пород.

Принос золота притоками значительно уменьшается по сравнению с таковым в долинах средних порядков. В долины высоких порядков золото поступает главным образом из долины III, в меньшей мере I—II и очень редко IV и V порядков. Но в долинах III порядка золото часто оседает в верхних частях, и к крупным долинам выходят лишь хвосты россыпей. Непосредственно из долин низких порядков золото поступает в небольшом количестве в связи с бедностью источников в придолинных полосах. Лишь изредка принос золота из таких долин значителен.

При формировании россыпей увеличивается рассеивание золота, что, возможно, является одной из причин обычного для россыпей долин высоких порядков уменьшения содержания золота по сравнению с россыпями более низких порядков.

На рассеивание золота указывает обрезание россыпей-притоков долинами крупных рек, т. е. исчезновение россыпей-притоков при выходе их в долину главных рек. Это явление, подмеченное еще Ю. А. Билибины, особенно характерно для Яно-Колымской провинции. Можно предполагать, что рассеиванию золота способствует увеличение расходов воды и большое количество незолотоносного материала, поступающего в реки.

Рассеивание возрастает также в связи с самим строением долин высоких порядков — наличием множества террас и большой шириной днищ, вызывающих рассредоточенность россыпных тел. Большая часть россыпных тел, находящихся на разных эрозионных уровнях, по-видимому, формируется за счет тех порций золота, которые получает только данный эрозионный уровень, без переотложения золота из россыпей более высоких уровней. Это явление, возможно, усугубляется еще и тем, что при замещении одного уровня другим и переотложении золота в фазы врезания основная его часть рассеивается.

Вероятно, рассеивание особенно сильно оказывается на очень мелком золоте, и долины высоких порядков являются вместительными мелкого и тонкого золота. Такое золото выносится многими притоками, в том числе и не имеющими промышленных россыпей, и образуется при износе золота,

100
корень
зодроу
тогово-
тижескую
рическую

поступающего из коренных источников. Износ золота в крупных долинах увеличивается, так как в аллювии их преобладают гальки прочных пород и минералы с высокой абразивной прочностью. Золото скорее освобождается от кварца, быстрее истирается, расплющивается и дробится.

Геоморфологическое положение и форма россыпей. По сравнению с долинами средних порядков в рассматриваемых долинах размещение россыпей значительно усложняется, так как более сложным становится строение долин и поступление золота. Главными остаются россыпи днищ долин (рр. Берелех, Ичувеем, Большой Кээрвеем, Тенька). По возрасту они главным образом позднеплейстоцен-голоценовые.

Россыпи образуются за счет коренных источников, вскрывающихся в самих днищах, выноса золота из притоков и «захвата» россыпей-притоков («поперечные» россыпи).

Россыпи первого вида различны по форме (рис. 18 и 19). Большая часть их представлена длинными многоструйчатыми широкими залежами, формирующими на тех участках, где долины пересекают золотоносные зоны (россыпи р. Берелех ниже устья р. Чай-Юрюе и Хевкандая; россыпи рр. Ичувеем, Тенька). Реже образуются короткие изометрические россыпи, повторяющие, видимо, очертания небольших участков концентрации коренных источников (россыпи р. Берелех у устья р. Беличан, ниже руч. Заболоченного, у устья р. Челбанья; россыпи р. Детрин).

Россыпи, образованные при выносе золота из притоков, располагаются близ бортов, рассекаемых притоками, и представляют собой серии коротких струй, загнутых в соответствии с направлением течения главной реки (рис. 19, А). Формирование таких россыпей, носящих название «выносов», происходило в фазу врезания, вероятно, синхронную притоков и главной долине. При сближении выносов нескольких притоков в главной долине образуется довольно протяженная россыпь:

Поперечные россыпи особенно выразительны в долине р. Берелех, где при боковом расширении долины были «сбиты» низовья долин притоков на длину более 1,5 км (рис. 19, Б). В долине р. Берелех участки развития россыпей-выносов и поперечных россыпей закономерно чередуются в соответствии с крупными изгибами долины.

Террасовые россыпи распространены шире, чем в долинах средних порядков, и запасы их на отдельных участках долин превосходят запасы россыпей днищ (россыпи рр. Колымы, Эльгени, Дебин, Детрин, Оротукан).

Возраст большей части террасовых россыпей позднеплейстоценовый, немногие россыпи сформированы в среднем и единичные — в раннем плеистоцене (рис. 20).

Россыпи иногда почти целиком занимают поверхности нескольких уровней террас и днищ, соединяясь золотоносными отложениями на уступах террас (россыпь р. Дебин выше р. Бурхала). Такое размещение россыпей является следствием пересечения или совпадения долин с зонами высокой концентрации коренных источников. При меньшей концентрации их и большей ширине долин россыпи террас располагаются то параллельными рядами, то кулисообразно на нескольких уровнях террас и в днище (россыпи долины Колымы).

В плане россыпи днищ и террас преимущественно прямолинейны. В долинах рр. Колымы и Берелех известны изогнутые россыпи, повторяющие очертания широких извилин русла, и подковообразные, расположенные во врезанных меандрах на разных уровнях террас (россыпь руч. Террасного, выше устья р. Конго; участок близ устья р. Ухомыт, где врезанная меандр преобразована долинами I порядка, в которых находятся россыпи ручьев Долинного и Оганер).

По протяжению россыпей форма их меняется мало; четкое деление на обогащенную и хвостовую части, столь свойственное россыпям долин средних порядков, отсутствует; россыпи лишь несколько суживаются к концам.

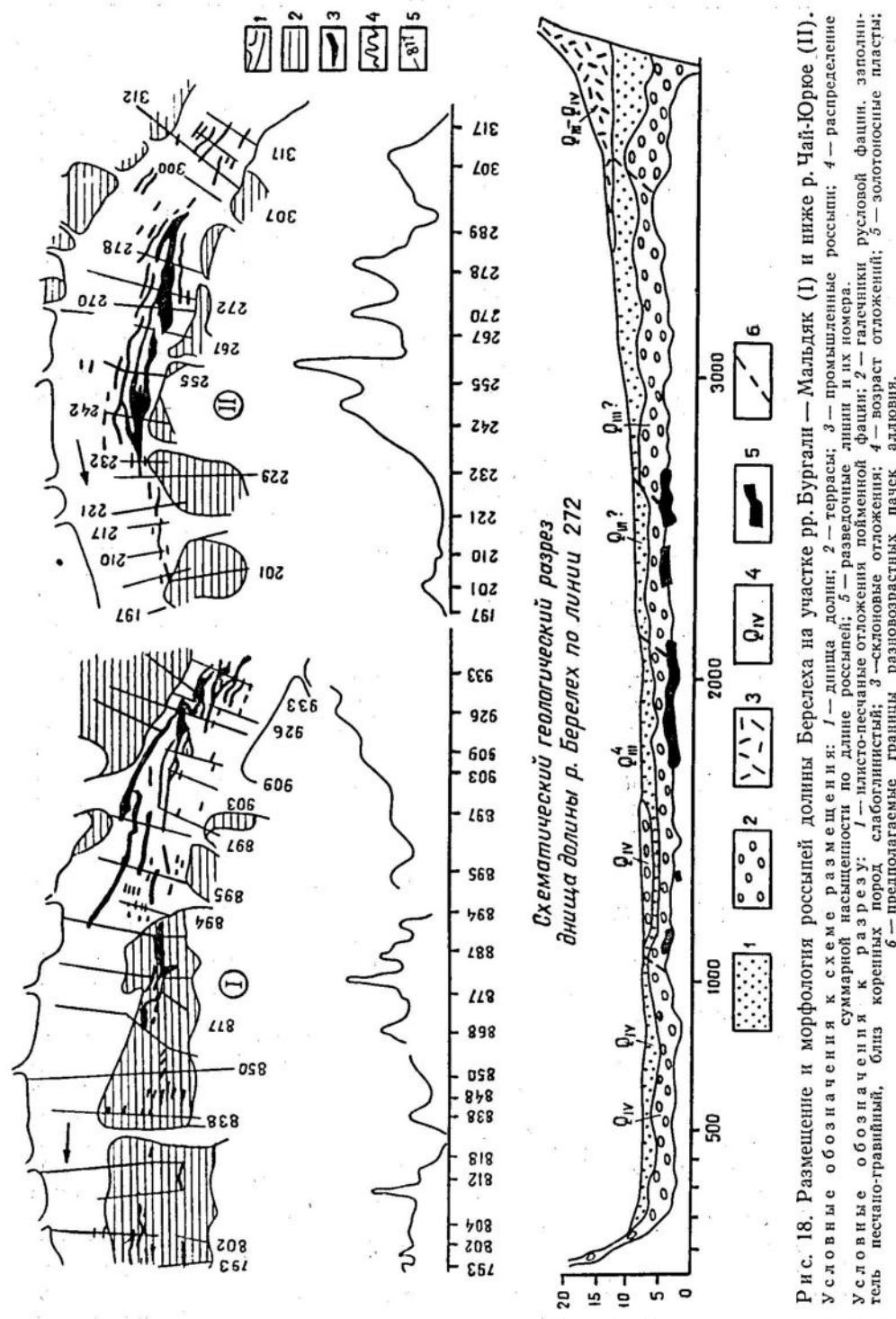


Рис. 18. Размещение и морфология россыпей долины Берелеха на участке рр. Бургали — Мальдяк (I) и ниже р. Чай-Иртыш (II).

Условные обозначения к схеме разреза:

- 1 — днища долин;
- 2 — террасы;
- 3 — промышленные россыпи;
- 4 — распространение
- 5 — разведочные линии и их номера.

Условные обозначения к разрезу:

- 1 — супесчаный насыпной;
- 2 — иллисто-песчаные отложения пойменной фации;
- 3 — склоновые отложения;
- 4 — коренные породы;
- 5 — слабоглинистый;
- 6 — предполагаемые границы разновозрастных пачек аллювия.

Специфической особенностью морфологии россыпей долин высоких порядков как геологических тел являются широкие непромышленные шлейфы, часто в несколько раз превышающие ширину промышленных россыпей.

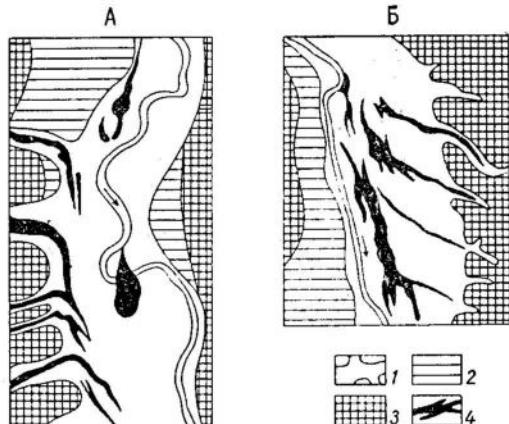


Рис. 19. Положение и морфология россыпей днища долины Берелеха:
A — ниже р. Хевкандья, Б — выше р. Мальдяк; 1 — днища долин; 2 — террасы; 3 — площади междуречий; 4 — промышленные россыпи.

ней (рис. 21). Присутствие шлейфов отличает узкие промышленные россыпи долин высоких порядков от таких же россыпей долин низких и средних порядков.

Размеры россыпей. Длина отдельных россыпных тел или участков долин, где россыпи разных эрозионных уровней непрерывно следуют друг за другом, от 0,4 до 18 км. На разобщенных эрозионных уровнях преобладающая длина россыпей 2—4 км. По сравнению с россыпями долин средних порядков длина россыпей долин высоких порядков не только не увеличивается, а, наоборот, уменьшается.

Небольшая длина россыпей, вероятно, зависит от сравнительно небольшого количества золота, поступающего в долины, и его рассеивания, сокращающего длину переноса значительных порций металла, необходимых для создания промышленных россыпей. Россыпи не имеют или имеют лишь короткие хвостовые участки, сложенные перенесенным золотом. Исключение — россыпь долины VI порядка р. Джелгала (приток р. Дебин), по своим параметрам более близкой к долинам V порядка, у которой длина хвостовой части 6 км.

Возможно, на уменьшение длины россыпей влияет и малая глинистость аллювия долин высоких порядков, вызывающая интенсивное проседание золота в коренные породы и, следовательно, задержку его транспортировки.

Но следует иметь в виду, что малая длина известных россыпей долин высоких порядков иногда является и следствием плохой разведки долин.

Ширина россыпей долин высоких порядков по сравнению с шириной их в долинах средних порядков также уменьшается. Наибольшую ширину, как и в долинах других порядков, имеют россыпи днищ. Россыпи занимают $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ часть общей ширины долин, редко — $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{5}$.

Уменьшение ширины россыпей долин высоких порядков, возможно, связано с тремя обстоятельствами. Во-первых, уменьшаются запасы россыпей, а количество золота и в этих долинах является одним из основных факторов, определяющих ширину россыпей. Чем больше запасы, тем шире и «плотнее» россыпи, т. е. в них меньше пустых и слабозолотоносных участков. Отрезки россыпей, содержащие основные запасы, всегда оказываются и самыми широкими. Во-вторых, промышленные россыпи становятся уже за счет бокового рассеивания золота, увеличивающего ширину непромышленных шлейфов. В-третьих, здесь реже смыкаются на одном эрозионном уровне разновозрастные россыпные тела; при таком смыкании ширина россыпей увеличивается (россыпь р. Ичувеем).

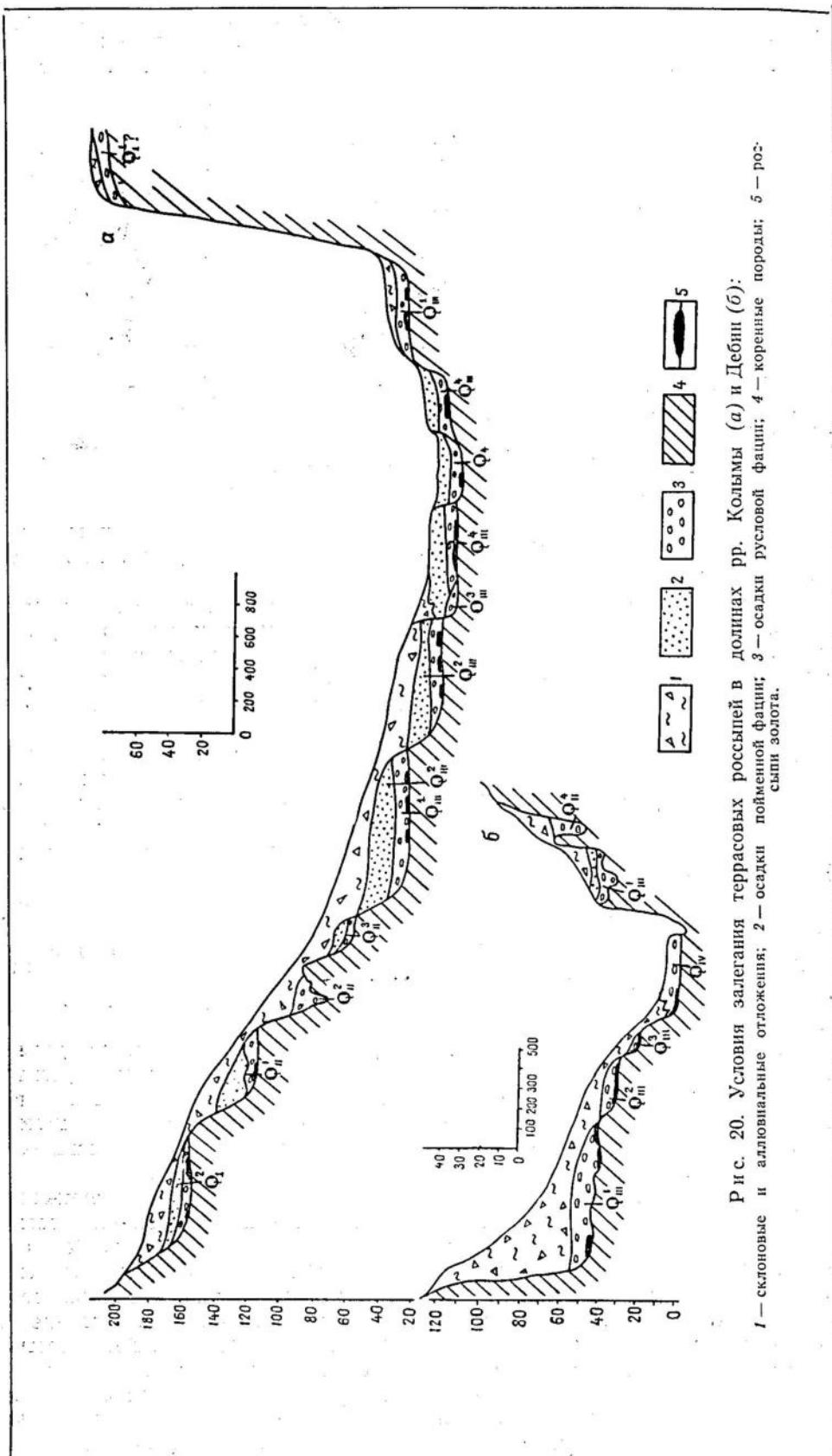


Рис. 20. Условия залегания террасовых россыпей в долинах рр. Колымы (а) и Дебни (б);
1 — склоновые и аллювиальные отложения; 2 — осадки пойменной фации; 3 — осадки русловой фации; 4 — коренные породы; 5 — розы золота.

С увеличением порядка долин ширина промышенных россыпей приближается к ширине современных русел; в долинах VII и IX порядков русла часто шире россыпей.

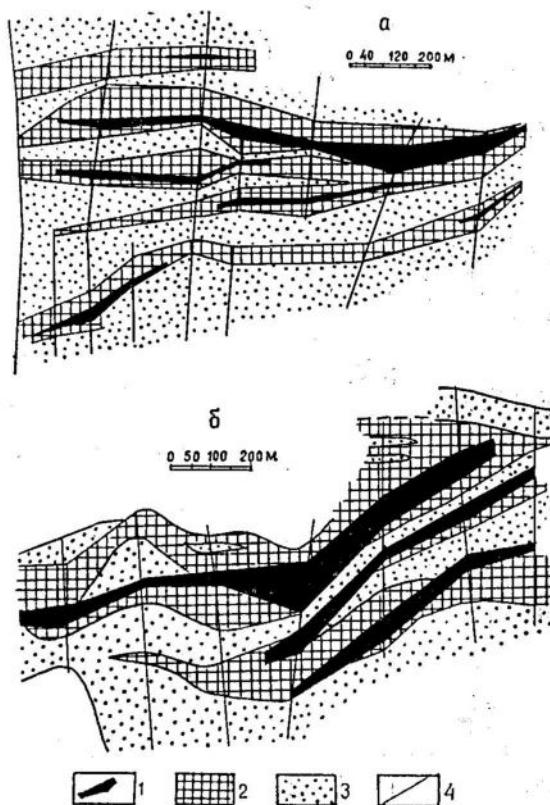


Рис. 21. Положение промышленных россыпей среди знаковых и непромышленных шлейфов в долинах рр. Берелех (а) и Колымы (б):

1—3 — концентрации золота: 1 — промышленные, 2 — непромышленные (более 0,5 г/м³), 3 — непромышленные (менее 0,5 г/м³); 4 — поисковые и разведочные линии.

Золотоносные пласти. Мощность золотоносных пластов малая и сравнительно выдержанная по простиранию и ширине россыпей. Преобладают пласти мощностью 0,6—1,0 м; изредка мощность пластов разрастается до 4 м (россыпи рр. Берелех, Кэпэрвеем). Колебания мощности пластов чаще наблюдаются в долинах VI порядка.

В связи с преобладанием на коренном ложе днищ и террас песчанистых или слабоглинистых галечников характерны плотиковые и спаевые концентрации (рис. 22). В последнем случае золото скапливается не в низах аллювия, а в щебенистых элювиальных отложениях. Резкое увеличение мощности пласта и развитие надплотиковых концентраций, совпадающих с галечниками с повышенной степенью глинистости, установлено в долинах рр. Берелех и Кэпэрвеем. В долине р. Берелех эти пласти находятся на участках прогибания.

Изредка наблюдаются гнезда (перлювиального, остаточного типа) очень крупного золота непосредственно на поверхности плотика. Формирование таких гнезд, вероятно, связано с многократным переотложением золота (долина р. Детрин).

В связи с малой глинистостью аллювия и большей просадкой золота в трещины коренных пород в россыпях долин высоких порядков особенно заметны различия в улавливающей способности коренных пород плотика. Поэтому, здесь, иногда прослеживаются обогащенные полосы, проходящие поперек или диагонально направлению течения реки, в соответствии с положением пластов пород, отличающихся наибольшей улавливающей способностью.

Запасы и их размещение. Рассыпи долин высоких порядков имеют запасы 1—4-го классов, что примерно соответствует запасам россыпей III порядка.

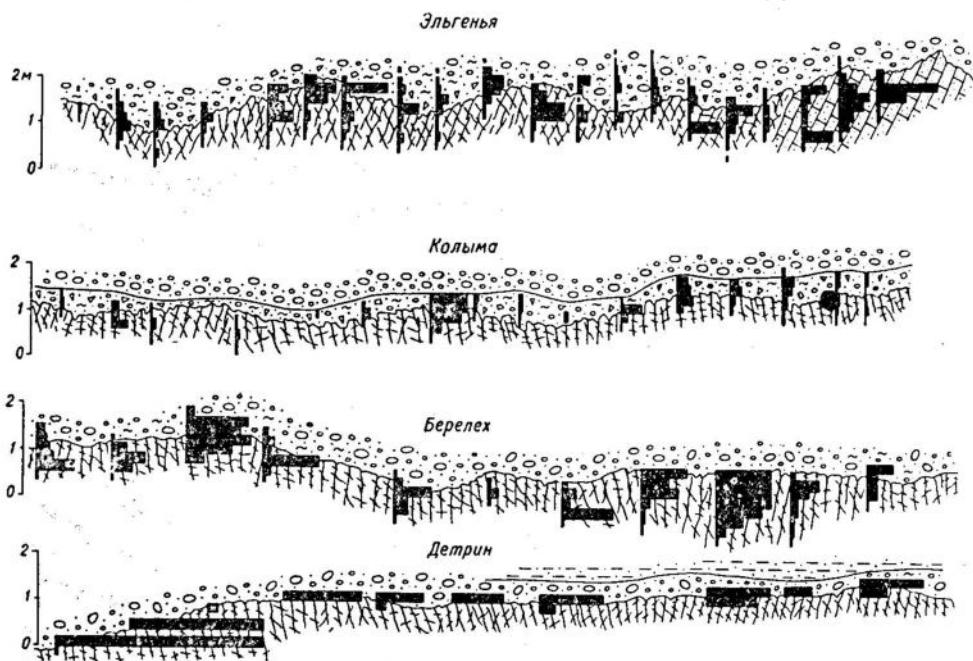


Рис. 22. Золотоносные пласти россыпей долин высоких порядков (условные обозначения см. на рис. 11).

Намечается, что запасы и насыщенность россыпей золота уменьшаются от долин VI порядка к IX. Сравнительно небольшое количество россыпей долин высоких порядков, известных на Северо-Востоке, может

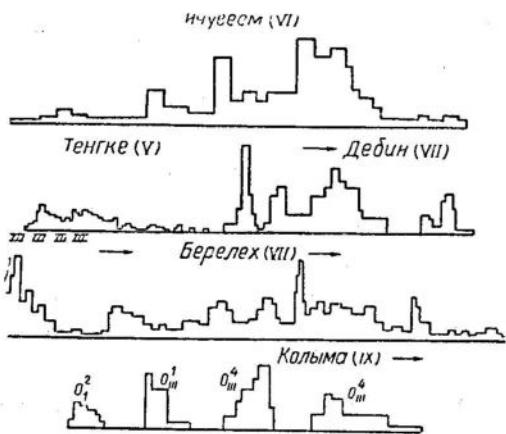


Рис. 23. Размещение насыщенности в россыпях долин высоких порядков (условные обозначения см. на рис. 12).

поставить под сомнение вывод об ухудшении их качества по сравнению с россыпями долин средних порядков. Но данные о таких россыпях других золотоносных регионов как будто бы не противоречат этому выводу; во всех регионах количество россыпей больших долин невелико и запасы их уступают запасам россыпей долин средних порядков.

Таким образом, можно предполагать, что уменьшение величины запасов россыпей долин высоких порядков связано с природными условиями их формирования: некоторым ухудшением «качества» питательных

их коренных источников, уменьшением приноса и возрастанием рассеивания золота.

Вместе с тем, как уже отмечалось, эти россыпи лишь недавно стали осваиваться на Северо-Востоке СССР, слабо освоены они и в других регионах. Истинные запасы россыпей еще не полностью выявлены, возможно, в действительности они гораздо больше. Особый интерес могут представить запасы очень мелкого и тонкого золота, не учтываемые при современных методах опробования. Можно ждать увеличения запасов и более крупного золота, часто пропускаемого при бурении. Вероятность значительных геологических запасов в долинах высоких порядков подчеркивает Ю. А. Травин (1972).

Средняя насыщенность россыпей уменьшается, и контрастность между насыщенностью обогащенных и хвостовых частей сглаживается (рис. 23). При одном источнике питания насыщенность очень быстро возрастает от начала россыпи, обычно снижаясь на коротких расстояниях (россыпи р. Колымы). При множественности источников питания кривая распределения запасов волнобразна (россыпи рр. Дебин, Берелех). Хвостовые части россыпей коротки, часто короче обогащенных (россыпи рр. Телька, Ичувеем).

Сравнительная характеристика россыпей долин низких, средних и высоких порядков

Геоморфологическое положение и форма россыпей. Геоморфологическое положение россыпей разнорядковых групп долин тесно связано со строением последних. В долинах всех порядков преобладают россыпи днищ. Россыпей террас в долинах низких порядков мало, в долинах средних порядков их больше, во многих долинах высоких порядков они становятся главными. Размещение россыпей по мере возрастания порядков долин все более сложное.

Россыпи передко расположены на одной стороне днища или террасы. В долинах I—III порядков это часто связано с поступлением золота из коренных источников, в долинах более высоких порядков — из притоков. Асимметричное положение россыпей вызывается также локализацией их в ложбинах или на ступенях фаз вреза, которые при одностороннем смещении русел сохраняются у тыловой закраины днищ или террас. Если при расширении долин русла перемещаются более разнообразно, россыпи оказываются в разных частях террас и днищ.

С повышением порядков долин увеличивается количество россыпей, утративших связь с элементами рельефа фаз вреза, но унаследовавших от них на новом эрозионном уровне положение и форму. Наиболее полно это выражается в захвате главными долинами россыпей низовий и даже средних течений притоков, преобразованных в поперечные россыпи крупных долин. В долинах средних и высоких порядков известны россыпи, сохраняющие общий контур, хотя по своему протяжению они располагаются на террасах и в днищах долин.

У россыпей тел долин разных порядков есть общая черта — прямолинейность направления, которую они сохраняют на всем протяжении. Криволинейные контуры россыпей свойственны лишь участкам врезанных меандров долин высоких порядков.

Для россыпей-притоков кругопадающих долин I—II, частью III порядков характерна форма ленты, расширяющейся книзу. Многие россыпи долин средних порядков, получающие питание только в верхней части, имеют веретеновидную форму с расширенной головной и узкой хвостовой частями. При нескольких участках поступления золота россыпи становятся четковидными, с раздувами близ участков поступления золота из коренных источников и ниже устьев золотоносных притоков. Изредка сужения и расширения россыпей вызывают изменения ширины самой долины. Наиболее крупные россыпи долин средних и высоких порядков

часто распадаются на несколько субпараллельных лент среди широких полос непромышленной золотоносности.

При малом количестве золота в долинах всех порядков образуются короткие узкие лентовидные залежи, суживающиеся на концах и несколько расширенные в верхней (в долинах IV и более высоких порядков) или нижней (в долинах низких порядков) части. С увеличением порядка долин возрастает ширина непромышленных шлейфов, окружающих промышленные россыпи и расположенных ниже их.

Длина россыпей увеличивается в долинах с I по V порядок, уменьшаясь к долинам IX порядка.

Длину россыпей определяют протяженность и количество участков поступления золота из коренных источников, число золотоносных притоков, дальность переноса и общее количество золота, поступающего в долины.

Количество и длина участков поступления золота, как и число золотоносных притоков, увеличиваются от долин I порядка к V, а далее уменьшаются, что значительно влияет на изменение длины россыпей.

Длина долин низких порядков меньше возможной дальности переноса золота; длина долин средних и высоких порядков превосходит ее. Наиболее интенсивному переносу подвергается сравнительно небольшое количество золота, формирующее хвостовые части россыпей.

Усиление потоков вызывает частичное разрушение промышленных концентраций; перенос золота в горизонтальном направлении переходит в рассеивание, что укорачивает промышленные россыпи долин высоких порядков. В этих долинах неблагоприятной оказывается также разобщенность разновозрастных врезов, в связи с чем длительность перемещения золота ограничивается лишь временем формирования одного эрозионного уровня определенного возраста. Возможно, что увеличение силы потоков приводит к сильному размыву россыпей в фазы врезания, и промышленные концентрации золота сохраняются лишь при переотложении его в фазы расширения долин.

Если запасы россыпей средние или крупные, то прямой зависимости между длиной россыпей и количеством запасов не наблюдается; соседние россыпи однопорядковых долин, различающиеся в 5—6 раз по величине запасов, часто имеют одну и ту же длину. Однако сходство в общем изменении величины запасов и длины россыпей с возрастанием порядков позволяет предполагать, что в целом изменение длины связано и с изменением величины запасов. Не случайно, что в долинах всех порядков короткие россыпи-одиночки почти всегда содержат и самые малые запасы.

На длину россыпей влияет и темп неотектонических движений. При однотипности коренных источников в районах менее интенсивных восходящих движений протяженность россыпей меньше, чем в районах с более интенсивными движениями.

Ширина россыпей. Ширина россыпей возрастает от долин низких порядков к средним, уменьшаясь в долинах высоких порядков. В большинстве районов Яно-Колымской и Чукотской провинций максимальные по ширине россыпи находятся в долинах V порядка, реже — IV. Как исключение очень широкие россыпи известны и в долинах VI порядка (рр. Большой Кэпэрвеем, Ичувеем).

Колебания средней ширины россыпей в однопорядковых долинах велики, максимум ее в долинах V порядка. Небольшая часть россыпей занимает всю ширину днища или террасы, иногда даже серии террас и днища. Россыпи долин низких порядков составляют $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$, средних — $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$, высоких — $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{10}$ часть ширины долин.

Условия формирования россыпей разной ширины во многом не ясны. Ю. А. Билибин считал, что ширина россыпей определяется шириной россыпиформирующих водотоков, полагая, что россыпи в 2—7 раз шире русла. Однако зависимость между шириной россыпей и руслом не однозначна, соотношения между этими величинами меняются при возрас-

нии порядков. В долинах низких порядков россыпи превышают ширину русла значительно — в 10—20 раз, средних порядков — в 2—5 раз, а в долинах высоких порядков ширина русла часто больше ширины россыпей. Наиболее широкие россыпи долин I—V порядков превышают ширину русла в 25—30 раз.

Таким образом, прямой зависимости между шириной россыпей и руслом не существует. Увеличение ширины русла, несомненно, влияет на ширину россыпей, но, очевидно, последняя зависит и от других факторов.

Можно предполагать, что ширина россыпей больше зависит от ширины ложбин и ступеней фаз вреза, которые россыпи занимают то частично, то полностью, в зависимости от количества золота.

Влияние количества золота на ширину россыпей прежде всего проявляется по их протяжению: обогащенные участки часто в 2—2,5 раза шире хвостовых. Резко меняется ширина россыпей в соседних однопорядковых долинах с различными запасами. Это позволяет заключить, что однотипное изменение ширины россыпей и величины запасов с возрастанием порядков долин не случайно и первая величина явно зависит от второй. Эта зависимость выявляется в изменениях максимальной ширины россыпей долин разных порядков.

Самыми широкими бывают россыпи поперечных долин, пересекающих золотоносные зоны, где россыпи располагаются на многих эрозионных уровнях, занимая элементы рельефа, образованные во все фазы формирования долин.

Золотоносные пласты. Средняя мощность золотоносных пластов колеблется от 0,2 до 2,4 м, уменьшаясь при возрастании порядков долин. Такое уменьшение наблюдается почти во всех золотоносных районах Северо-Востока независимо от того, какова фактическая мощность пластов россыпей на данной площади (табл. 20).

Таблица 20

Средняя мощность золотоносных пластов россыпей долин разных порядков, м

Район	Порядок долин							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	IX
Яно-Колымская провинция								
Мылгино-Дебинский	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	—	—
Таскало-Среднеканский	1,1	0,9	0,8	0,8	0,8	6,7	—	—
Нерего-Буюндинский	1,2	0,8	1,2	1,0	0,9	0,2	—	—
Боахачино-Тыэллахский	1,4	1,4	1,2	0,9	0,9	0,9	—	0,9
Берелехский	1,4	1,3	1,2	1,2	1,0	0,7	0,7	—
Кулино-Тенькинский	1,5	1,3	1,5	1,3	1,0	1,1	0,9	—
Чукотская провинция								
Больш-Аюйский	1,2	1,4	1,5	1,5	1,4	—	—	—
Мало-Аюйский	2,3	1,8	1,6	1,6	1,3	2,5	—	—
Ичuveемский	—	1,3	1,4	1,8	1,9	1,0	—	—
Рауучанский	—	1,3	1,5	1,7	1,8	—	—	—
Колымо-Омолонская провинция								
Омолонский	1,6	1,7	1,6	—	—	—	—	—
Шаманихо-Столбовской	1,8	1,7	1,6	1,4	—	—	—	—

Направленное уменьшение мощности пластов связано с преобладанием в долинах разных порядков пластов определенного строения: в долинах низких порядков — наиболее мощных, надплотиковых; средних порядков — менее мощных спаевых; высоких — маломощных плотиковых. Преобладание пластов того или иного строения в свою очередь зависит от состава аллювиальных отложений: большей глинистости в долинах низких порядков и постепенного убывания ее к долинам высоких порядков. Уменьшение степени глинистости связано с возрастающей силой потоков и большей проработкой аллювия.

В долинах низких порядков наиболее часто изменяются строение и мощность золотоносных пластов по протяжению и ширине россыпей. С возрастанием порядков строение пластов становится более однотипным, мощность выравнивается.

Локальные повышения мощности золотоносных пластов по протяжению долин средних и высоких порядков чаще всего наблюдаются в зонах развития раздробленных пород или в небольших опущенных блоках.

Изменения мощности пластов в россыпях однопорядковых долин разных золотоносных районов отражают, по-видимому, общность влияния таких факторов, как особенности тектонического режима территорий и различия в крутизне золота. Мощность пластов увеличивается при ослаблении поднятий и при меньшей крутизне золота. Вероятно, именно эти факторы объясняют различия в мощности пластов в разных районах золотоносных провинций.

Запасы россыпей. Почти на всех золотоносных площадях Северо-Востока средние, преобладающие и максимальные запасы россыпей возрастают от долин I порядка по V, а далее снижаются. Эта особенность четко вскрывается в Яно-Колымской провинции, где сосредоточена основная масса россыпей. От россыпей долин I порядка по III запасы увеличиваются постепенно, более резко в долинах IV и особенно V порядков, содержащих основную часть россыпей с запасами 5-го класса. В долинах VI порядка величина запасов россыпей падает, уменьшаясь к долинам IX порядка. Известные запасы наиболее крупных россыпей долин высоких порядков приближаются к таковым в долинах III порядка. Суммарные запасы россыпей долин низких и высоких порядков приблизительно равны и составляют в сумме менее 20% общего запаса россыпей.

Среди факторов, влияющих на изменения запасов россыпей, наиболее вероятными представляются коренные источники, объем поступающего золотосодержащего материала, принос золота из долин более низких порядков, вынос и рассеивание золота.

Россыпи долин низких порядков образуются при большом разнообразии питающих площадей; ими являются рудные поля промышленных месторождений (в том числе крупных), зоны концентрации крупных и мелких, богатых и бедных рудопроявлений, площади рассредоточенных мелких рудопроявлений. Непосредственная связь россыпей долин средних порядков с известными промышленными месторождениями устанавливается редко, главным образом с небольшими или с флангами более крупных. Лишь немногие из россыпей долин высоких порядков пространственно связаны с зонами крупных рудопроявлений. Таким образом, питающие площади россыпей долин нарастающих порядков отличаются все меньшей концентрацией рудных тел.

Ухудшение качества коренных источников в значительной мере может возмешаться возрастанием объема перерабатывающегося материала в связи с увеличением площади поперечных сечений долин и длины участков поступления золота. Эта особенность, по-видимому, имеет значение для возрастания запасов россыпей от долин I порядка к V. В последних объем перерабатывающегося материала особенно велик по сравнению с долинами более низких порядков. Однако при дальнейшем увеличении порядков долин влияние этого фактора уже неясно; возможно, он утрачивает положительное значение в связи со все усиливающимся разубоживанием золотоносного материала пустыми породами.

Долины, вскрывающие коренные источники, бывают продольными, поперечными и диагональными по отношению к простиранию золотоносных зон. Продольные встречаются чаще среди долин низких порядков, поперечные и диагональные — средних и высоких порядков. В поперечных долинах средних порядков, пересекающих золотоносные зоны, особенно если эти зоны широки, условия для поступления золота более благоприятны, чем в узких продольных долинах низких порядков.

Распределение запасов в долинах разных порядков в значительной степени определяется соотношением выноса-приноса золота из долин низких порядков в долины более высоких порядков.

Особенно интенсивно золото выносится из долин низких порядков. В связи с этим в долинах I порядка, несмотря на благоприятную рудную обстановку, часто образуются лишь непромышленные россыпи. Гораздо меньше золота выносится из долин III порядка, еще меньше из долин IV и, как исключение, — V и VI порядков. Основная масса вынесенного золота из долин I—III порядков накапливается в долинах IV и V порядков; россыпи долин высоких порядков принимают небольшое число россыпей-притоков.

Перемещением золота можно объяснить соотношение количества промышленно-золотоносных долин разных порядков, значительно отличающееся от общего соотношения долин. Количество золотоносных долин увеличивается от I порядка к III и только далее прогрессивно уменьшается, хотя общее количество долин в каждом последующем порядке уменьшается в 4 раза. В различных золотоносных районах соотношения количества россыпей разных порядков несколько различны, но общая тенденция соотношений выдерживается с очевидным постоянством (табл. 21).

Таблица 21

Количество россыпей долин разных порядков в различных районах Северо-Востока, %

Район	Порядок долин								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Яно-Колымская провинция									
Берелехский	22	31	28	8	4	—	7	—	—
Таскано-Среднеканский	9	30	36	20	3	2	—	—	—
Мылгино-Дебинский	4	30	39	15	6	6	—	—	—
Бохаччино-Тыэллахский	4	35	37	16	4	2	—	—	2
Чукотская провинция									
Мало-Анюйский	10	21	42	21	5	1	—	—	—
Больше-Анюйский	20	38	32	7	3	—	—	—	—
Ичувеемский	—	27	47	16	7	3	—	—	—
Раучушанский	—	35	30	30	5	—	—	—	—
Колымо-Омолонская провинция									
Омолонский	37	44	19	—	—	—	—	—	—

При мечание. Для долин VII и IX порядков указано количество золотоносных отрезков, вмещающих многие россыпные тела.

Кроме основных золотых «потоков большой плотности», создающих промышленные россыпи, во всех долинах есть потоки мелкого рассеянного золота, образующие непромышленные шлейфы. Движение такого золота, по-видимому, резко увеличивается по мере увеличения порядков долин, что существенно уменьшает промышленные запасы долин высоких порядков.

При россыпнеобразовании в долинах низких порядков ведущим является процесс выноса золота, средних порядков — аккумуляции, в долинах высоких порядков значительно усиливается роль рассеивания.

В долинах низких порядков баланс поступления — выноса золота отрицательный, средних и высоких порядков — положительный. Но в долинах средних порядков разница между величиной промышленных и геологических запасов гораздо меньше, чем в долинах высоких порядков,

где происходит не только формирование, но и разрушение промышленных концентраций*.

Таким образом, возрастание запасов к долинам V порядка и их дальнейшее уменьшение является следствием перекрещивающегося влияния многих факторов, благоприятных или неблагоприятных для наращивания запасов. С возрастанием порядков долин роль одних факторов увеличивается, других — уменьшается. Наиболее благоприятное сочетание факторов создается в долинах V порядка, в которых и образуются россыпи с самыми крупными запасами.

Средняя насыщенность россыпей, как и запасы, возрастает в долинах I порядка по V, убывая к IX порядку. Для всего Северо-Востока примерное соотношение насыщенности золотоносных долин I, II, III, IV, V, VI, VII и IX порядков следующее: 1; 1,2; 1,6; 2,6; 7; 2,0; 1,7; 1,3.

В долинах всех порядков запасы золота по протяжению россыпей распределяются неравномерно: выделяются богатые и бедные участки. Размещение и длина таких участков определяются положением коренных источников или устьев золотоносных притоков и дальностью переноса золота.

Для долин крутопадающих водотоков I—II, частью III порядка, где основная часть россыпей является россыпями-притоками, характерно постепенное нарастание насыщенности с максимальным значением в нижних частях. Обогащенные участки сложены преимущественно спесенным золотом.

В долинах пологопадающих водотоков средних порядков при одном источнике питания формируются сравнительно короткие обогащенные и более длинные хвостовые участки россыпей. Обогащенные участки содержат 60—90% запасов золота россыпей; средняя насыщенность их часто очень велика. Как правило, величина насыщенности обогащенных и хвостовых частей россыпей резко контрастна, первая превышает вторую в 3—10 раз.

В долинах высоких порядков при одном источнике питания наиболее богатые участки также находятся в верхней части россыпей. Распределение насыщенности по протяжению россыпей более равномерное, часто нет четкого деления на обогащенные и хвостовые части и особенно высоких пиков насыщенности.

При многих источниках питания, что свойственно россыпям долин средних и высоких порядков, обогащенные и обедненные участки чередуются.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявленные особенности изменения параметров россыпей долин низких, средних и высоких порядков позволяют дать некоторые рекомендации по методике подсчета прогнозных запасов и проведения поисково-разведочных и ревизионных работ.

Подсчет прогнозных запасов. При подсчете прогнозных запасов россыпей крупных территорий и локальных участков геологи Северо-Востока широко применяли метод оценки «по длине золотоносной гидросети». Метод основан на использовании данных, полученных при разведке и эксплуатации золотоносных долин эталонного района, для оценки запасов в соседнем сходном по геолого-геоморфологической обстановке районе. В эталонном районе определяли среднюю насыщенность золотоносных долин, которую распространяли с поправочным коэффициентом на прогнозируемые долины. Неправильность такого расчета прогнозных запасов впервые отметил Ю. А. Травин (1966); он указал, что

* Подразумеваются промышленные концентрации, соответствующие кондициям последнего десятилетия. При изменении кондиций, естественно, изменяется и величина запасов.

насыщенность (по Ю. А. Травину — продуктивность) россыпей меняется в зависимости от порядков долин. В связи с этим было предложено определять насыщенность прогнозируемых объектов с учетом порядков долин и дана методика такого определения (Генкин, Шляпникова, 1969; Шило и др., 1970).

Наиболее уязвимое место этой методики — выбор исходного значения насыщенности, а также переходных коэффициентов для вычисления насыщенности россыпей новых площадей. В основном в качестве исходной брали среднюю насыщенность за весь период эксплуатации россыпей эталонного района, которую с некоторым субъективно выбранным коэффициентом принимали для нового района.

Практика показала, что для слабоописываемых и достаточно разведенных площадей использование таких данных приводит к завышению прогнозных запасов. Проведенными расчетами доказано, что гораздо надежнее в качестве исходных брать данные насыщенности россыпей эталонных площадей только за последнее десятилетие (Бабкин и др., 1977).

Для определения возможных различий в прогнозируемых запасах следует вычислять преобладающую и среднюю насыщенность россыпей долин разных порядков эталонного участка. Использование преобладающей насыщенности дает меньшую сумму запасов, которая исключает открытие на прогнозируемой площади россыпи с крупными запасами; подсчет по средним данным предполагает возможность открытия таких россыпей.

При определении насыщенности россыпей долин разных порядков на перспективных площадях, удаленных от россыпных районов, можноходить из соотношений средней насыщенности всех россыпей Северо-Востока за весь период их эксплуатации. Соотношения насыщенности россыпей долин I, II, III, IV, V, VI, VII, IX порядков составляют ряд: 1; 1,2; 1,6; 2,6; 7; 2,0; 1,7; 1,3. Фактическое значение используемой единицы ряда следует подбирать на основе аналогии перспективной площади с какой-нибудь известной.

Для золотоносных площадей, на которых долины уже в той или иной мере опрошены, и при оценке прогнозных запасов можно учитывать фактические данные о золотоносности, использование данных о средней насыщенности россыпей долин разных порядков может являться своего рода критерием правильности расчета прогнозных запасов.

Определение возможного количества долин разных порядков важно при оценке запасов погребенных россыпей обширных равнин и площадей шельфов, на которых предполагаются аллювиальные россыпи. Для такого определения используются данные количественных соотношений долин разных порядков в горных областях. Для площадей, примыкающих к горным обрамлениям, реконструкцию погребенной сети производят с учетом плотности и рисунка речной сети обрамления.

При проведении буровых работ определение возможного порядка погребенных долин должно основываться не только на размерах вскрываемых долин, но и на характере их аллювия, так как аллювий долин разных порядков значительно различается сортировкой галек по прочности пород и степени окатанности.

Поисковые работы. При поисковых работах в новых районах следует продолжать сложившуюся традицию последовательности их проведения; в первые этапы освоения районов вести поиски преимущественно в долинах средних порядков, а в последующие — в долинах низких и высоких порядков.

Начинать поиски россыпей нужно в долинах III порядка. Рассыпь этих долин наиболее многочисленны, и хотя запасы их не особенно велики, но надежны. После опробования долин III порядка легче выбрать объекты для проведения поисков в долинах IV—V, низких и высоких порядков.

При поисках россыпей в долинах средних и высоких порядков, многие из которых имеют высокие (высота цоколя более 200 м над современными руслами) террасы, часто возникает вопрос о необходимости проведения поисков на этих террасах. Едва ли можно ожидать значительного пополнения запасов из россыпей высоких террас. Во многих золотоносных регионах Советского Союза поиски россыпей на таких террасах издавна и неоднократно проводились; были найдены единичные россыпи, иногда даже богатые по содержанию, но с малыми запасами. Вероятно, Северо-Восток не составит исключения, поэтому искать эти россыпи можно только при исключительно благоприятной рудной и геоморфологической обстановках.

Густота разведочной сети на поисковой стадии выбирается на основании данных о преобладающей, минимальной и максимальной длине и ширине россыпей.

Долины средних порядков. Поскольку длина россыпей в этих долинах очень непостоянна, на поисковой стадии следует выделить три этапа. В первый этап густота сети поисковых линий рассчитана на выявление россыпей преобладающей для этого порядка длины. С учетом поправочного коэффициента 0,8 расстояние между линиями определяется для долин III порядка равным 2 км, IV—3 км, V—4 км, а расстояние между выработками соответственно 20, 30 и 40 м (табл. 22).

При выявлении промышленных россыпей или полном отсутствии данных о золотоносности поиски прекращаются. Если устанавливается непромышленная золотоносность, начинается второй этап поисков с проходкой линий вверх и вниз от участка выявленной золотоносности на расстояния, предусматривающие выявление россыпей по параметрам меньшим, чем преобладающие для данного порядка. Интервалы выработок в линиях — не более 20 м.

Если при проходке этих линий получены ухудшенные данные по золотоносности, работы прекращаются и долины считаются незолотоносными. Улучшение же данных позволяет предполагать промышленные россыпи с минимальными параметрами. Выявление их — третий этап поисковой стадии.

В долинах средних порядков большинства золотоносных районов Северо-Востока проведен первый этап поисков, многие долины опрошены на уровне второго этапа, но большая часть их не прошла третьего. Данные о частоте встречаемости разных по длине россыпей указывают на необходимость постановки ревизионных работ для обоснования третьего этапа поисков.

Долины низких порядков. Характерно для этих россыпей преобладание определенных параметров предполагает постоянную густоту поисковых линий: расстояние между ними не должно превышать 0,8 км, расстояние между выработками по линиям — 10 м.

Таблица 22

Рекомендуемая сеть разведочных выработок при поисках россыпей
в долинах разных порядков

Порядок долин	1-й этап		2-й этап		3-й этап	
	Расстояние					
	между линиями, км	между выработками в линиях, м	между линиями, км	между выработками в линиях, м	между линиями, км	между выработками в линиях, м
I-II	0,8	10	—	—	—	—
III	2,0	20	1,0	10—20	0,6	10
IV	3,0	30—40	1,5	20	0,8	10
V	4,0	40	2,0	20	1,0	10
VI-IX	3,0	60—80	1,0—1,5	20	—	—

Долины высоких порядков. Проведение поисков россыпей в этих долинах наиболее сложно в связи с разнообразием положения и типов россыпных тел. Опоискование долин следует проводить после поисков россыпей в долинах притоков, что позволит оценить возможность выноса золота из притоков и даст более ясное представление о соотношении главной долины с зонами коренных источников. При заложении поисковых линий нужно исходить из принципа близких связей искомой россыпи с предполагаемым источником поступления золота. Протяженность поисковых линий определяется конкретной задачей. Если цель поисков — обнаружение россыпи, образованной за счет поступления золота из притока, длина линии минимальна. Если предусматриваются россыпи, связанные с коренными источниками, вскрывающимися в пределах днища или террас, линия должна пересекать всю ширину долины. Поскольку в долинах высоких порядков по сравнению с долинами V порядка длина россыпей в основном сокращается, закладывать поисковые линии в этих долинах следует на меньших расстояниях, чем в долинах V порядка.

Опоискование долин высоких порядков следует проводить в два этапа. Задача поисков первого этапа состоит в выявлении не контуров россыпей, а контуров шлейфов повышенной золотоносности более значительной протяженности и ширины, чем заключенные в них промышенные россыпи. Постановка такой узкой задачи дает возможность избежать очень значительных объемов буровых или горных работ на поисковой стадии.

Данные геологоразведочных работ показывают, что в долинах высоких порядков промышенные струи россыпей обычно окружены шлейфами непромышенной золотоносности зонального строения. Непосредственно к промыщенным телам примыкают участки шлейфов с содержанием более $0,5 \text{ г}/\text{м}^3$; протяженность их до 3 км, ширина 50—250 м. Зоны шлейфов повышенной золотоносности окаймляются еще более широкими полями с низкой золотоносностью (от знаков до $0,5 \text{ г}/\text{м}^3$), а знаковая концентрация распространена почти по всей ширине долины. С учетом данных о средней длине и ширине окаймляющих промышенные россыпи шлейфов повышенной золотоносности расстояние между поисковыми линиями должно быть равна 3 км, расстояние между выработками в линиях — не более 80 м. Такая густота сети обеспечивает выявление контуров повышенной золотоносности, в пределах которых во второй этап поисков при большей густоте выработок (1—1,5 км между линиями, 20 м между выработками) выявляются более узкие и менее протяженные россыпи промыщенного значения.

При поисках россыпей в долинах всех порядков, особенно средних и высоких, следует стущать выработки по линиям близ тыловых закраин днищ и террас, где чаще всего расположены обогащенные участки россыпей.

Оконтуривание россыпей на стадии поисков нужно вести с учетом двух характерных особенностей их. Рассыпные тела прямолинейны, направления их совпадают с общим направлением эрозионных уровней, на которых они расположены, отклонение от него очень небольшое. Контуры россыпных тел просты и плавны, им не свойственны ни резкие сужения, ни угловатость.

Иключение из общего правила о совпадении направления россыпных тел и эрозионных уровней, на которых они сформированы, составляют поперечные россыпи. Наличие этих россыпей наиболее вероятно в широких долинах высоких порядков. Признаком их возможного присутствия являются россыпи долин притоков, расположенных на сторонах долин с отчетливыми следами подреза при длительном одностороннем смещении русла.

Ревизионные работы. На площадях с высокой степенью разведанности долин одним из возможных источников пополнения запасов

служат долины, уже затронутые разведочными работами (Шило и др., 1970). Определение полноты разведенности их всегда субъективно. Данные анализа длины и ширины разнопорядковых долин и частоты встречаемости россыпей определенной длины и ширины в долинах разных порядков позволяют оценить полноту разведенности долин более объективно. Так, долины средних порядков, в том числе IV и V, охваченные по их протяжению поисковыми линиями с интервалом более 2 км, выявившими лишь непромышленную золотоносность, могут быть отнесены к числу недоразведенных, так как около 30% россыпей в этих долинах имеет протяженность менее 2 км.

Полноту разведенности должны оценивать также и на основании анализа густоты выработок по ранее пройденным поисковым линиям. Например, данные о частоте встречаемости россыпей по ширине их контуров позволяют относить к недоразведенным долины IV—V порядков, если выработки в поисковых линиях имеют интервалы более 40 м, так как в долинах этих порядков ширина промышленного контура 40%, россыпей менее 30 м.

По-видимому, существенное значение может иметь использование представлений об особенностях россыпей долин разных порядков при ревизии площадей с непромышленными запасами.

Графические документы. При прогнозных построениях, проведении поисково-разведочных и ревизионных работ рекомендуется составление карты порядков долин, карты этапов поисковых работ и продольных комплексных профилей.

Карта порядков долин. Одним из обязательных графических документов, находящихся в геологоразведочных экспедициях, должна быть карта порядков долин разных масштабов с разной дополнительной нагрузкой. В частности, для прогнозных построений на таких картах должны быть показаны предполагаемые зоны коренных источников с желательным разделением их на типы, отличающиеся по степени концентрации и богатства.

Карты этапов поисковых работ. Весьма желательно составление карты результатов поисковых работ, проведенных на территории деятельности геологоразведочного подразделения в различные этапы ее освоения. Целесообразно разделять весь период проведения поисковых работ на пятилетки.

Продольный комплексный профиль. Удобным графическим документом, показывающим изменение всех параметров россыпи по ее протяжению, является комплексный продольный профиль (рис. 24), в который входят следующие элементы*:

I. Продольные профили поймы золотоносной реки, ее террас, золотоносных и незолотоносных притоков. Масштабы профилей 1:10 000—1:100 000. Отношение вертикального масштаба к горизонтальному 1:10. При составлении профиля в масштабе 1:10 000 показываются мощность подрусловых отложений и геологическое строение коренных пород, места развития кварцевых жил, зон сульфидной минерализации, даек. На профилях притоков, террас и главной реки наносятся участки распространения россыпей.

II. Диаграммы насыщенности, составляются раздельно для россыпей днищ и террас или вместе с выделением россыпей террас особым знаком (цветом). С диаграммой насыщенности россыпи главной реки совмещаются диаграммы насыщенности россыпей притоков; их можно составлять на наклонных линиях, непосредственно причленяющихся к точкам устьев притоков, или на прямой линии, поднятой над основанием диаграммы насыщенности главной реки. Целесообразно сопоставление ди-

* Методика составления комплексного профиля изложена в статье Е. Я. Сипягиной, А. И. Григорьевой, Л. Я. Лапиной (Тр. ЦНИГРИ, 1972 вып. 103). Ввиду ограниченного тиража Трудов считаем целесообразным повторить основные положения этой методики.

аграмм, построенных по разведочным и эксплуатационным данным. На фоне диаграмм насыщенности линией наносятся средние содержания по блокам подсчета запасов. В основании диаграммы обозначается положение известных или предполагаемых коренных источников.

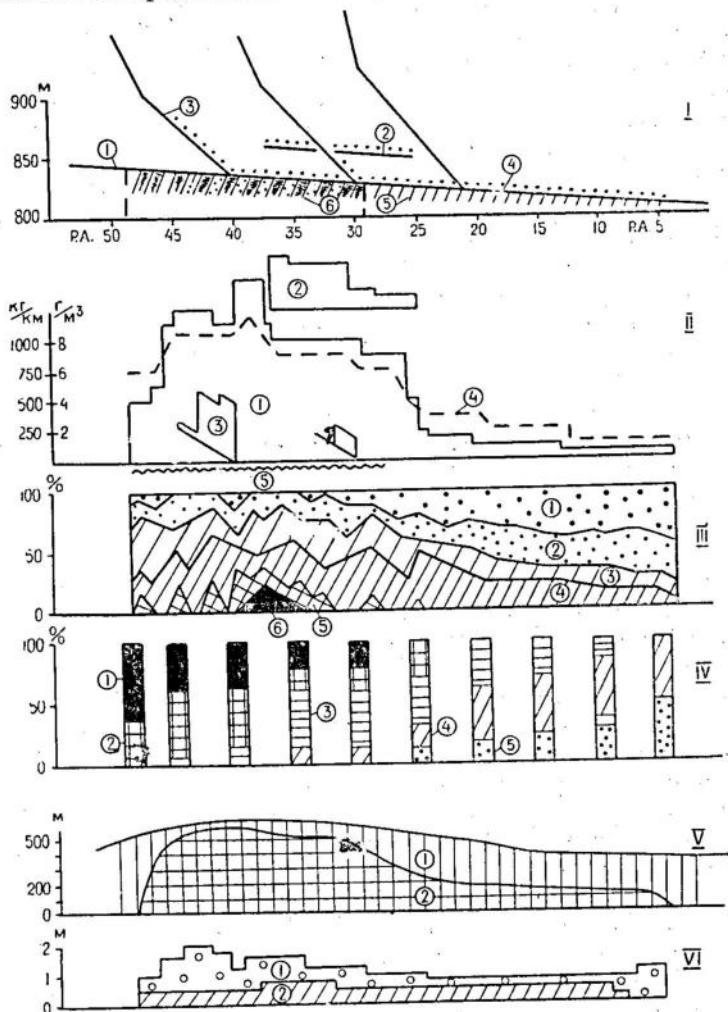


Рис. 24. Комплексный продольный профиль:

I. 1-3 — продольные профили: 1 — днища главной долины, 2 — террасы главной долины, 3 — днища притоков; 4 — россыпи; 5 — коренные породы; 6 — жилы, дайки и другие возможные коренные источники.

II. 1-3 — диаграммы насыщенности россыпей: 1 — днища главной долины, 2 — террасы главной долины, 3 — днища долины притока; 4 — среднее содержание по россыпи днища главной долины; 5 — участок поступления золота из коренных источников.

III. Диаграмма крупности (мм) золота россыпи днища по классам: 1 — менее 0,5; 2 — 0,5-1; 3 — 1-2; 4 — 2-4; 5 — 4-8; 6 — более 8.

IV. Диаграмма окатанности золота россыпи днища класса 2-4 мм: 1 — 5 — окатанность: 1 — плохая, 2 — слабая, 3 — средняя, 4 — хорошая, 5 — совершенная.

V. Диаграмма ширины россыпи и днища: 1 — ширина днища; 2 — ширина россыпи.

VI. Диаграмма средней мощности пласта россыпи днища (по блокам): 1 — мощность надплотинной части пласта; 2 — мощность пласта в коренных породах.

Вертикальный масштаб для диаграмм насыщенности при масштабе профиля 1:10 000—100 кг/км в одном сантиметре, 1:25 000—250 кг/км, 1:100 000—1000 кг/км.

III. Диаграмма крупности золота, полученного при разведке или эксплуатации, дает процентное соотношение весов золота различных классов крупности. Принятые градации (мм): менее 0,5; 0,5—1,0; 1—2; 2—4; 4—8; более 8. В основании диаграммы показываются места находок самородков; на фоне ее — изменения пробы золота:

IV. Диаграмма окатанности золота. Окатанность может показывать-
ся для одного преобладающего по крупиности класса золота или для нес-
кольких классов.

V. Диаграмма ширины россыпи, составляется в более крупном
масштабе, чем масштаб продольного профиля. Ширина россыпи изобра-
жается на фоне ширины того эрозионного уровня, на котором лежит
россыпь. При наличии нескольких параллельных россыпей, лежащих в
днище и на террасах, ширину их можно суммировать или для каждого
уровня показывать отдельно ширину россыпи и ширину несущего ее
уровня.

VI. Диаграмма средней мощности золотоносного пласта; составляется
в масштабе 1:100 по блокам подсчета запасов или эксплуатационным
данным. На этой же диаграмме выделяются надплотиковые и плотиковые
концентрации золота.

Строение золотоносного пласта можно показать и отдельным рисун-
ком с указанием литологических особенностей рыхлых отложений и пло-
тика.

При необходимости комплексный профиль дополняют данными о
мощности и генезисе погребающей толщи, составе шлиховых минералов и т. д. Комплексный профиль следует составлять с начала поисковых
работ и постепенно пополнять. Он является одним из желательных доку-
ментов, прилагающихся к подсчету запасов.

Задачи дальнейшего изучения россыпей долин разных
порядков. Для эффективного использования результатов изуче-
ния россыпей долин разных порядков необходимо дальнейшее продол-
жение исследований с применением более совершенных современных
методов, в частности математической статистики.

Первостепенные задачи дальнейших исследований:

тиปизация россыпей долин разных порядков, т. е. выявление особенностей запасов, морфологии и условий залегания россыпей в зависимости от геолого-геоморфологической обстановки;

выяснение условий питания россыпей долин средних порядков, в том числе некоторых уникальных по величине запасов.

Заслуживают внимания следующие вопросы:

особенности строения и состава аллювия долин разных порядков, сформированного в разные динамические фазы, и значение этих особенностей для образования россыпей;

изменение параметров россыпей долин разных порядков в разных морфоструктурах;

строение золотоносных пластов долин разных порядков, сложенных золотом разной крупности;

типоморфные особенности золота долин разных порядков.

Глава II.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РОССЫПЕЙ В МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ВПАДИНАХ

Россыпи мезо-кайнозойских впадин, несмотря на большое сходство по морфологии и строению с россыпями горного рельефа, отличаются от последних значительно более сложными условиями залегания и некоторыми особенностями формирования.

Мезо-кайнозойские впадины входят в группу послегеосинклинальных структур, широко распространенных на Северо-Востоке СССР и неоднократно описанных в литературе (Шило, 1960, 1961, 1964; Баранова, 1967; Тильман и др., 1969; Тильман, 1973). Они представляют собой опущенные и прогнутые участки земной коры, заполненные в основном континентальными молассами. В рельфе им соответствуют аккумулятивные равнины, низины, депрессии,

Являясь наложенным структурами, впадины развивались на разбородных и разновозрастных тектонических элементах континентального свода: складчатых структурах, срединных массивах и разновозрастных поднятиях. В строении впадин различаются два элемента — фундамент, сложенный структурами основания, и осадочный чехол, состоящий из пологозалегающих мезо-кайнозойских континентальных и реже — морских образований, перекрывающих с перерывом и значительным структурным несогласием структуры основания. В крупных впадинах фундамент обычно разбит на отдельные блоки, которые испытывали разные по интенсивности или направлению движения уже после заложения впадин, что обусловило различную мощность выполняющих их рыхлых отложений.

Заложение континентальных впадин на Северо-Востоке происходило метахронно, в соответствии с отмиранием остаточного геосинклинального режима в разновозрастных системах (Тильман, 1973). По мере смещения возраста завершающей складчатости в разных системах с запада на восток скользит, омолаживаясь в этом направлении, и возрастная граница заложения континентальных впадин. В областях мезозойской складчатости континентальный режим установился с позднего мела, тогда и были заложены первые впадины. Но интенсивное развитие их тесно связано с неотектонической активизацией. В пределах мезозоид и Охотско-Чукотского вулканогенного пояса оно началось в олигоцене — миоцене, в Анадырско-Корякской складчатой системе — в позднем плиоцене, в Олюторско-Камчатской системе — в среднем плейстоцене (Баранова, 1967; Шило и др., 1971).

Россыпная золотопосность впадин определяется размещением их в пределах крупных тектонических элементов, контролирующих золотое оруденение в горном обрамлении или в структурах фундамента впадин, а также историей развития и условиями формирования осадочного чехла. Во впадинах известны россыпи двух типов: на поверхности фундамента и внутри рыхлой толщи. Первые тесно связаны с коренными источниками, расположеными в горном обрамлении или в структурах фундамента, и содержат сравнительно крупное золото с высокой концентрацией. Вторые образуются в осадочных породах чехла преимущественно на пограничных участках впадин с инверсионным развитием, находящихся под влиянием воздымавшихся горных сооружений, и формируются за счет золота, вынесенного водными потоками из горного обрамления. Преобладающий режим прогибания и аккумуляции, периодически сменяющийся пульсационными поднятиями и размывом, приводит к возникновению в рыхлой толще нескольких висячих золотопосных пластов. Как правило, в этих пластиах преобладает золото мелких классов с низкой концентрацией.

РОССЫПЕКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

Геологическая позиция золотого оруденения в структурах фундамента континентальных впадин не отличается от горных районов их обрамления в пределах одноименных металлогенических зон. Основные факторы локализации золотого оруденения — геотектонические, структурные, магматические, метаморфические, которые сравнительно четко проявляются в геологическом строении фундамента мезо-кайнозойских впадин. Возможность их использования в качестве поисковых критериев рассмотрена ранее (Флеров, 1976).

Благоприятная металлогеническая обстановка определяется величиной пострудного денудационного среза, достаточной для выведения коренных источников в сферу денудации. И если в горных районах вскрытие коренных источников россыпей происходило на протяжении всего континентального периода развития, то в структурах фундамента впадин — только на начальных этапах, так как в дальнейшем они представляли собой области аккумуляции. В областях мезо-кайнозойской складчатости период рудообразования близок, а иногда и совпадает со временем заложения континентальных впадин, поэтому определение величины денудационного среза

структур фундамента впадин, вмещающих коренные источники россыпей, имеет первостепенное значение для выявления перспектив впадин на россыпи золота.

Большая роль в формировании россыпей в связи с погребенным эрозионно-денудационным рельефом фундамента впадин принадлежит характеру эрозионного расчленения денудационной поверхности выравнивания на различных этапах неотектонической активизации, который при наличии коренных источников в денудационном срезе определяет продуктивность базальных отложений.

Пострудный денудационный срез способствует выведению коренных источников золота в сферу действия экзогенных процессов. Он существенно влияет на фон россыпной золотоносности и зависит от режима структур фундамента впадин на орогенном и неотектоническом этапах до прогибания, когда рельеф фундамента выводится из сферы процессов денудации.

Величина денудационного среза и, следовательно, вскрытие различных горизонтов рудообразования определяется величиной поднятия. Опираясь на факты отсутствия золота в нижне- и верхнемеловых отложениях Арка-галинской, Толонской, Нерской и других впадин, некоторые исследователи склонны считать, что поднятие большинства золотоносных районов произошло в основном на неотектоническом этапе развития территории, а так как впадины на неотектоническом этапе находились в режиме опускания, то денудационный срез в их пределах не проявился.

Характер развития территории Северо-Востока на орогенном этапе имеет большое значение для формирования россыпей во впадинах. Новые данные по истории развития арктических впадин и районов, примыкающих к ним (Куларского, Чаунского, Валькарайского, Ванкаремского), однозначно отвечают на поставленный вопрос. Например, Куларский антиклиниорий, расположенный на северо-западе Яно-Колымской системы, на орогенном этапе от времени рудообразования до стабилизации тектонического режима в позднем мелу — палеогене испытал воздымание и денудационный срез в 1,5—2 км, что способствовало выведению на поверхность и разрушению коренных источников. Такое же поднятие произошло и в центральных частях хребта Черского, зафиксированное осадками значительной мощности в Момо-Зырянской впадине. В то же время Верхне-Колымское нагорье находилось в субплатформенном режиме. Интенсивное горообразование и направление воздымание здесь началось значительно позже. В связи с неотектонической активизацией в олигоцене — миоцене надрудный горизонт такой же мощности в 1,5—2 км был денудирован, что привело, по данным Ю. И. Гольдфарба (1972), к вскрытию основной части коренных источников в раннем плейстоцене.

Эти факты свидетельствуют об индивидуальном развитии отдельных морфоструктур на орогенном и посторогенном этапах, инверсионном характере тектонических движений последнего. Можно согласиться с Ю. П. Барановой (1967) в том, что в позднеюрское—раннемеловое время в Верхоянской области существовал рельеф типа островных гор (цепей). Может быть, на орогенном этапе рельеф и не был дифференцирован, как в четвертичное время, а поднятия посодействовали характер сводов, но он систематически воздымался, что способствовало проявлению процессов денудации и вскрытию коренных источников.

В условиях благоприятной металлогенической обстановки и достаточного денудационного среза следующим по значению фактором, определяющим возникновение россыпей во впадинах, является глубина эрозионного расчленения погребенного денудационного рельефа эпохи выравнивания и горообразования. Эрозионное расчленение древнего рельефа происходит на неотектоническом этапе, который отделен от завершающей складчатости периодом выравнивания рельефа в течение палеогена — неогена. Тем самым новейший тектогенез носит характер эпиплатформенного орогенеза.

На основе большого материала по древним россыпям золота Северо-Востока СССР показано, насколько важен этап расчленения поверхности выравнивания, при котором врез долинной сети сопровождается перемывом коры выветривания, что способствовало формированию богатых месторождений россыпного золота (Флеров и др., 1977). Эрозионное расчленение выровненного рельефа и перемыв коры выветривания происходит на различных этапах эпиплатформенного орогенеза.

Неотектонические движения носили дифференцированный характер, в результате чего одни блоки земной коры развивались унаследованно, другие — инверсионно. Во впадинах, заложившихся на разных этапах эпиплатформенного орогенеза, сохранность древнего рельефа эпохи выравнивания различная: чем позже время заложения впадин, тем, как правило, хуже сохранность древнего рельефа. В зависимости от времени заложения впадин меняется и характер россыпной золотоносности. По времени заложения относительно эпохи выравнивания и корообразования, а также режиму развития различаются:

1) эпиплатформенные впадины с хорошей сохранностью древнего денудационного рельефа, прогибание которых началось в связи с неотектонической активизацией;

2) инверсионные впадины, заложившиеся на эпиплатформенных поднятиях с реликтами древнего рельефа, расчлененного на ранних этапах неотектонической активизации;

3) впадины, заложившиеся на достаточно глубоко эродированном горном рельефе на средних и поздних этапах новейшей активизации.

Впадины или их участки с погребенным выровненным древним рельефом, фиксируемым корой выветривания каолинового профиля, широко распространены на Северо-Востоке. Участки погребенного выровненного рельефа установлены в Чаунской, Ванкаремской, Кууль-Ингукайской прибрежных арктических впадинах. Они приурочены в основном к наиболее прогнутым блокам фундамента. Более широкое распространение погребенного выровненного дат-палеогенового рельефа предполагается на арктическом шельфе (Пуминов и др., 1972).

Возраст отложений, покрывающих выровненный рельеф, омолаживается в восточном направлении, от эоцене в Приморской впадине до плиоцене в Ванкаремской (Восточная Чукотка). Этот рельеф обнаружен в Чаунской впадине на глубине около 100 м, Ванкаремской — 200 м, на шельфе — предположительно около 200 м. Впадины такого типа богатых россыпей не содержат.

Погребенные эпиплатформенные поднятия со слабо эродированным древним рельефом широки известны на Чукотке и севере Якутии. На фундаменте, расчлененном олигоцен-миоценовой долинной сетью, образовались Валькарайская впадина, отдельные блоки Приморской, Чаунской и Ванкаремской впадин. Кварцевые галечно-гравийно-песчаные базальные отложения цементируются глинистым материалом, в котором присутствует каолин, составляющий иногда до 30% цемента (Сергеенко, 1972), что трактуется всеми исследователями как переотложенная кора выветривания. Эти отложения обладают высокой продуктивностью.

Самую обширную группу составляют впадины, заложившиеся на горном рельефе в неоген-четвертичные фазы неотектонической активизации (большинство впадин Яно-Колымского пояса, Северного Приохотья и т. д.). Они отличаются расчлененностью рельефа фундамента, более грубосбломочным характером базальных аллювиальных отложений, отсутствием или незначительными признаками переотложенной коры выветривания. Эти впадины представляют собой погруженные участки горного рельефа. Часть их так же, как и в предыдущей группе, приурочена к омоложенным древним глубинным разломам и наследует направление мезозойского структурного плана. Другая — резко дискордантна мезозойскому плану и относится к прогибающимся структурам. Последние не ограничены разломами, поэтому очертания их имеют лапчатый рисунок.

У крупных впадин мозаичное строение, и состоят они из блоков, которые в силу дифференцированного характера новейших движений на разных этапах эннплатформенного орогенеза находятся в различном режиме развития. В результате в пределах одной области погружения часто наблюдаются по соседству блоки (участки впадины) эннплатформенного прогибания и инверсионного развития. Следует отметить, что современное положение уровня поверхности древнего рельефа представляет собой суммарный эффект от тектонических перемещений данного блока на разных этапах с различными величиной и знаком движения.

Блоки эннплатформенного прогибания могут находиться в погруженном и приподнятом состоянии, вплоть до выхода древнего рельефа на дневную поверхность (Кууль-Ишукайская депрессия). Блоки инверсионного развития ведут себя по-иному. Многие из них, будучи прогнутыми на разных этапах и в дальнейшем испытывали тенденцию к поднятию, оставались в течение кайнозоя в погребенном состоянии. Иногда фундамент впадины выступает над аккумулятивной поверхностью в виде горных массивов. Некоторые погребенные поднятия на современном этапе являются останцами погружения.

Определенная активизация неотектонических движений в среднем плейстоцене обусловила дифференцированные перемещения сопряженных блоков впадин, в результате чего на поднятиях происходил размыв аккумулятивных толщ, который, как правило, не достигал коренных пород. В опускающихся блоках продолжалась аккумуляция рыхлых отложений. Среднеплейстоценовая фаза активизации только усилила контрастность блоков многих впадин. Вдоль крупных долин в горном рельефе формируются мелкие впадины, образующие иногда четковидную систему.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ВПАДИН

При общей благоприятной геолого-геоморфологической обстановке формирования россыпей во впадинах различия между ними определяются морфологическими особенностями впадин. Морфологический тип впадин в свою очередь определяет морфогенетические типы россыпей. Поэтому особенности россыпной золотоносности впадин целесообразно рассмотреть по их морфологическим типам. По географическому принципу выделяются прибрежные, межгорные и внутригорные впадины.

Прибрежные впадины

Вдоль арктического побережья расположена группа впадин, представляющая собой единую с шельфом область прогибания и аккумуляции на окраине континента, разделенную на две части современной береговой линией. Южная континентальная часть выполнена преимущественно континентальными отложениями, северная затопленная — морскими. В рельефе прибрежным впадинам соответствуют обширные или узкие прибрежные равнины с высотными отметками вблизи горного обрамления до 100 м. Фундамент впадин почти всегда ниже уровня моря.

Вдоль побережья морей Чукотского, Восточно-Сибирского и Лаптевых морфологически обособлены золотоносные впадины (Приморская, Чаунская, Валькарайская). Границы их с горным рельефом часто проходят по разломам, унаследованным с мезозоя. В восточном направлении усиливается ограничивающая роль разломов, связанных с позднемезозой-кайнозойским тектогенезом, развитым вдоль тихоокеанской окраины континента. Россыпи золота установлены в пределах Валькарайской впадины, Чаунской, Ванкаремской и восточной окраины Приморской (Тополово-Хетачанский золотоносный узел).

Валькарайская впадина. В системе арктических впадин наиболее изучены россыпи Валькарайской впадины (Сухорослов, Стружков, 1970; Флеров, Сухорослов, 1974). Она представляет наибольший интерес, так как

располагается в переходной зоне от континента к верхнему склону шельфа.

Впадина вытянута вдоль прибрежной зоны Чукотского моря, береговая линия делит ее вдоль на две части — северную и южную. Северная затоплена морем и совершенно не изучена, южной части в рельфе соответствует Валькарайская изменистость, протянувшаяся узкой (8—10 км) полосой более чем на 100 км вдоль побережья от мыса Якан до мыса Шмидта. Впадина расположена на восточном крыле Куульского поднятия.

Положение впадины на стыке суши и моря в течение длительного времени определило специфику строения рельефа фундамента и рыхлой толщи. Характерной особенностью рельефа фундамента впадины является его гетерогенность, обусловленная воздействием на него при сложном сочетании и последовательном проявлении процессов эрозионной и абразионной деятельности, сменяющих друг друга во времени и пространстве с миоценом по средний плейстоцен.

На различных этапах реками и морем были переработаны линейная кора выветривания, развитая по осадочным породам и позднемеловым эфузивам, и коренные источники. В результате сочетания процессов размыва и накопления сформировался сложный комплекс аллювиальных и прибрежно-морских россыпей, приуроченных к разновозрастным базальным отложениям.

Рыхлые отложения представлены прибрежно-морскими и континентальными образованиями, среди которых В. Л. Сухорослов в 1972 г. выделил осадки рыпильхинской, рывеемской, энмакайской свит и валькарайских слоев. Почти все разновозрастные образования чехла впадины от олигоцена по средний плейстоцен в участке причлепения к пологому склону фундамента являются базальными. Состав одновозрастных отложений зависит от положения относительно палеобереговой линии и представлен на участках размыва фундамента грубобломочными фациями, на удалении от древних береговых линий — тонкозернистыми.

Южные границы базальных отложений впадины почти параллельны между собой и соответствуют современной береговой линии, которая подчеркивается четко выраженным в рельфе древним клифом. Это может служить косвенным доказательством преемственности береговой линии во времени. Последовательное напластование разновозрастных отложений свидетельствует о накоплении их в режиме прогибания морфоструктуры.

Самая древняя из известных аллювиальных россыпей (участок Восточный) залегает в наиболее прогнутой части впадины в базальных отложениях рыпильхинской свиты, которая относится к олигоцену — миоцену. Рассыпь расположена на склоне впадины северной экспозиции с уклоном 0,007. На нем фиксируются эрозионные борозды не глубже 2—5 м, согласующиеся с современным направлением долинной сети, впадающей в море. Концентрация золота приурочена к этим бороздам. Рассыпь в дальнейшем была погребена в условиях закладывающейся (или расширяющейся) впадины в прибрежной зоне, что обусловило периодическую смену озерно-болотной и лагунной обстановок. В процессе заполнения осадками спос золота со стороны горного обрамления продолжался, на что указывает рассеянная золотопосность отложений почти всего разреза рыпильхинской свиты.

Видимо, в связи с погружением морфоструктуры или повышением эвстатического уровня моря в плиоцене — раннем плейстоцене наступила рывеемская трансгрессия, которая без существенного размыва верхних горизонтов рыпильхинской свиты распространилась на юг, выработав на коренном склоне впадины абразионную террасу. Из-за разницы в уклонах поверхностей рывеемской трансгрессии (0,002) и палеосклона впадины (0,007) последний выше уровня трансгрессии оказался переработанным. Вместе с ним преобразованы олигоцен-миоценовые россыпи и подверглись дальнейшей эрозии коренные источники. При этом произошло понижение базиса эрозии, вызванное врезание рек, впадающих в море. В результате в различных динамических зонах побережья и в долинах рек сформировались новые россыпи, приуроченные к базальным слоям рывеемской свиты.

Вдоль уступа, ограничивающего распространение рывеемской трансгрессии на юг, образовались прибрежно-морские россыпи Прибрежная и Западная, в долине р. пра-Рывеем — аллювиальная россыпь Основная.

Последующая энмакайская трансгрессия, продолжавшаяся включительно по средний плейстоцен, распространилась дальше на юг и выработала в коренных породах абразионную площадку на 3 м выше уровня рывеемской трансгрессии. Энмакайская трансгрессия переработала древнюю долинную сеть, оказавшуюся выше уровня трансгрессии, что привело к переотложению древних россыпей на этот уровень. Но она не затронула залегающих ниже базальных слоев рывеемской свиты, что способствовало сохранности россыпей вдоль абразионного уступа и в тальвеге долины р. пра-Рывеем. Тальвег в абразионной платформе имеет форму желоба со срезанными абразией эрозионными бортами высотой 3—4 м. Выраженный в современном рельфе клиф высотой 150—180 м отражает границу максимальной трансгрессии и прослеживается на сотни километров вдоль берега Чукотского моря, ограничивая Валькарайскую впадину с юга.

Таким образом, россыпи, залегающие на фундаменте Валькарайской впадины, связаны со сложной эволюцией его поверхности под влиянием пе-отектонических движений и эвстатических колебаний уровня моря, обусловивших процессы размыва. На последних этапах развития в пределах Валькарайской впадины накапливались аллювиальные и пролювиальные песчано-гравийно-галечные отложения надводной дельты мощностью около 12 м, которые ближе к морю фациально замещались морскими осадками подводной дельты. Верхи разреза впадинывенчают верхнеплейстоценовые и голоценовые покровные образования смешанного генезиса общей мощностью 15—25 м.

Чаунская впадина расположена в Чаунской низменности, под водами Чаунской губы и частично на острове Айон. Изученность ее чрезвычайно слабая и базируется в основном на геофизических данных. На основании гравиметрических и аэромагнитных исследований, а также по редким выходам коренных пород в структурах основания докайнозойского фундамента Чаунской впадины выделено Айонское поднятие (Бронштейн и др., 1972), которое по совокупному аномальному геофизическому полю очень сходно с Куульским поднятием. По данным буровых скважин установлено, что в основании кайнозойских отложений залегает девонская песчано-сланцевая толща. В пределах Айонского поднятия под кайнозойскими образованиями по геофизическим данным установлены продольные и поперечные простирации мезозойской складчатости разломы, к которым приурочены интрузивы и предположительно рудоконтролирующие структуры.

Район Чаапайских холмов, соответствующих выступу фундамента Чаунской впадины, где известна россыпь золота, представляет собой слабохолмистую заболоченную равину, полого наклоненную к северо-западу (рис. 25). Рассыпь залегает на склоне выступа фундамента впадины в тальвеге погребенной долины древнего Чааная на глубине 50—150 м. Судя по составу обломков и обилию сульфидов в шлихе, коренными источниками россыпи являются рудопроявления золото-сульфидно-кварцевой формации пирит-арсенопиритового минерального типа. Ширина минерализованной зоны — около 400 м.

В основании рыхлой толщи установлены образования коры выветривания предположительно позднемелового — палеоценового возраста, представленные пестроокрашенными глинами с дресвой и щебнем освещенных полуразложившихся осадочных пород палеозоя и кварца, мощностью 4—5 м, а по разломам — 50 м и более. С размывом, частично на коре выветривания или на разрушенных коренных породах залегают олигоцен-миоценовые аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения, выполняющие тальвег и террасы погребенной долины. В основании этой пачки четко прослеживается горизонт гравийно-галечных отложений существенно кварцевого состава с глинистым заполнителем до 50%, который содержит

жит золото. В середине пачки обнаружены песчано-гравийные отложения также существенно кварцевого состава, выше — олигоценовые пески светлой окраски с редкой галькой эфузивов и кварца. Общая мощность олигоцен-миоценовых отложений до 12 м.

Сопоставление рыхлых отложений северной части Чаунской впадины и у Чаанайских холмов позволяет прогести корреляцию отдельных частей разрезов. Наибольший интерес представляет выдержанность литологичес-

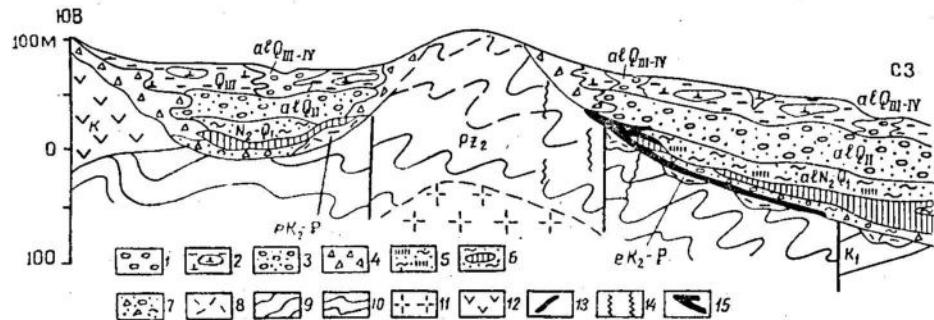


Рис. 25. Строение Чаунской впадины (в разрезе Чаанайские холмы — Чаунская губа):
1—3 — строение кайнозойского чехла впадины; 1 — верхнеплейстоцен-голоценовые аллювиальные отложения, 2 — верхнеплейстоценовые покровные суглинки с линзами и клиньями конжеляционных льдов, 3 — среднеплейстоценовые галечно-гравийные аллювиальные и морские отложения; 4 — нерасчлененные средне-верхнеплейстоценовые склоновые аллювиальные и морские отложения; 5 — плиоцен-нижнеплейстоценовые аллювиальные и морские алевропелиты с растительным дегритом; 6 — плиоценовые озерно-болотные, лагунные отложения, лигниты и бурые угли; 7 — олигоцен-миоценовые галечно-гравийные отложения; 8 — мел-пaleоценоевые коры выветривания; 9—12 — структуры фундамента впадины; 9 — структуры позднегеосинклинального Раучуанского прогиба, 10 — палеозойский выступ Айонского поднятия, 11 — невскрытая интрузия гранитондов, предполагаемая по геофизическим данным, 12 — вулканиты Охотско-Чукотского вулканогенного пояса; 13 — разломы; 14 — золоторудные тела; 15 — россыпи золота.

кого состава слоев кайнозойских отложений — образования коры выветривания и гравийно-галечных отложений существенно кварцевого состава с глинистым заполнителем в основании чехла впадины. Последние в районе Чаанайских холмов золотоносны, широко распространены, что позволяет считать возможным нахождение россыпей золота, связанных с этой эпохой размыва, на других участках впадины с благоприятной металлогенической обстановкой.

Ванкаремская впадина заложена на стыке крупных тектонических элементов Чукотской складчатой системы — Восточно-Чукотского массива и Чаунской складчатой зоны. К Чаунской зоне относится северо-западная часть территории, где выделяются блоки с сокращенной мощностью мезозойских отложений (Иульгинское поднятие) и с увеличением (Палляваамская синклинальная зона). В пределах Восточно-Чукотского массива выделяются два блока с сокращенной мощностью мезозойских отложений — Вельмайское и Нижне-Ванкаремское поднятие; их разделяет Мечигменский прогиб.

Там, где выступы фундамента возвышаются над аккумулятивной поверхностью, известны рудопроявления золота, пространственно тяготеющие к экзоконтактам гранитных интрузий или к телам габброидов, что находит свое выражение в приуроченности оруденения и известных россыпей к магнитным аномалиям.

Впадина выполнена аллювиальными и морскими неоген-нижнеплейстоценовыми отложениями, слагающими основание кайнозойской толщи, трансгрессивно-ретрессивным комплексом морских осадков средне-позднеплейстоценовой трансгрессии, комплексом отложений позднеплейстоценового оледенения, морскими осадками голоценовой трансгрессии и современными покровными образованиями.

По выровненному рельефу фундамента в отдельных блоках, наличию мощной коры выветривания в их пределах можно констатировать, что заложению впадины предшествовал платформенный режим, в результате которого к началу кайнозоя на месте Ванкаремской впадины существова-

ла эрозионно-денудационная равнина с относительными превышениями, составляющими десятки—несколько сотен метров.

Начало неотектонической активизации в миоцене ознаменовалось раздроблением эрозионно-денудационной поверхности на блоки, которые испытали разнонаправленные перемещения. В результате перемещения были заложены основные морфологические элементы района: нагорья с глыбовыми горами и глубокими тектоническими долинами на юге и юго-западе и Банкаремская впадина — на северо-востоке. В дальнейшем фундамент впадины по разломам северо-восточного и субширотного направлений был разбит на линейные блоки поднятий, разделенных зонами опусканий. Ширина поднятий 10—25 км, протяженность — десятки километров. К участкам устойчивых поднятий приурочены лагуны и дельты крупных рек. Амплитуды погружения участков опусканий соразмерны с амплитудами поднятий и не превышают 150—200 м.

В настоящее время все известные россыпи золота находятся в юго-западной предгорной части Банкаремской впадины — в бассейнах рр. Пеньельхина, Надежды, Оленьей, Милютчекайвеема, расположенных в пределах Пеньельхинского умеренно поднятого блока. Все они залегают в долинах, погребенных под ледниковых отложениями мощностью до 110 м и более (россыпь р. Пеньельхина). Золотоносными являются миоцен-плиоценовые аллювиальные отложения, представленные хорошо окатанным галечно-гравийным материалом с редкими валунами, суглинистым заполнителем от зеленовато-желтого до светло-коричневого; обломочный материал состоит из кварца (70—80%). В наиболее полных разрезах золотоносный аллювий перекрывается озерно-лагунными плиоценовыми (?) отложениями с обломками лигнитизированной древесины, а в верховьях — нижнеплейстоценовыми аллювиальными и средне-верхнеплейстоценовыми преимущественно ледниками отложениями. Почти на всем протяжении россыпи подстилаются линейной корой выветривания, глинистые минералы которой представлены каолинитом, диккитом, галлуазитом и гидрослюдами. Золото россыпей мелкое (до 1 мм), хорошо окатанное, но встречаются золотины крупностью 2,65—2,50 мм, которые окатаны хуже, а также сростки с квартцем (Бронштейн, Пресс, 1971).

Положение россыпей и состав рыхлых отложений не оставляют сомнения в том, что россыпи образовались за счет перемыва материала коры выветривания. Однако их образование предшествовало неотектоническое поднятие, способствовавшее активизации эрозионной деятельности, в результате которой произошел врез долинной сети.

В юго-восточной части Банкаремской впадины древние аллювиальные отложения в крупных долинах северного и северо-восточного направления подвергались экзарации, иногда до полного выпахивания средне- и позднечетвертичными ледниками, двигавшимися с юга и юго-запада от Искатенской горной гряды. В приусадебной части р. Пеньельхина, в древней долине р. Банкарема, золотоносный аллювий перекрыт ледниками отложениями мощностью 80 м и сохранился от выпахивания лишь потому, что эта часть долины находится в пределах неотектонического опущенного блока с общей мощностью рыхлых отложений 130 м (абсолютная отметка плотика на 18 м ниже уровня моря). Слабая выпахивающая деятельность ледников проявилась в долинах притоков, где древний аллювий сохранился под 20—50-метровым слоем ледниковых отложений.

В центральной части впадины, в области сочленения Вельмайского поднятия и Мечигменского прогиба, в пределах первого Тыноокинского участка, на глубине 70 м выявлена аллювиальная россыпь, подстилаемая площадной корой выветривания мощностью 5—6 м. При благоприятной металлогенической обстановке этот блок фундамента не был вовлечен в неотектоническое поднятие, предшествовавшее заложению впадины, поэтому россыпь имеет малые параметры.

В истории развития Банкаремской впадины чередуются эпохи размыва и накопления осадков, обусловленные сочетанием тектонических движений

и эвстатических колебаний уровня моря. Выяснить роль каждого из этих факторов невозможно. Однако ясно, что породы фундамента впадины подвергались размыву на стадии платформенного режима, а отдельные блоки — на стадии неотектонической активизации в неогене и раннем плейстоцене. В дальнейшем большая часть впадины находилась в режиме накопления осадков, а по ее южной границе вплоть до позднеплейстоценового оледенения продолжался размыв поверхности фундамента. На россыпи золота перспективны инверсионные блоки, испытавшие поднятие на ранних этапах неотектогенической активизации (погребенные эпиплатформенные поднятия).

Межгорные впадины

Межгорные впадины представляют собой замкнутые депрессии, окруженные горами. Их очертания обусловлены положением между горными хребтами, чаще они имеют форму удлиненных овалов с плавным переходом аккумулятивной поверхности в предгорья.

В тектоническом отношении это — неоднородные структуры с различным режимом развития отдельных участков. Как правило, центральные части впадин заложились раньше периферийных блоков. Межгорные впадины Чукотской складчатой системы (Орловская, Нутесипская и др.), Анадырско-Корякской (Марковская, Нижне-Анадырская, Волчинско-Тиеквецемская и др.), Яно-Колымской (Хиникенская, Аркагалинская и др.) заложились еще на орогенной стадии развития геосинклинальных структур. Ряд впадин Яно-Колымской системы (Сеймчано-Буюндиская, Таскаанская, Нижне-Худжахская и др.) являются эпиплатформенными образованиями, заложившимися в связи с новейшей активизацией. Их образование и развитие обусловлено главным образом глубинными разломами, разграничающими структурно-фациональные зоны.

В развитии впадин этого типа иногда наблюдается тенденция постепенного расширения зон аккумуляции за счет причленения предгорных участков или более молодых небольших впадин. Смена тектонической направленности отдельных участков впадин, особенно периферийных блоков, приводит к неоднократному размыву отложений эпохи аккумуляции, а иногда и пород фундамента. Инверсионный характер пограничных блоков во многом вызвал влиянием воздымающихся горных сооружений.

В обрамлении впадин, сопряженных с рудоконтролирующими структурами, известны рудопроявления золота. Россыпи межгорных впадин представлены двумя типами: связанными с погребенным эрозионно-денудационным рельефом периферийных блоков впадин, оказавшихся в пределах впадин за счет их разрастания; связанными с этапами размыва аккумулятивных толщ предгорных участков.

Россыпная золотоносность известна в Хиникенской, Нижне-Худжахской, Сеймчано-Буюндиской, Волчинско-Тиеквецемской и других межгорных впадинах.

Внутригорные впадины

Внутригорные впадины расположены в пределах горных хребтов, массивов, цепей и представляют собой морфоструктуры, образовавшиеся главным образом на различных стадиях эпиплатформенного орогенеза. Они могут быть межгорных, в их обрамлении не проявился фактор унаследованности режима развития от орогенной стадии. Заложились они на уже достаточно глубоко эродированном рельефе горной страны.

Внутригорные впадины наиболее распространены и часто размещаются цепочками вдоль глубинных разломов, что определяет их четкую линейность, они отличаются резковыраженным горным обрамлением.

Формирование большинства внутригорных впадин связано с компенсационным прогибанием локальных участков земной коры вблизи воздыма-

щихся интрузивных массивов. В современном рельефе впадины выражены как отрицательные морфоструктуры и являются областями аккумуляции рыхлых отложений большого возрастного диапазона. Среди внутригорных выделяются впадины типа грабен-долин. Это грабены, которые в процессе прогибания используются гидросетью. Они имеют линейно-вытянутую форму, ориентированы вдоль зон разломов и ограничены ими, длина их резко преобладает над шириной. Борта впадин обычно вертикального падения и образованы сбросами.

Россыпи золота установлены во многих внутригорных впадинах Северо-Востока. Наиболее характерные впадины, в пределах которых выявлены россыпи: Малык-Сиенская и Средне-Берелехская — в Яно-Колымской провинции, Глухаринская — в Шаманихо-Столбовском районе, впадины Северного Приохотья, развитые вблизи или на вулканогенных образованиях Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, Отроженская грабен-долина — в Анадырско-Корякской провинции.

Малык-Сиенская впадина наиболее изучена. Она приурочена к зоне сочленения глубинного Бургандинского (Дебицкого) и оперяющего Малык-Сиенского разломов и возникла как компенсационная вблизи интенсивно воздымающихся гранитоидных массивов Чьорго и Оханджа. Борта и днище впадины сложены интенсивно дислоцированными терригенными осадками верхоянского комплекса, а днище, кроме того, частично — пологозалегающими слаболитифицированными пестроцветными конгломератами, песчаниками и аргиллитами позднего мела (Беккер и др., 1974).

Поверхность впадины образована аккумулятивными ледниково-моренными формами. На юге ее развит холмисто-западинный рельеф основной морены среднеплейстоценового возраста, на остальной части отмечаются среднепозднеплейстоценовые конечноморенные валы различной сохранности. Наиболее значительный из них — Малык-Сиенский имеет вид дуги длиной до 20, шириной до 8 км; мощность вала до 300 м. Конечноморенные валы разделяются флювиогляциальными равнинами.

Днище впадины неоднородного строения: погребенные долины деформированы тектоническими нарушениями, рисунки погребенной и современной долинной сети хотя и сходны, но, как правило, не совпадают. Наиболее погруженная часть впадины приурочена к месту пересечения Малык-Сиенского и Бургандинского разломов. По изогипсам плотника здесь выделяется локальная Болотниковская впадина, в которой локализованы россыпи ручьев Раковского и Болотного. Аллювиальная толща, вмещающая россыпи, отличается повышенной мощностью (до 150 м). Особенностью продуктивных отложений является слабая окатанность галек, большое количество щебня местных пород и значительная глинистость заполнителя (Гольдфарб, Карапанова, 1970). Аллювий погребен рапище-, среднеплейстоценовыми отложениями ледникового ряда (рис. 26). Общая мощность рыхлых образований над россыпями достигает 300 м.

Морфология погребенных долин благодаря коп- и эпизедиментационным тектоническим деформациям отличается повышенной сложностью. Днища долин, сложенные интенсивно перемятыми и сульфидизированными песчано-глинистыми и глинистыми сланцами средней юры, имеют ступенчатый профиль, уклон которого 0,03—0,16 — в россыпи руч. Раковского и от субгоризонтального до 0,22 — в россыпи руч. Болотного. В бортах долин обнаружены фрагменты террас различного уровня. Промышленные концентрации золота выявлены в тальвегах и на террасах первых двух уровней.

Характерная особенность этих россыпей — наличие нескольких висячих пластов. Так, в нижней части руч. Болотного разведочными линиями 13 и 15 установлена 30-метровая аллювиальная толща, включающая до 6 обогащенных пластов. Промежутки между пластами также содержат золото. Мощность отдельных пластов составляет 0,8—6,5 м, в плане они обычно повторяют очертания и перекрывают друг друга.

Приведенные данные о строении и условиях залегания россыпей одно-

значно свидетельствуют о формировании их в условиях накопления аллювия, сопровождавшегося кратковременными периодами размыва потоками малой гидродинамической силы.

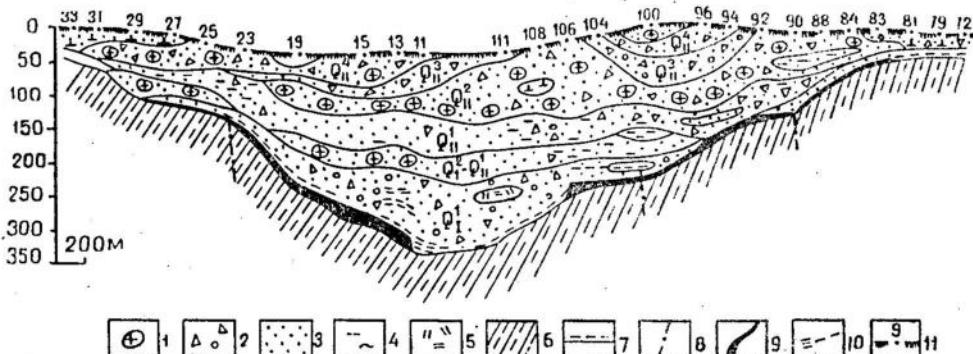


Рис. 26. Продольный разрез глубокозалегающих россыпей ручьев Раковского и Болотного:

1 — валуны и глыбы гранитов; 2 — галька и щебень; 3 — гравий и песок; 4 — ил и глина; 5 — растительные остатки; 6 — коренные породы; 7 — граница падения; 8 — предполагаемые разломы; 9 — промышленная золотоносность; 10 — непромышленная и знаковая золотоносность; 11 — номера разведочных линий.

В процессе формирования россыпи неоднократно происходили тектонические подвижки, что связано с компенсационным прогибанием участка. Так, в плотнике наблюдалась открытая зияющая трещина северо-западного простирания шириной 0,3 м. Кроме того, в россыпи руч. Болотного выявлена неотектоническая структура типа падения. Линия падения прослежена разведочными выработками на 700 м. Северо-восточное крыло его, сложенное юрскими песчано-глинистыми сланцами и позднемеловыми конгломератами, надвинуто на раннеплейстоценовые золотоносные аллювиальные отложения; амплитуда смещения 140 м.

В Малык-Сиенской впадине известны россыпные месторождения золота (Валуинский, Озерный, Потерянный и др.), сформированные в средне-, позднеплейстоценовое время и погребенные впоследствии аллювиальными, озерными, ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями. Они ничем не отличаются от обычных аллювиальных россыпей, локализующихся в низкогорье. Специфической особенностью их является преобразование золотоносных залежей ледниками процессами.

Вдоль восточной границы Толопской впадины, соседствующей с Малык-Сиенской, в долине р. Бурганди на различных гипсометрических уровнях установлены россыпи, сформировавшиеся последовательно в процессе прогибания впадины. Верхняя часть россыпи ранне-, среднеплейстоценового возраста (нижний пласт) расположена в пределах краевого блока впадины и в горном обрамлении и залегает на коренных породах. Нижняя часть ее находится во впадине, где подстилается синевато-серыми галечниками, выполняющими наибольшую прогнутую часть и отсыщающимися условно к эоплейстоцену (Шило, 1961). Верхний пласт залегает в верхнеплейстоценовых озерно-аллювиальных галечниках. Нижний и верхний пласты разделены незолотоносными аллювиальными галечниками мощностью до 50 м. Формирование верхнего пласта связано, очевидно, с выносом золота из горного обрамления в процессе размыва толщи аллювия, накопившегося в долине р. Бурганди в результате подпруживания р. Берелех среднеплейстоценовой мореной.

Внутригорные впадины передко являются областями аккумуляции отложений ледникового ряда. Движущиеся ледники оказывают существенное воздействие на доледниковые россыпи. Условия преобразования россыпей золота ледниками в пределах погребенных долин описаны ниже (в гл. V).

Средне-Берелехская впадина наиболее характерна для впадин типа грабен-долин в Яно-Колымской складчатой системе. Она наложена на складчатые структуры верхоянского комплекса, фундамент ее имеет блоковое строение. Как и Малык-Сиенская, эта впадина контролируется зоной глубинного Бургандинского (Дебинского) разлома. В плане она имеет четко-видное строение и занимает по отношению к зоне Бургандинского разлома секущее положение.

В современном рельефе впадина выражена слабо. Сведения о внутреннем строении ее неизвестны (Щеголев, 1970), установлено только, что борта у нее вертикальные. Впадина выполнена континентальными пестро-окрашенными конгломератами и песчаниками, в основном красно-бурыми из-за присутствия гемита и гидрогемита. Возраст отложений маастрихтский (Беккер и др., 1974). В отложениях установлено кластогенное золото, наличие которого доказывает, что к позднему мелу коренные источники золота в этом районе уже были выведены на дневную поверхность и подверглись размыву.

Глухаринская впадина расположена в Шамапихо-Столбовском золотоносном районе в сводовой части Приколымского поднятия Колымского массива. В его пределах обнажен фундамент массива — Столбовский блок, сложенный породами метаморфического комплекса среднего протерозоя, выше которых залегает сложно построенный чехол осадочно-вулканогенных образований рифея, палеозоя и мезозоя. Породы чехла массива прорваны разновозрастными интрузиями преимущественно гранитоидного ряда. Коренные источники россыпей контролируются зоной мезозойской тектономагматической активизации в области сопряжения Столбовского блока и восточного крыла Приколымского поднятия (Флеров и др., 1970).

Глухаринская впадина заложилась по границе денудационного плато и системы горных массивов, она выполнена неоген-четвертичными отложениями мощностью до 70 м. Установлены россыпи, связанные с рельефом фундамента впадины — карстово-эрозионные и долинные, а также россыпи внутри рыхлой толщи.

Карстово-эрозионные россыпи выполняют карсты глубиной 4—9 м, площадью до 10 тыс. м² в известняках позднего протерозоя. Золотоносные отложения в карстовых полостях имеют красно-бурый оттенок, состоят из чередующихся гравийно-галечных и песчано-глинистых слойков. Золото плохо окатано, покрыто темно-коричневыми палетами гидроокислов железа и распределено крайне неравномерно. Наиболее высокие концентрации приурочены к глинистым горизонтам. Долинная россыпь неоген-раннеплейстоценового возраста прослежена вдоль всей Глухаринской впадины, в основном на сланцевом плотике. В восточной части впадины она погребена озерно-аллювиальными отложениями среднего и позднего плейстоцена, которые в свою очередь перекрываются мощной толщей склоновых образований, перемещенных во впадину со стороны более активной морфоструктуры горных массивов и кряжей. Мощность перекрывающих россыпей отложений достигает 70 м. На высоте 8—15 м над коренными породами образовалась позднеплейстоценовая россыпь, приуроченная к поверхности размыва внутри рыхлой толщи и сложенная крупногалечным аллювием с крупными валунами (до 1 м). Она залегает на глубине 4—5 м и развита вдоль всей впадины.

Анализ строения Глухаринской впадины показал, что россыпи в ее пределах сформировались в условиях преобладающего погружения, представленного пульсационными вздыманиями.

Впадины Северного Приохотья. Вдоль северного побережья Охотского моря развита целая группа молодых впадин, возникших в кайнозое на структурах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и Тайгоносского блока Омолонского массива. Кайнозойские отложения во впадинах лежат на размытой поверхности фундамента, сложенного образоцаниями архея, протерозоя, палеозоя (перми), мезозоя (триаса, юры, мела) и вулканитами Охотско-Чукотского пояса.

Разрезы отложений этих впадин сходные. По данным Л. А. Анкудинова с соавторами (1975) и В. В. Иванова с соавторами (1975), это конгломераты (в основании), слабоуплотненные песчаники, алевролиты, глины с прослойми лигнитов и бурого угля. Мощность чаще всего устанавливается по геофизическим данным и местами превышает 2000 м, мощность базальных конгломератов авековской свиты 200 м. Во вскрытых разрезах возраст пород, вы полняющих впадины, неогеновый и, возможно, олигоценовый. Рыхлые отложения дислоцированы, возраст основных дислокаций плеистоценовый.

Наибольший интерес представляет Охотско-Кухтуйская впадина. Фундамент ее разбит на блоки, которые хорошо устанавливаются по геофизическим данным; выделяется несколько небольших по амплитуде поднятий и мульд. Мощность рыхлых отложений составляет 100—600 м. В пределах выступа фундамента впадины, известного под названием Ланижинского горста,—структуры основания Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, и на прилегающих к нему участках еще в прошлом столетии открыты россыпи золота. Большая часть россыпей, верхние отрезки которых находятся в пределах Ланижинских гор, продолжается во впадине, залегая на рыхлых отложениях неогена. В неогеновых отложениях также установлены россыпи, которые успешно разрабатывали.

Примером сочетания молодых и древних россыпей служит Варваринская россыпь. В неогеновых отложениях Охотско-Кухтуйской впадины, напротив выхода руч. Варваринского из гор, установлено шесть горизонтов с повышенной концентрацией золота (самый нижний — на глубине 51,8 м). По данным бурения, мощность горизонтов с повышенной концентрацией золота неодинаковая: от 0,4 до 5,6 м. Залегание горизонтов наклонное.

Три золотоносных горизонта на глубине 9—11, 18—23, 34—38 м отрабатывали шахтами в 20-х годах корейские золотоискатели и в 1935 г. — трест «Приморзолото». Наиболее изученный нижний золотоносный пласт залегает наклонно с падением на северо-запад (300° — 315°) под углом 25—36°; он прослежен на глубине 34—53,6 м и отработан на 70 м по простиранию и на 15—30 м по падению. Золото нижнего пласта средней крупности, матовое, в «рубашке», средней пробы (780). Найдено много мелких (до 1 г) самородков в сростках с кварцем. Содержание золота с глубиной увеличивается.

В кайнозойских впадинах Северного Приохотья известны россыпи, образованные не только в связи с коренными источниками в породах фундамента, но и за счет промежуточных коллекторов — позднемеловых конгломератов арманской свиты, на зоновую кластогенцию золотоносность которой указывают Ю. Г. Кобылянский и А. П. Осипов (1975). По данным этих исследователей, конгломераты, широко развитые в средней толще арманской свиты мощностью 450—600 м, состоят из хорошо отсортированных галек песчаников, глинистых сланцев, алевролитов, иногда с остатками триасовой и юрской фауны. Характерно присутствие в конгломератах галек молочно-белого кварца. Золото из цемента конгломератов, полученное путем протолочки, имеет пробу 910—938, зернистого строения и встречено в срастании с мусковитом, арсенопиритом.

На восточном побережье Пенижинской губы известны золотоносные позднемеловые конгломераты валижгенской свиты турон-коньинского возраста, за счет которых в современных долинах образовались четвертичные россыпи (Резник и др., 1974). Золотоносность валижгенских конгломератов установлена к югу от мыса Астрономического до Маматчинского п-ва, мощность их около 350 м. По данным Ю. М. Резника с соавторами (1974), золото распределено неравномерно: в отдельных пропластках содержание его — несколько граммов на тонну, в верхних горизонтах золотоносной толщи стабильное — 0,1—0,5 г/т. Золото в цементе конгломератов кластогенное, его размеры 0,1—1,2 мм. При отработке россыпей четвертичной долинной сети, врезанной в меловые конгломераты, подняты самородки весом 2—33 г.

Золотоносность современной сети ограничена площадью распространения верхнемеловых конгломератов.

Россыпная золотоносность впадин Северного Прихотья связана с размывом коренных источников в пределах выступов основания вулканогенного пояса, вскрывающегося в фундаменте впадин, и позднемеловых конгломератов, слагающих вулканогенно-терригенный комплекс образований самого пояса. Ю. Г. Кобылянский и А. П. Осипов (1975) считают, что наиболее вероятным источником поступления кварца и золота в арманские конгломераты служат жилы золото-кварцевой формации Яно-Колымской складчатой области.

Отрожненская грабен-долина находится в пределах Таловско-Майского антиклиниория, в восточном горном обрамлении Пенжинского позднегеосинклинального прогиба. Грабен-долина заложилась в олигоцене в результате разрастания прогиба и была использована неогеновой гидросетью (Дорт-Гольц, 1972). В районе широко развиты интрузивные и гидротермальные образования, но наиболее характерно наличие гипербазитов (Усть-Бельский массив). Возраст оруденения предположительно позднемезозойский.

Депрессия ограничена системой разломов северо-восточного простирания и выполнена прибрежно-морскими и лагунными отложениями олигоцена и аллювиальными и озерно-аллювиальными неогеновыми образованиями, интенсивно дислоцированными на приразломных участках. Мощность дочетвертичных рыхлых отложений неизвестна, судя по отдельным скважинам — более 100 м; мощность четвертичных — не превышает 5—7 м, что свидетельствует о стабильном тектоническом режиме депрессии в четвертичный период.

В Отрожненской грабен-долине известно несколько типов россыпей, залегающих на коренных породах в приподнятой части грабена, а также на образованиях олигоцена и неогена. Особенности положения и условий залегания четвертичных россыпей свидетельствуют о большой роли в их образовании неогеновых отложений, в которых установлена рассеянная золотоносность. Олигоценовые отложения Ю. Е. Дорт-Гольц (1974) рассматривает как промежуточный коллектор золота, являющийся источником неогеновых и четвертичных россыпей.

Четвертичные россыпи Отрожненской грабен-долины содержат значительное количество золота с высокой степенью вторичных изменений, что наряду с реликтами неогенового золотоносного аллювия свидетельствует о формировании их в основном за счет преобразования древних россыпей.

Анализ большого фактического материала по россыпной золотоносности впадин различных морфологических типов позволяет выяснить их основные черты.

Особенности россыпей прибрежных впадин, морфологически связанных с шельфом, выявляются при сравнении с другими типами. Главная их особенность — залегание в пределах впадин вне связи с горным обрамлением. Формирование россыпей этого типа происходило на начальных этапах неотектонической активизации в результате поднятия и эрозионного расчленения древней денудационной поверхности выравнивания. Это определило вещественный состав золотоносных рыхлых отложений, содержащих значительное количество продуктов перемытой коры выветривания. На огромном пространстве с запада на восток рыхлые отложения этого типа имеют существенно кварцевый состав с глинистым заполнителем.

Близость береговой линии наложила отпечаток на характер процессов, формирующих россыпи. Интересно, что морская абразия отразилась на процессе россыпьобразования в пределах Валькарайской впадины двояко. Первая стадия абразионной деятельности в условиях прогибающейся морфоструктуры способствовала возникновению богатой прибрежно-морской россыпи и обусловила оживление эрозионных процессов в долине р. пра-Рывеема, что также оказалось благоприятным. Вторая стадия привела к

разрушению россыпей прежних циклов, расположенных выше уровня трансгрессии. Погребенные долины неглубоко врезаны (десетки метров), имеют большую ширину и пологие уклоны. Россыпи древние.

Россыпи в межгорных впадинах обнаруживаются только по периферии в связи с разрастанием впадин на различных этапах развития. В отличие от прибрежных в межгорных впадинах россыпи многовозрастны — от россыпей первых этапов неотектонической активизации до голоценовых.

Внутригорные впадины содержат в основном молодые россыпи, хотя встречаются и позднемеловые. Эти впадины развиты на глубоко расчлененном горном рельефе, так что погребенными оказываются иногда каньонообразные долины. В формировании россыпей роль материала коры выветривания уже ничтожна, россыпи возникают в основном за счет размыва непосредственно коренных источников, что даходит подтверждение в золоте, неизмененном в условиях гипергенеза. Но, пожалуй, самая характерная черта этих впадин — широкое развитие горного полупокровного или долинного оледенения, по-разному влияющего на сохранность ледниковых россыпей. Кроме ледниковых преобразований часты тектонические деформации — нарушение сплошности пластов, их пликативные дислокации.

Для грабен-долин характерно, что в течение длительного периода, относящегося к ранним этапам развития, в их пределах происходило накопление золотоносных толщ значительной мощности. При этом золото не концентрируется, а находится в рассеянном состоянии в толще осадков периода аккумуляции. В процессе инверсии тектонического режима, когда в грабене начинается размыв золотоносной аккумулятивной толщи, образуются висячие россыпи внутри рыхлой толщи.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ РОССЫПЕЙ ВО ВПАДИНАХ

В общей проблеме прогнозирования и поисков россыпей золота во впадинах различаются два направления: 1) в пределах небольших межгорных и внутригорных впадин, вблизи горного обрамления крупных впадин и 2) в пределах крупных впадин на удалении от горного обрамления. Они настолько специфичны, что требуют отдельного рассмотрения.

Наиболее полно методика поисков россыпей золота в неотектонических впадинах малых размеров отражена в разработках, составленных в Северо-Восточном территориальном геологическом управлении. Основное требование ее заключается в комплексном подходе к вопросу поисков, в последовательном использовании спачала металлогенических, затем геоморфологических поисковых критериев. Для выявления благоприятных форм рельефа во впадинах применяется палеогеоморфологический анализ в сочетании с геофизическими исследованиями.

При металлогеническом анализе определяются крупные рудоконтролирующие структуры в горном обрамлении впадин, которые «трассируются» в области неотектонических прогибов. Если рудоконтролирующие структуры известны только с одной стороны впадины, то перспективные участки устанавливаются по направлению их простирации. Если они известны на противоположных участках горного обрамления впадины, то дальнейшие исследования проводят на площади, соединяющей эти участки. Во всех случаях положение рудоконтролирующих зон корректируется данными по магнитному и гравитационному аномальному полю, образованному геологическими структурами фундамента неотектонической впадины. Палеогеоморфологический анализ в сочетании с геофизическими исследованиями по выявлению погребенных долин проводят после того, как установлены благоприятные по металлогеническим признакам участки.

Сложность поисков россыпей в крупных впадинах заключается в том, что площадь распространения погребенных россыпей по сравнению с площадью впадины ничтожно мала, а структуры фундамента впадины, конт-

ролирующие оруденение, не проявляются в горном обрамлении. Более того, в некоторых впадинах фундамент сложен качественно отличными от горной части тектоническими элементами. Например, в фундаменте Приморской впадины устанавливается Хромский массив, Шелонское складчато-глыбовое поднятие, в Ванкаремской — Нижне-Ванкаремское поднятие, которые неизвестны в обрамлении впадин и т. п. Поэтому методика, основанная на экстраполяции благоприятной металлогенической обстановки, разработанная для небольших межгорных и внутригорных впадин, непригодна при освоении крупных неотектонических впадин.

В основу методики прогнозирования и поисков россыпей золота в крупных неотектонических впадинах положена известная и проверенная на огромном фактическом материале закономерность — тесная пространственная связь россыпей золота с их коренными источниками. Тем самым задача поисков россыпей на первом этапе сводится к выявлению в породах фундамента тех геологических структур, которые контролируют или сопровождают золотое оруденение. На втором этапе в пределах участков, находящихся в благоприятной металлогенической обстановке, выявляются погребенные морфоструктуры фундамента, особенно погребенные эпиллатформенные поднятия, подвергшиеся воздействию эрозии или морской абразии — размыву, способствующему образованию россыпей золота. На третьем этапе проводятся геофизические исследования для определения рельефа коренных пород в пределах погребенного поднятия (выступа фундамента впадины) и затем бурение скважин. Рассмотрим некоторые особенности этих этапов, предшествующих поискам россыпей.

Геологическая структура золотоносных районов Северо-Востока четко выражена в характерных особенностях аномального геофизического поля. Это позволяет решать обратную задачу: выявив характер геофизического поля, можно провести его геологическую интерпретацию и построить схематическую геологическую карту фундамента впадины. Геофизические исследования по выявлению геологического строения фундамента впадин заключаются в проведении геофизических работ методами магниторазведки, гравиразведки, сейсморазведки и электроразведки в комплексе с параметрическим бурением опорных скважин.

Из анализа гравитационного и магнитного полей, а также физических свойств пород арктического побережья Чукотки видно, что почти все крупные геологические структуры, контролирующие золотое оруденение, находят выражение в геофизическом поле. Таковы глубинные разломы по границе горст-антеклиниориев и геосинклинальных трогов, горст-антеклиниории, поднятия, выступы основания мезозойского складчатого комплекса, зоны смятия и дробления и т. п.

Уже давно предметом широкой дискуссии является эмпирически установленная связь колымских и чукотских россыпей с линейными магнитными аномалиями. На нее указывали А. Л. Кеткин, А. С. Жидов, Д. М. Печерский, Л. И. Измайлов, А. С. Карпова, И. В. Беляев и др. Эту связь широко используют при поисках, хотя ее природа до сих пор остается недостаточно выясненной.

О природе магнитных аномалий в бассейне верховьев Колымы существует несколько точек зрения. Большая группа упомянутых выше исследователей считает, что они вызваны магнитностью контактово-метаморфических пород, связанных с гранитоидным магнетизмом. И. В. Беляев с соавторами (1970) считают, что линейные магнитные аномалии вызваны толщей осадочных магнитных пород, З. З. Бачи (1970), А. И. Калинин (1975) относят образование магнитных аномалий за счет преобразования сингенетичного пирита в ферромагнитный пирротин в осадочных отложениях с высоким содержанием углистого вещества. Магнитные аномалии позволяют локализовать прогноз.

По данным геофизического поля и опорного бурения составляют геологические карты, на которых проводят соответствующий металлогенический анализ с выделением наиболее перспективных участков на россыпи

золота. В качестве эталонной металлогенической обстановки, подобие которой следует искать в пределах фундамента впадин, могут быть приняты основные закономерности размещения россыпной золотоносности ближайшего района, располагающегося в сходных геологоструктурных условиях. Все факторы, контролирующие золотоносность, должны быть четко обусловлены, должно быть также определено их выражение в геофизическом поле.

Наследуя знак тектонических движений орогенного этапа развития, положительные геологические структуры, будучи в погребенном состоянии, проявляют тенденцию к поднятию и на неотектоническом этапе. Это позволяет применять для их выявления различные морфометрические методы. По данным Э. В. Депыгина (1974), хорошие результаты дает анализ распределения мегатрециноватости кайнозойского чехла. В условиях многолетней мерзлоты рыхлые породы скованы и выступают при тектонических деформациях как жесткие пластины. Мегатрециноватость кайнозойского чехла определяется по топокартам масштаба 1 : 100 000; на карте выносятся спрямленные отрезки долин длиной более 5 км, которые приспособились к мегатрецинам. Количество последних закономерно связано с мощностью рыхлых отложений. На этом основании в пределах впадины выделяются относительно положительные и относительно отрицательные морфоструктуры фундамента и зоны высоких градиентов интенсивности мегатрециноватости, соответствующие крупным и подвижным участкам неотектонических структур. Применяются и другие методы.

Палеогеоморфологический анализ развития погребенных морфоструктур в кайнозое, морфометрические методы и изучение характера аномального поля силы тяжести позволяют устанавливать погребенные поднятия, перспективные на россыпи золота в пределах площадей, оконтуренных по благоприятным металлогеническим признакам, выраженным в геофизическом поле.

Поискам россыпей золота в основании рыхлой толщи чехла впадин должно предшествовать глубинное геологическое картирование, основная задача которого — выявление структур, благоприятных для локализации золотого оруденения в фундаменте впадин. Такими структурами являются поднятия, сложенные основанием мезозойского складчатого комплекса, горст-антиклинации, крупные антиклинальные складки — геологические структуры первого порядка. Все они значительно распространены и могут быть выявлены при помощи анализа геофизического аномального поля с последующей заверкой колонковыми скважинами. Значительная площадь рудоконтролирующих структур первого порядка позволяет бурить скважины по квадратной сетке.

А. П. Куклин (1970) с целью использования программ распознавания на ЭВМ при металлогеническом прогнозировании на Чукотке обосновал размер элементарной ячейки в 25 км². Такая площадь ячейки достаточна для проведения металлогенического анализа при последующем прогнозировании россыпей. Этот же размер ячейки можно предложить при бурении скважин в пределах впадин.

Геологическая карта, построенная по геофизическим данным и цаблондиям в точках скважин (одна на 25 км²) по детальности примерно соответствует предъявленным требованиям. На первом этапе по такой сети наблюдений удается оконтурить благоприятные структуры. На следующем этапе возможно сгущение сети буровых скважин, что в совокупности с палеогеоморфологическим анализом и морфометрическими измерениями позволяет определить площадь, на которой целесообразна постановка геофизических исследований по определению рисунка древней долинной сети и проходка поисковых буровых линий.

Следует подчеркнуть, что направленные поиски россыпей в пределах крупных арктических впадин оказываются возможными в условиях сравнительно четкой выраженности в аномальном геофизическом поле геологических структур, контролирующих золотое оруденение.

Г л а в а III.

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАПАСОВ ПО ПРОТЯЖЕНИЮ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ

Общая закономерность размещения запасов по протяжению аллювиальных россыпей — последовательная смена участков нарастания, максимального значения и спада насыщенности и основные особенности размещения запасов в долинах разных порядков рассмотрены в предыдущих главах. В настоящей главе более детально анализируется размещение запасов с учетом формирования россыпей в двух принципиально разных обстановках вскрытия коренных источников — в долинах крутопадающих и пологопадающих водотоков и при разных пространственных соотношениях долин с зонами коренных источников.

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАПАСОВ В РОССЫПЯХ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПРИ - ВСКРЫТИИ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ В ДОЛИНАХ КРУТОПАДАЮЩИХ ВОДОТОКОВ

Россыпи рассматриваемого типа начинаются в долинах крутопадающих водотоков низких порядков, рассекающих площади концентрации коренных источников. На участках крутых падений днищ, где золото поступает из коренных источников, насыщенность пизкая, часто не достигающая промышленных значений (рис. 27). Вниз по россыпи насыщенность постепенно возрастает. При ступенчатом профиле днищ насыщенность несколько увеличивается на отрезках днищ с более пологими уклонами (см. рис. 27, г). Сортировка золота (по крупности и форме) по протяжению участков нарастания насыщенности отсутствует; много золота плохо окатанного и в срастании с кварцем.

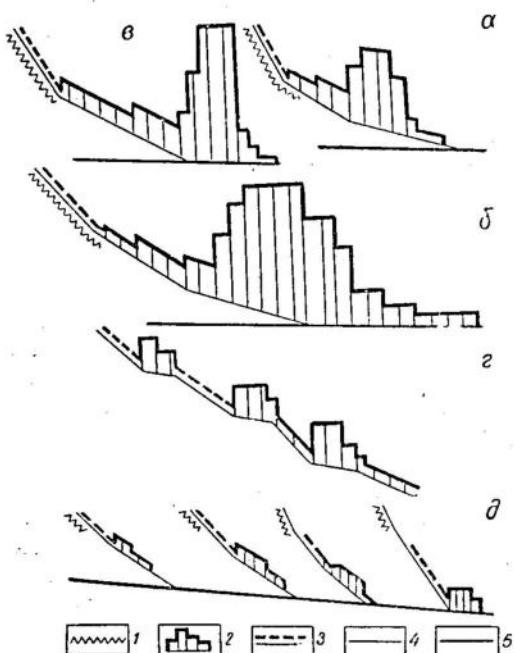


Рис. 27. Диаграмма насыщенности россыпей с обогащенными участками, смещенными по отношению к коренным источникам:

1 — коренные источники; 2 — диаграммы насыщенности; 3 — непромышленные россыпи; 4—5 — продольные профили днищ (падение условно): 4 — долина притоков, 5 — главной долины.

Обогащенные части россыпей* находятся на отрезках долин с более пологими уклонами днищ. Начало обогащенных частей обычно совпадает с точкой перелома профиля днища в сторону уменьшения уклона. Обога-

* Здесь, как и далее для этой группы россыпей, под обогащенной понимается часть россыпи, включающая участки максимального обогащения и спада насыщенности.

щенные части россыпей сложены смесенным золотом и по отношению к коренным источникам являются смесочными.

В зависимости от интенсивности сноса и количества золота, поступающего из коренных источников, положение в речных системах и характер обогащенных участков различны, в связи с чем можно выделить три группы россыпей.

К россыпям первой группы относятся короткие россыпи-одиночки, расположенные в долинах I, I-II, I-II-III порядков. Средние и нижние отрезки долин имеют сравнительно пологие уклоны днищ, где и располагаются обогащенные части россыпей. Длина таких частей от 0,2 до 1,2 км. Насыщенность россыпей даже на участках ее максимального значения невысокая (см. рис. 12 и 27, а). Малая насыщенность объясняется малым количеством золота, поступающего из вскрытой части коренных источников, что в свою очередь нередко связано с небольшой глубиной долин на участках крутых падений.

Во вторую группу входят россыпи, обогащенные части которых занимают низовья долин притоков и продолжаются в главных долинах (см. рис. 17 и 27, б). Формирование россыпей с таким размещением запасов происходит при достаточно большом количестве золота, поступающего из коренных источников.

Особенно часто рассматриваемый тип размещения запасов встречается при впадении в главную реку золотопосыпных притоков III порядка (рис. 28). Длина обогащенных частей россыпей в долинах III порядка зависит от длины отрезков с относительно пологими уклонами, на которых и располагаются эти части россыпей. Вынос золота в долины более высоких порядков

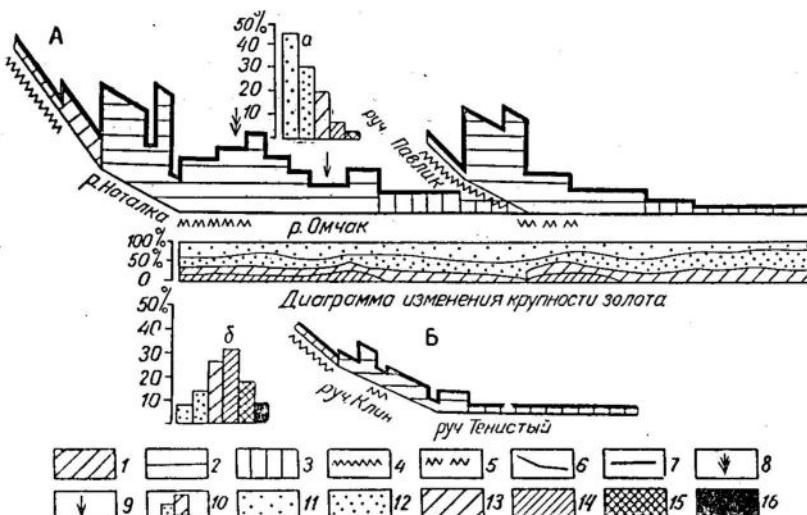


Рис. 28. Распределение насыщенности в россыпях долин р. Омчак (А) и руч. Клин—Тенистый (Б):

1—3 — диаграммы насыщенности: 1 — участок низкой насыщенности на отрезке крутого падения днища 2 — обогащенная часть россыпи, 3 — хвостовая часть россыпи; 4—5 — участки поступления золота из коренных источников: 4 — главных, 5 — дополнительных; 6—7 — продольные профили днищ (падение условно): 6 — притоков, 7 — главных долин; 8—9 — устья притоков: 8 — золотопосыпных, 9 — незолотопосыпных; 10 — гистограмма крупности золота обогащенной части россыпи; а — р. Омчак, б — руч. Клин; 11—16 — крупность золота по классам (мм): 11 — до 0,5; 12 — 0,5—1, 13 — 1—2; 14 — 2—4; 15 — 4—8; 16 — более 8.

объясняется как большим количеством его, так и достаточно большой интенсивностью переноса в нижних частях долин III порядка. В главных долинах обогащенные участки прослеживаются, как правило, на расстоянии не более чем 1—1,5 км.

Немногие россыпи являются исключением из этого правила. Так, в долине р. Омчак обогащенная часть россыпи, начинающаяся ниже устья р. Наталка, имеет длину около 7 км, а ниже руч. Павлик — около 5 км. Та-

кая большая длина обогащенных частей, сложенных смешанным золотом, в определенной степени зависит от малых размеров золота, слагающих россыпи Омчакской системы (менее 1 мм). Существенное значение, однако, имеет здесь и пополнение россыпи долины р. Омчак из дополнительных коренных источников, вскрывающихся в самой долине, и поступление золота не только из долин р. Наталка и руч. Павлик, но и из других золотопосыпных притоков.

Участки с максимальным значением насыщенности обычно находятся в россыпях долин притоков, непосредственно примыкая к участкам нарастания насыщенности; в долинах главных рек насыщенность снижается. При питании россыпей за счет промышленных месторождений насыщенность на участках ее максимального значения может достигать самой высокой степени.

Сортировка золота по крупности и окатанности по протяжению обогащенных частей россыпей возрастает, и на участках спада насыщенности появляется много мелкого, хорошо окатанного пластинчатого золота, иногда встречаются гальки кварца, содержащего видимое золото.

Ниже обогащенных частей россыпей в некоторых главных долинах протягиваются более или менее длинные хвостовые части. По своему характеру они сходны с хвостовыми частями россыпей, формирующихся при вскрытии коренных источников в долинах пологопадающих водотоков, которые рассматриваются в следующем разделе настоящей главы.

В россыпях третьей группы участки нарастания насыщенности находятся в долинах притоков, а обогащенные — в долинах главных рек (см. рис. 27, в). Такое распределение запасов создается главным образом в тех случаях, когда долины притоков I или I-II порядков, имеющих крутые падения по своему протяжению, открываются в долины средних и высоких порядков.

Длина обогащенных участков россыпей главных долин обычно менее 1 км, реже — до 1,5 км. Насыщенность их часто высокая, во много раз пре- восходящая насыщенность россыпей притоков. Если в главных долинах имеются россыпи, сформированные за счет коренных источников, вскрывающихся в самих долинах, то на диаграммах насыщенности участки выноса золота из притоков выражаются в виде «пиков», поднимающихся над общим уровнем диаграмм (рис. 29).

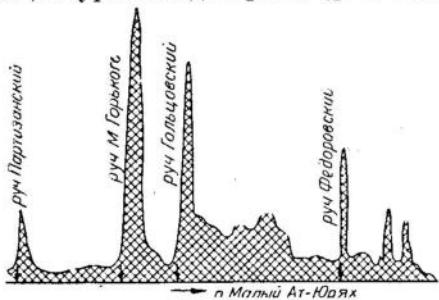


Рис. 29. Влияние выноса золота из притоков на распределение линейных запасов россыпи главной реки.

На участках выноса золота крупность и степень окатанности его самые различные, однако чаще здесь скапливаются плохоокатанное золото, сростки золота с кварцем, иногда довольно крупные самородки.

Степень и характер связи между частями россыпей, находящимися в долинах притоков и главной реки, различны. Чаще такая связь, бывает тесной, россыпи притоков переходят в россыпи главных долин, расположенных на тех же сторонах долин, где впадают притоки, сразу ниже их устья. Но иногда обогащенный вынос оторван от россыпи сформировавшего его притока и находится не в бортовой, а в центральной части долины (россыпи р. Омчуг). Такой отрыв происходит при сдвигании долины в сторону золотопосыпного притока уже после формирования россыпи.

При большом уклоне притока и сравнительно малом количестве золота,

поступающего в его долину, содержание металла в россыпи притока может быть небольшим и промышенная россыпь появится только в главной долине. Возможно, что россыпи некоторых главных долин, параллельных зонам коренных источников, расположенных на водоразделах, формируются в результате слияния и переработки золотоносных конусов выноса круто-падающих притоков, разрезающих своими верховьями зоны коренных источников.

В связи с тем, что крутизна уклонов днищ долин притоков передко возрастает по течению главной реки, в распределении россыпей притоков с различным положением обогащенных участков иногда проявляется определенная зональность. В бассейнах верхних течений рек россыпи притоков имеют обогащенные участки значительно выше их устьев; в бассейнах средних течений такие участки располагаются близ устьев, а ниже по течению они выходят из долин притоков и находятся ниже их устьев, в долинах главных рек (см. рис. 27, д).

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАПАСОВ В РОССЫПЯХ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПРИ ВСКРЫТИИ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ В ДОЛИНАХ ПОЛОГОПАДАЮЩИХ ВОДОТОКОВ

Для россыпей долин пологопадающих водотоков (средних, высоких и, как исключение, низких порядков) характерна тесная пространственная связь, совмещение обогащенных частей с зонами коренных источников, поскольку в таких долинах основная масса золота перемещается на небольшие расстояния от верхних границ золотоносных зон.

Длина обогащенных частей и особенность размещения золота в них зависит от длины участков поступления золота. Наиболее короткие обогащенные участки в долинах, пересекающих золотоносные зоны под прямым углом, длина их возрастает в диагональных долинах или в долинах, совпадающих с этими зонами.

При пересечении долиной одной золотоносной зоны с высокой концентрацией рудных тел образуется один обогащенный участок, в котором от начала россыпи насыщенность очень быстро нарастает и ниже участка с ее максимальным значением столь же резко снижается. Диаграммы насыщенности россыпей имеют вид «высотных зданий» (рис. 30, а). Длина россыпей такого типа невелика (от 0,5 до 1—2, редко 3—4 км).

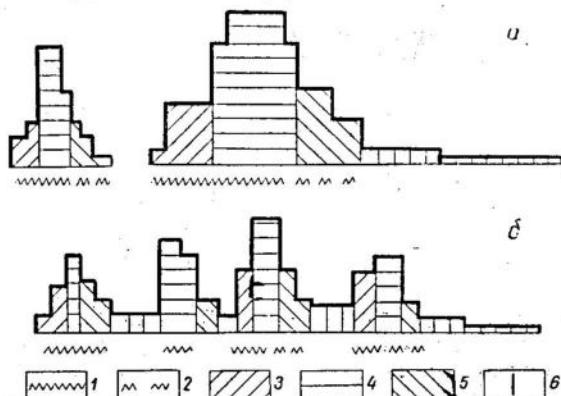


Рис. 30. Диаграммы насыщенности россыпей с обогащенными частями, совмещеными с коренными источниками:

1—2 — зоны коренных источников: 1 — основные, 2 — второстепенные; 3—5 — обогащенные части россыпей, участки: 3 — нарастания насыщенности, 4 — максимального значения насыщенности, 5 — спада насыщенности; 6 — хвостовые части россыпей.

Если долина пересекает несколько близких зон коренных источников, длина обогащенной части россыпи возрастает до 5—6 и в единичных россыпях до 10—12 км. На диаграммах насыщенности выделяется несколько максимумов обогащения, «пассажиров» на один пьедестал (рис. 30, б). В каждом из таких максимумов насыщенность распределяется таким же образом, как и при пересечении долиной одной золотоносной зоны.

При совпадении долин с зонами коренных источников формируются россыпи то с одним долинным обогащенным участком (такова россыпь ниж-

него течения р. Чай-Юрюе, рис. 31), то с несколькими. По-видимому, различия в распределении запасов связаны с неравномерностью распределения участков повышенной концентрации коренных источников вдоль золотоносных зон.

Так как в долинах пологопадающих водотоков россыпи часто формируются при смешанном питании, когда золото поступает и из коренных ис-

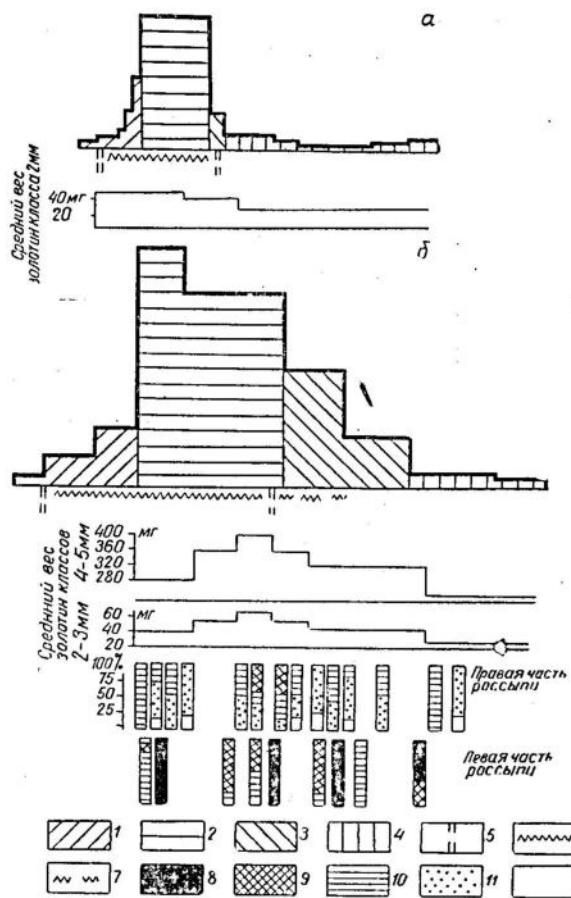


Рис. 31. Диаграммы насыщенности россыпей долин рр. Мальдяк (α) и Чай-Юрюе (β):
1—3 — участки россыпей: 1 — нарастания насыщенности, 2 — максимального значения насыщенности, 3 — спада насыщенности; 4 — хвостовые части россыпей; 5 — разломы, ограничивающие золотоносные зоны; 6—7 — участки поступления золота из коренных источников: 6 — главных, 7 — дополнительных; 8—12 — окатанность золота: 8 — плохая, 9 — слабая, 10 — средняя, 11 — хорошая, 12 — совершенная.

точников, вскрывающихся в самих долинах, и из долин притоков, максимумы обогащения различного происхождения оказываются то совмещеными, то разобщенными.

По ряду россыпей, для которых достаточно точно известно положение коренных источников, устанавливается, что золото поступает главным образом на участках нарастания и максимального значения насыщенности. На участках спада насыщенности степень концентрации коренных источников уменьшается или они неизвестны. Длина участков спада насыщенности обычно не более 0,5—1,5 км, лишь в долине р. Гремучей она достигает 4 км.

Особенности поступления золота по длине обогащенных частей россыпей выявляются не только по присутствию коренных источников, но и по характеру золота: его малой окатанности, большому количеству неокатанных сростков золота с кварцем и большей крупности золота на участках нарастания и максимального значения насыщенности, лучшей окатанности и сортировки золота на участках ее спада. Места поступления золота из коренных источников устанавливаются также и по наибольшему весу золотии одной размерности, что очень наглядно показано К. В. Кистеровым (1976) на примере россыпей рр. Чай-Юрюе и Мальдяка. В обогащенных частях широких разновозрастных россыпей днищ окатанность золота мо-

жет меняться по перек россыпей, что, как указывалось ранее, установлено в россыпах нижнего течения р. Чай-Юрюе.

Многократное чередование участков, на которых золото поступает из коренных источников и притоков, создает очень пестрое распределение золота с разной степенью окатанности и крупности по протяжению россыпей.

Как уже указывалось, характерной особенностью размещения запасов в россыпях в большинстве долин пологопадающих водотоков является присутствие более или менее длинных хвостовых частей. В этих случаях обогащенные части в противоположность хвостовым удобно называть головными. Средняя насыщенность хвостовых частей по сравнению с таковой в головных уменьшается в 3—4, а иногда и в 8—10 раз. Запасы золота хвостовых частей россыпей составляют в отдельных долинах всего 5—10% запасов головных частей. В общих запасах россыпного золота на долю запасов хвостовых частей приходится не менее 15%.

Абсолютная величина насыщенности хвостовых частей наиболее велика в тех россыпях, где она очень высока в головных частях. При средних значениях насыщенности обогащенных частей величина ее в хвостовых частях, как правило, низкая, но какой-либо пропорциональности между насыщенностью разных частей россыпей не наблюдается.

Длина хвостовых частей 0,5—12 км, наибольшая — в долинах V порядка, в долинах более высоких порядков она уменьшается. Большая длина хвостовых частей главных долин иногда является следствием слияния хвостовых частей нескольких россыпей долин притоков (например, россыпь р. Нижи. Нексикан). За счет выноса золота из одного головного участка формируются хвостовые части длиной до 10 км. При дальнейшем продвижении золота промышленные концентрации его переходят в непромышленные. Это происходит даже при большой насыщенности хвостовых частей, при малой же — выклинивание промышленной россыпи наступает гораздо раньше. Во многих долинах окончание хвостовых частей россыпей связано с впадением крупных незолотоносных притоков, вызывающих разрушение промышленных концентраций.

Перенос золота как основной процесс, определяющий формирование хвостовых частей, наиболее очевиден в тех долинах, где плотники россыпей слагают породы, заведомо не содержащие коренных источников. В этом отношении интересны россыпи долин руч. Солнечного и рр. Бурганди и Джелгала. В двух первых хвостовые части россыпей почти целиком лежат на незолотоносных конгломератах и галечниках, в долине р. Джелгала — на гранитах (рис. 32). Длина хвостовых частей россыпей руч. Солнечного

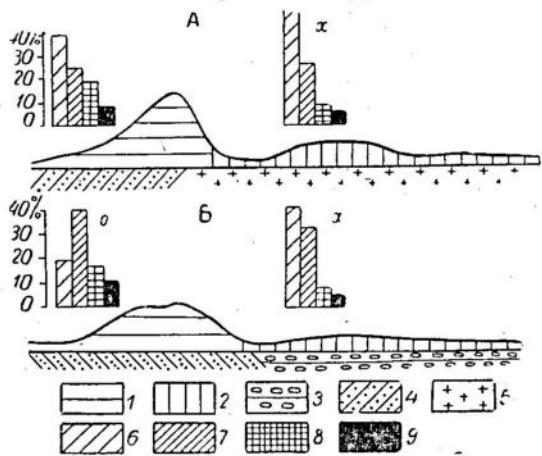


Рис. 32. Распределение насыщенности в россыпях долин ручьев Заветного — Джелгала (A) и Солнечного (B):

1—2 — диаграммы насыщенности: 1 — обогащенная часть россыпи; 2 — хвостовая часть россыпи; 3—5 — коренные породы плотника россыпи: 3 — конгломераты верхнемеловые, 4 — песчано-сланцевые породы юрские и верхнетриасовые, 5 — граниты нижнемеловые; гистограммы крупности золота россыпей: о — обогащенных, x — хвостовых частей; 6—9 — крупность золота по классам (мм): 6 — до 2; 7 — 2—4; 8 — 4—6; 9 — более 6.

го — 7,2 км, р. Бурганди — 8,0 км, р. Джелгала — 8,3 км; длина отрезков хвостовых частей, лежащих на незолотоносных породах, равна соответственно 3,7; 4,0; 6,0 км.

Доказательством того, что хвостовые части россыпей сложены перемешанным золотом, служат также его размеры и форма: по сравнению с головными частями для хвостовых характерно преобладание мелкого, преимущественно пластинчатого и хорошо окатанного золота (см. рис. 28, А и 32). Вместе с тем в хвостовых частях россыпей передко присутствуют крупные (свыше 8—10 мм) золотины и сростки золота с кварцем весом 100 г и более, обычно представляющие собой хорошо окатанные гальки. Подтверждением переноса крупного золота и галек золотоносного кварца являются находки их в хвостовых частях россыпей, лежащих на породах, не содержащих коренных источников.

Увеличение уплощенности золота в хвостовых частях россыпей устанавливается по данным непосредственных наблюдений и по резко уменьшающемуся среднему весу золотин одной размерности (Кистеров, 1976). В россыпях рр. Мальдяк и Чай-Юрюе, по данным К. В. Кистерова, средний вес золотин в хвостовых частях в 1,5—2 раза меньше среднего веса золотин в головных частях.

Окатанность основной массы золотин преимущественно хорошая, иногда совершенная. Начало хвостовой части передко совпадает с границей между слабоокатанным золотом головной части и хорошо окатанным золотом хвостовой. Такая граница возникает не из-за отсутствия на обогащенных участках россыпей хорошо окатанного золота, а потому, что доля его там по сравнению со слабоокатанным невелика.

Присутствие мелкого пластинчатого, хорошо окатанного золота и окатанных галек золотоносного кварца показывает, что хвостовые части слагаются наиболее подвижным золотом, отсортированным из всей массы, скапливающейся на участках обогащения. Можно предполагать, что степень развития хвостовых частей россыпей в первую очередь определяется количеством мелкого пластинчатого золота, поступающего из коренных источников. Однако какой-либо зависимости между длиной хвостовых частей россыпей и их насыщенностью и характером золота, слагающего головные части россыпей, не наблюдается. Многие россыпи,питающиеся за счет коренных источников с мелким золотом, имеют насыщенность хвостовых частей меньшую или равную таковой в хвостовых частях россыпей со значительно более крупным золотом. Возможно, что на такое распределение насыщенности влияют два фактора. Во-первых, усиление выноса золота при более крутых уклонах долин, а во-вторых, различия в длительности формирования россыпей.

Процесс сортировки золота, вероятно, происходит медленно, в одних долинах он прошел полностью, в других — только начинается. Отсутствие хвостовой части, возможно, является показателем кратковременности формирования россыпей на данном эрозионном уровне.

Положение границы головных и хвостовых частей россыпей, по-видимому, устойчиво во времени. Об этом можно судить по россыпям р. Мальдяк, где в головной части россыпи находится комплекс россыпей, включающий террасовые средне-, позднеплейстоценовые россыпи и голоценовую россыпь днища. В каждой разновозрастной россыпи насыщенность выше в головной части, чем в хвостовой.

Закрепление положения границы головных и хвостовых участков, возможно, связано с особенностями коренных пород, слагающих ложе долин на этих участках. Головные части россыпей приходятся на отрезки долин, пересекающихся (совпадающих) с зонами концентрации коренных источников, где коренные породы, как правило, отличаются повышенной трещиноватостью и раздробленностью. В связи с этим золото здесь глубже проникает в коренные породы, что задерживает его перемещение на всех эрозионных уровнях.

Различия в геологическом строении участков долин, вмещающих головные и хвостовые части россыпей, часто отражаются в рельфе долин и положении россыпей. Отрезки долин, вмещающие головные части россыпей, тем шире, чем ниже по течению; здесь чаще развиты террасы, а днища долин

разновозрастны. Рассыпь широкие, занимают иногда всю поверхность днищ и серии террас. Если рассыпь расположены асимметрично, то связаны с наиболее ранними элементами рельефа долин. Продольными границами рассыпей передко служат подножия коренных склонов или уступов террас, совпадающие с разломами.

Отрезки долин, в которых находятся хвостовые части рассыпей, более просты по строению. Рассыпь занимают центральные части пойм, ширина их уменьшается. Границы рассыпей не связаны с какими-либо элементами рельефа.

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАПАСОВ В СОЧЛЕНИЕННЫХ РОССЫПЯХ

Размещение запасов в сочлененных рассыпях отличается большим разнообразием, поскольку условия формирования рассыпей, входящих в эти системы, весьма различны. Наибольшее значение имеют пространственные соотношения долин с золотоносными зонами, которые определяют условия вскрытия коренных источников и главные особенности переноса и аккумуляции золота. В схеме эти соотношения сводятся к двум главным типам, создающим специфику размещения запасов и определяющим наличие двух групп сочлененных рассыпей.

Первая группа рассыпей образуется, когда главная долина проходит параллельно зоне коренных источников, которую вскрывают крутопадающие притоки. Здесь возможны три варианта размещения запасов. Если притоки коротки и падение их круто, то обогащенные участки располагаются в главной долине (рис. 33, а). При значительной длине и выполаживании днищ долин притоков обогащенные участки находятся только в долинах притоков, а рассыпь главной долины представляет собой слившиеся хвостовые части рассыпей притоков (рис. 33, б). При том же характере долин притоков, но большем количестве золота обогащенные участки могут занимать цизовья притоков и продолжаться в главных долинах (рис. 33 в). Во всех случаях обогащенные участки сложены перенесенным золотом.

Вторая группа рассыпей формируется в условиях, когда главная долина проходит в зоне коренных источников или пересекает ее, а долины притоков или совпадают с той зоной, которую осваивает главная долина, или пересекают вторую зону коренных источников (рис. 33, г, д).

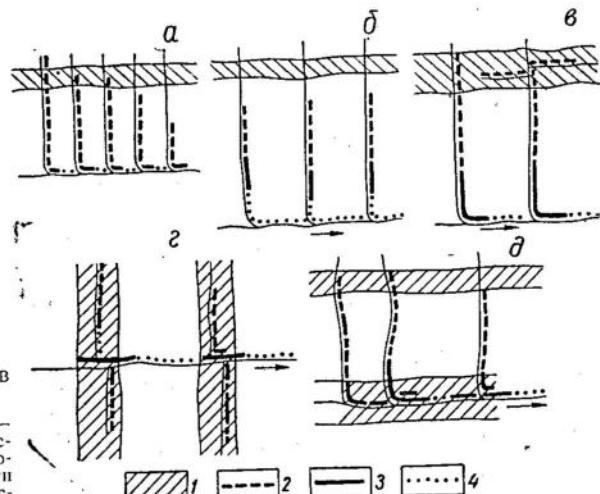


Рис. 33. Размещение запасов в сочлененных рассыпях:

1 — зоны коренных источников; 2 — участки низкой насыщенности рассыпей долин крутопадающих водотоков; 3 — обогащенные части рассыпей; 4 — хвостовые части рассыпей.

случаях основной обогащенный участок находится в главной долине, рассыпь которой имеет смешанное питание. В рассыпях долин притоков положение обогащенных участков повторяет варианты, какие были указаны для рассыпей притоков первой группы, если обогащение вызвано аккумуля-

цией спессартного золота. Некоторое усложнение размещения запасов в долинах притоков может быть связано с появлением частных максимумов насыщенности при совпадении простирации долин и золотоносных зон.

ЛОКАЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ НАСЫЩЕННОСТИ

При составлении кривых распределения линейных запасов и диаграмм насыщенности по протяжению обогащенных и реже хвостовых частей россыпей нередко выявляются локальные колебания величины запасов, выражющиеся в виде коротких «пиков» и «провалов» (см. рис. 17, 23, 29). Такая неравномерность размещения запасов, как это предполагают И. Г. Бондаренко (1957) и Е. З. Горбунов (1965), весьма часто связана с исполнительской разведки; однако имеются и естественные причины неравномерности распределения запасов.

Одна из них — влияние незолотоносных притоков. Для многих, в том числе и крупных россыпей главных долин, устанавливается, что против устьев незолотоносных притоков насыщенность россыпей падает, образуется «провал», ниже которого появляется «пик» насыщенности; длина этих элементов измеряется первыми сотнями метров.

Как представлял и Ю. А. Билибин (1938), образование «провалов» не является результатом последующего размытия россыпи основной реки притоком. «Провал» возникает, вероятно, в период формирования россыпи в связи с увеличением переноса золота ниже впадения притока. Усиление переноса происходит, однако, на коротком расстоянии, и ниже по течению оно сменяется аккумуляцией. Приток, таким образом, перераспределяет золото, не уменьшая его количества, поэтому и наблюдается сопряженность «провалов» и «пиков» насыщенности.

Убедительным примером предполагаемого влияния притоков является распределение линейных запасов золота и олова в россыпи долины руч. Штурмового, где, по данным Н. А. Шило, на одном из участков линейные запасы золота несколько раз повышаются ниже впадения золотоносных притоков. Такое увеличение запасов нельзя объяснить влиянием каких-либо неизвестных коренных источников золота, так как одновременно повышаются и запасы олова, для которого установлено единственно возможное положение коренных источников значительно выше рассматриваемого участка.

Впадение притоков вызывает не только перераспределение массы золота, но и некоторую сортировку его по крупности. Ниже или против впадения притока оседает основная масса более крупных золотин, а мелкие уносятся дальше. Такая сортировка может создавать ложное представление об изменении крупности в связи с поступлением новых порций золота из коренных источников.

Так как притоки небольшого размера впадают примерно через равные интервалы, то в распределении запасов иногда появляется некоторая ритмичность (повторение «пиков» и «провалов»).

Одним из часто встречающихся локальных изменений насыщенности является уменьшение ее в устьевых частях долин притоков при переходе обогащенного участка в долину главной реки. Уменьшение насыщенности связано с увеличением уклонов в приуставьевых частях долин притоков. При невысокой насыщенности здесь передки небольшие перерывы россыпей.

В головных и хвостовых частях россыпей насыщенность местами значительно уменьшается в связи с сужением россыпей в отрезках долин, пересекающих породы повышенной прочности: например, ороговикованные породы над невскрытой интрузией (долина р. Улахан-Аурум) или мелкозернистые граниты в эндоконтактовой зоне гранитного массива (долина р. Джелгала).

Незначительные «пики» насыщенности известны в хвостовых частях россыпей, где появление их связано с поступлением золота из небольших зон коренных источников, пересекаемых рекой, или долин крутоопадающих

притоков, в которых промышленные россыпи неизвестны. В местах повышения насыщенности ухудшается окатанность золота или изменяются его крупность и проба.

Локальные изменения насыщенности могут вызываться различиями в улавливающей способности коренных пород, слагающих плотики россыпей. В некоторых россыпях отмечаются повышения запасов на участках распространения крупных даек или пластов песчаников, в глубоких трещинах которых задерживается много золота. Породы с повышенной улавливающей способностью пересекают днища долин или располагаются диагонально, что обычно выявляется только при эксплуатации.

Локальные колебания насыщенности, вероятно, очень часто вызывает само неравномерное гнездовое распределение золота по площади россыпей, в связи с которым две соседние линии, заложенные на очень близком расстоянии, могут дать весьма разную степень насыщенности.

УЧЕТ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАПАСОВ ПО ДЛИНЕ РОССЫПЕЙ ПРИ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ

При поисках россыпей и заложении поисковых линий необходимо учитывать различия в положении обогащенных участков россыпей в долинах крутопадающих и пологопадающих водотоков по отношению к предполагаемым зонам коренных источников.

При поисках в долинах пологопадающих водотоков, где в россыпях четко различаются головные и хвостовые части, одной из задач является разграничение этих частей. Признаками головных частей могут быть большая ширина россыпей, разнотипность обработки, а часто и малая обработанность золота. Хвостовые части узнаются по меньшей ширине россыпей, преобладанию пластинчатого мелкого золота, присутствию хорошо окатанных галек кварца с видимым золотом.

Разведочные работы в головных и хвостовых частях россыпей должны быть различны, поскольку различны все характеристики россыпей.

Хвостовые части, сложенные мелким золотом, легко разведутся стандартной сеткой разведочных выработок. Головные части с более крупным золотом и большей сложностью его распределения по площади требуют большей гибкости при разбивке разведочной сети.

Часто встречающаяся ошибка при подсчете запасов — завышение или занижение запасов по блоку, расположенному на границе между головной и хвостовой частями. Если разведочная линия, находящаяся в пределах головной части, отстоит далеко от этой границы, запас занижается, если близко — завышается. Выявляется эта ошибка обычно при проведении эксплуатационных работ. Ее можно избежать, если при намечаемемся положении пограничного участка между головной и хвостовой частями увеличить густоту линии на этом участке.

Для выяснения полноты разведки необходимо составление диаграмм насыщенности, помогающих своевременному заложению дополнительных выработок. В отчетах по подсчету запасов следует давать объяснение общим особенностям размещения запасов и локальным колебаниям насыщенности.

Одной из задач ревизионных работ, проводимых с целью определения перспектив недоразведанных или отработанных россыпей в старых золотоносных районах, является выяснение особенностей разведки и эксплуатации в головных и хвостовых частях россыпей. В головных частях россыпей, неполно разведенных, а в связи с этим и неполно отработанных (особенно подземным способом), могут быть обнаружены участки с высокими содержаниями. Хвостовые части, в первые этапы разведок передко освещенные очень слабо, во многих долинах, видимо, не выявлены. Между тем данные о значительном (8—10 км) переносе золота дают основание для поисков таких россыпей во многих слаборазведенных долинах средних и высоких порядков.

Учитывая, что основная часть долин, особенно средних порядков, пересекает золотоносные зоны и что обогащенные участки в таких долинах могут быть очень короткими, в задачу ревизионных работ должен входить анализ степени разведанности поперечных долин, особенно на участках пересечения золотоносных зон.

Требуется ревизия степени разведанности долин с точки зрения правильности заложения линий, особенно если эти линии единичны. В частности, ревизия должна установить, пройдены ли линии в долинах притоков на участках приусьтевых увеличений уклонов, учтено ли положение о том, что чем выше по течению впадает в главную долину приток, тем чаще можно ожидать обогащенный участок не в низовье, а ближе к середине долины притока; пройдены ли линии (выработки) на участках главных долин, примыкающих к устьям крутопадающих слабозолотоносных притоков, ниже устьев которых могут располагаться промышленные россыпи; заложены ли линии на отрезках долин низких порядков с более пологими уклонами.

Задачи дальнейшего исследования закономерностей размещения запасов:

уточнение представлений о факторах, определяющих границы обогащенных участков;

более полное выявление различий между характером россыпного золота, слагающего обогащенные и хвостовые участки;

изучение влияния незолотоносных притоков и других факторов, вызывающих локальные колебания насыщенности;

разработка методики разведки головных и хвостовых частей россыпей.

Глава IV.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В РАЗРЕЗЕ И ПО ПЛОЩАДИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ

В предыдущих главах было показано, что типы золотоносных пластов аллювиальных россыпей разнообразны по строению и мощности в связи с множественностью факторов, влияющих на формирование россыпей. В настоящей главе рассмотрим более подробно ряд особенностей распределения золота в вертикальном разрезе по площади россыпей и факторы, определяющие это распределение.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В ВЕРТИКАЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ РОССЫПЕЙ

Среди факторов, влияющих на распределение золота в вертикальном разрезе россыпей, ведущими являются условия формирования аллювия и крупность металла; известное значение имеют характер коренных пород и микрорельеф плотика, а также богатство россыпей.

В развитии долин и формировании аллювия выделяются три динамические стадии, отличающиеся определенным строением аллювия и соответствующим распределением золота по вертикали: врезания, расширения долин и накопления аллювия избыточной мощности.

Золотоносные пласти россыпей, формирующихся в стадию врезания русл и образования аллювия малой мощности. Отрезки речной системы, находящиеся в стадии врезания, характеризуются маломощным незакрепленным фрагментарно развитым аллювием, не сохраняющимся в последующую стадию расширения долин. Рассыпи, связанные с этим аллювием, эфемерны, подвижны. Золото располагается лишь на поверхности коренных пород, а мощность металлоносного слоя ничтожна. Локальные высокие концентрации золота, образующиеся в местах углубления коренного ложа, около крупных валунов и даже упавших в воду стволов деревьев, недолговечны, так как с устранением временных препятствий на пути его движения металл вновь начинает перемещаться вниз по течению. Относительно

устойчивыми «ловушками» золота, особенно крупного, являются выступы плотных пород и трещины плотника. Рассыпи, формирующиеся в стадию врезания, немногочисленны.

Примером временного накопления современного металлоносного аллювия на отрезках долины, испытывающих врезание, служат участки, обнаруженные в 1932 г. в русле Колымы у устья р. Оротукаан и описанные Ю. А. Билибиным: «...паромной разведкой среди коренного дна Колымы были найдены небольшие участки галечников незначительной мощности, содержащие в самом нижнем слое довольно значительную концентрацию золота. В ближайшее половодье эти участки переместились вниз по течению, а на месте их прежнего залегания оказалось коренное дно» (Билибин, 1955, с. 154).

В ископаемом состоянии аллювий стадии врезания сохраняется крайне редко, встречаясь только в погребенных «каньонах» (рассыпи «каньонов» р. Дегдекан, руч. Павлик и др.). Аллювиальные осадки «каньона» руч. Павлик являются типичными отложениями стадии врезания. Они представлены щебенисто-галечными образованиями, содержащими со слабо- и среднеокатанным материалом хорошо окатанную гальку, переотложенную, по-видимому, из ранее сформированного аллювия нормальной мощности, выполняющего днище долины и вмещающего основную рассыпь руч. Павлик. Аллювий стадии врезания не имеет сплошного распространения по днищу «каньона»; мощность его изменяется от нескольких сантиметров до 1,5 м. Концентрации золота приурочены либо к нижней части аллювия, либо к трещинам коренных пород; мощность пласта не превышает 0,4—0,6 м*. Отложения стадии врезания погребены под мощной толщей рыхлых образований стадии аккумуляции, представленных местным щебенистым материалом, поступившим со склонов и претерпевшим слабую водную обработку. Локально в щебенистой толще наблюдаются редкие включения хорошо окатанной гальки, переотложенной из золотоносного аллювия нормальной мощности.

Отметим, что аллювий стадии врезания не всегда отличается большой крупностью обломочного материала по сравнению с аллювием других стадий. Так, в долине руч. Павлик размеры галек из аллювия стадии врезания не больше, чем в золотоносных аллювиальных отложениях нормальной мощности и в склоновых слабоперемытых образованиях стадии аккумуляции. Это обусловлено тем, что раздробленные глинистые и песчано-глинистые сланцы, которые слагают ложе и борта реки, во все стадии формирования аллювия дают только мелкий щебень.

Золотоносные пласти рассыпей, формирующихся в стадию расширения долин и образования аллювия нормальной мощности. Для отрезков речных систем, находящихся в стадии расширения долин, характерен постоянный покров аллювия нормальной мощности.

Типовой разрез аллювия нормальной мощности в золотоносных долинах средних порядков, вмещающих основное количество рассыпей, следующий (сверху вниз):

1. Илы или пески, иногда с включением гравия и мелкой гальки. Мощность 0,5—1,0 м.
2. Галечники песчаные, хорошо отмытые «речники». Галька более мелкая и лучше окатанная, чем в нижележащем слое. Мощность 1—3 м.
3. Галечники илистые и илисто-глинистые с валунами, количество и размеры которых увеличиваются вниз по разрезу. Мощность 1,5—4 м.
4. Галечно-щебенистые, валуно-щебенистые или валуно-глыбовые отложения с илисто-глинистым заполнителем, постепенно переходящие в элювий коренных пород или лежащие на плотных породах. Мощность 0,2—3,5 м. Горизонт развит не всегда.

Проведенный разрез аллювия долин низкогорных рек в принципе повторяет разрез аллювия равнинных рек. Согласно Е. В. Шанцеру (1951),

* По разведочным данным, средняя мощность пласта «каньонной» рассыпь 3,2 м. Это связано с тем, что в пласт включена и концентрация золота, приуроченная к вышележащей аккумулятивной толще.

верхи разреза составляют илы и пески пойменной фации; под ними лежат осадки фации прирусловой отмели, представленные хорошо отсортированными песками с диагональной слоистостью; выше — отложения пристрежневой фации — грубозернистые пески с включением линз гравия, с неправильной линзовидной косой слоистостью; в основании разреза — маломощный грубообломочный валуно-галечный базальный горизонт, лежащий на размытой поверхности коренного ложа, представляющий перлювиальную фацию.

В разрезах аллювия низкогорных и равнинных рек при разном гранулометрическом составе осадков отчетливо выражено общее уменьшение крупности обломочного материала и увеличение степени его сортированности от подошвы аллювия к кровле; горный аллювий только лишь ясно выраженной слоистости в пределах отдельных слоев. Сходство строения горного и равнинного аллювия позволяет считать, что в первом также следует выделять осадки фаций: пойменной (слой 1 вышеприведенного разреза), прирусловой отмели (слой 2), пристрежневой (слой 3) и базальный (слой 4).

Отметим, что осадки базальной фации аллювия нормального разреза имеют сложное происхождение. Большая часть обломочного материала представляет собой элювий коренных пород, несколько смешанный относительно коренного ложа вниз по течению реки. Некоторая часть обломочного материала попадает в русло в результате деятельности склоновых процессов на подмываемых рекой берегах. Гальки и валуны, составляющие до 10% и более от всего объема отложений, проседают из вышележащих горизонтов. Илы и глины заполнителя либо образуются при подводном выветривании коренных пород, либо проникают вместе с грунтовыми водами из вышележащих горизонтов. Повышенная мощность базального горизонта наблюдается на участках долин, совпадающих или пересекающих зоны дробления и повышенной трещиноватости коренных пород и особенно характерны для долин средних порядков.

Как уже отмечалось, в долинах I—II и отчасти III порядков дифференциация аллювия выражена чрезвычайно слабо, и вся толща аллювия представлена галечно-щебенистыми и галечно-валунными несортированными отложениями, состоящими из плохоокатанных и почти неокатанных обломков с илесто-глинистым заполнителем. Содержание тонких частиц и крупность материала увеличиваются вниз по разрезу. Отложения, соответствующие базальной фации аллювия долин средних порядков, здесь отсутствуют или развиты слабо*.

В долинах высоких порядков развиты все горизонты разреза аллювия нормальной мощности, но литологические различия второго и третьего слоев выражены слабее, так как в нижнем слое часто содержится мало илесто-глинистых частиц.

В соответствии с изменением строения аллювия нормальной мощности в долинах разных порядков изменяется и распределение золота в вертикальном разрезе продуктивных пластов. В общем виде эти изменения были показаны при рассмотрении россыпей долин разных порядков, здесь мы дополним и уточним ранее приведенные характеристики.

Строение и мощность золотоносных пластов направленно изменяется от россыпей долин низких порядков к средним и высоким. Но характер этих изменений отличен у россыпей с крупным, мелким и тонким золотом.

В россыпях долин средних порядков с крупным золотом концентрации его обычно приурочены к отложениям пристрежневой и базальной фаций (или только пристрежневой, если базальная отсутствует, или параборот, — только базальной) и трещинам коренных пород. Положение пластов в разрезе и мощность их направлению изменяются по простиранию россыпей:

* Рисунки, иллюстрирующие характер золотоносных пластов, приведены в главе I (часть II).

на участках максимального обогащения по сравнению с участками нарастания и спада насыщенности мощность пластов возрастает, главным образом за счет обогащения горизонта пристрежневой фации. На обогащенных участках россыпей при повышенной глинистости пристержневого и базального горизонтов аллювия формируются пласти мощностью 2—3 м, а при высокой глинистости и хорошо развитом базальном горизонте (мощность 3—3,5 м) могут образовываться пласти аномально большой мощности — более 5 м. Пласт такого типа известен в долине р. Гремучий, где на обогащенном участке россыпи мощность пласта 5—7 м; золото отмечается в галечниках пристрежневой фации, имеющих несколько горизонтов с особо высокими содержаниями (рис. 34, А), а также в щебенисто-глыбовых образованиях базальной фации и в трещинах коренных пород 'плотика' (рис. 34, Б). Вне обогащенного участка мощность пласта не превышает 1,2—1,6 м, в вертикальном разрезе наблюдается лишь один горизонт с высокой концентрацией золота.

В россыпях с мелким золотом преобладают пласти со средней мощностью около 2 м, иногда более 3 м. Мощность более выдержана и с меньшими максимальными отклонениями от средних значений (<1 м). Наряду с приуроченностью основных концентраций золота к двум нижним горизонтам нормального разреза аллювия промышленные содержания имеются в песчаных галечниках фации прирусловой отмели и даже в тонкозернистых илистых осадках пойменной фации. Таким образом, промыщение золотопоспой оказывается вся толща аллювия. Мощность пласта достигает 5 м и более. В россыпи р. Наталка (средняя крупность золота $\approx 0,5$ мм) на участке максимального обогащения, где основные концентрации золота находятся в осадках пристрежневой и базальной фаций и в трещинах коренных пород, в отложениях фации прирусловой отмели и пойменной, включая растительный слой, содержания золота достигают 3 г/м³. На участках спада насыщенности, где средняя крупность золота уменьшается, передко наблюдается миграция нижней границы золотопоспойного пласта вверх по разрезу (россыпь р. Омчак выше устья руч. Павлик). Пласт может располагаться в песчаных галечниках фации прирусловой отмели, при этом максимальные содержания приходятся на контакт осадков этой фации с пристрежневой.

Как показали результаты технологических исследований по определению полного содержания золота в россыпях с мелким золотом, проведенных в Тульской лаборатории ЦНИГРИ и в лаборатории ВНИИ-1 по пробам В. И. Кругууса, содержания весьма мелкого ($-0,25$ мм) и свободного тонкого ($-0,1$ мм) золота достигают в отдельных слоях 600—700 мг/м³, что составляет 65—90% от полного содержания металла. Отмеченные выше концентрации золота (до 3 г/м³) в отложениях фаций прирусловой отмели и пойменной в россыпи р. Наталка образованы главным образом за счет металла класса $-0,25$ мм.

В россыпях долин низких порядков с недифференцированным или слабо дифференцированным по слоям аллювием, характеризующимся высокими содержаниями илистого-глинистых частиц, мощность пластов повышенная, но, как подчеркивают все исследователи, очень невыдержанная. Максимальные отклонения от средней мощности составляют 0,3—3,4 м. Пласт или охватывает значительную часть аллювия или тяготеет к контакту аллювиальных отложений с коренными породами. Максимальные концентрации золота располагаются в разных частях пласта. Наиболее мощные пласти с несколькими горизонтами обогащения особенно характерны для россыпей с мелким золотом, хотя крупность металла здесь не играет такой существенной роли в распределении его по вертикали, как в россыпях долин средних порядков.

Россыпям долин высоких порядков присуща малая (менее 1 м) мощность пластов; пласт располагается в пйзах базального горизонта или в трещинах коренных пород. Максимальная концентрация заключена в интервале 0,2—0,3 м, иногда менее.

Особенности золотоносных пластов промышленных россыпей долин высоких порядков, сложенных мелким золотом, не исследованы.

В долинах высоких порядков в осадках фаций прирусовой отмели и пойменной тонкое золото может образовывать самостоятельные очаги кон-

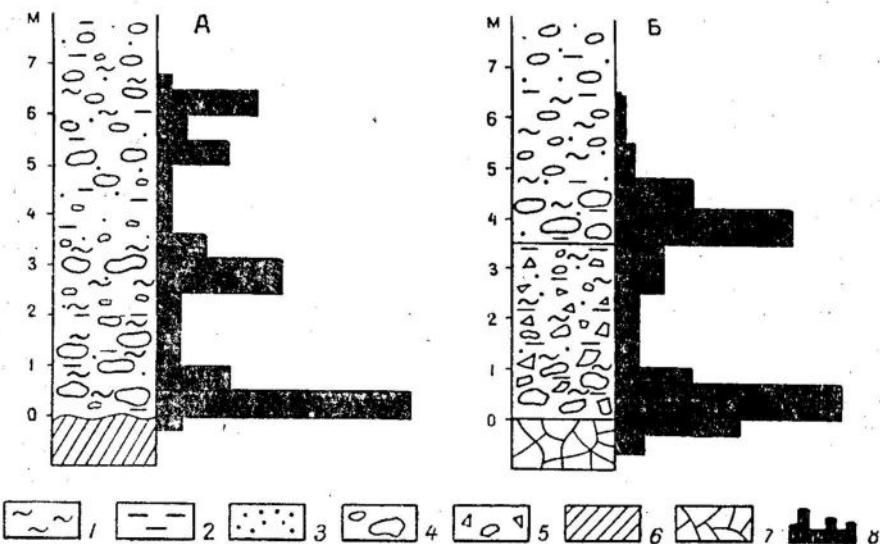


Рис. 34. Распределение золота в вертикальном разрезе россыпи р. Гремучей:
1 — глина; 2 — ил; 3 — песок; 4 — галька и валуны; 5 — щебень; 6 — коренные породы; 7 — разрушенные коренные породы; 8 — диаграммы содержаний золота.

центрации на значительном удалении (десятки и сотни километров) от коренного источника. На это указывает существование косовых россыпей в отложениях современных прирусовых отмелей в долинах бассейнов Енисея, Лены, Амура (Флеров, 1937).

Не все горизонты нормального разреза аллювия долин средних и высоких порядков опробованы на тонкое золото, но можно предположить, что содержания его будут наибольшими в осадках двух верхних фаций, так как свободное тонкое и отчасти весьма мелкое золото переносится, по-видимому, только во взвешенном состоянии. На возможность такого переноса указывает С. В. Яблокова, установившая отсутствие окатанности у частиц тонкого золота в самой нижней по течению части россыпи р. Омчак, где основное мелкое золото средние и хорошо окатано. Очень слабое изменение окатанности и уплощенности тонкого золота в зависимости от удаленности от коренного источника отмечает С. В. Яблокова и для бассейна р. Берелех. Аналогичные данные приводятся в работе В. К. Флерова (1937) и ряда других авторов. Перемещаясь во взвешенном состоянии, тонкое золото, по-видимому, почти не изнашивается, возможность истирания его становится минимальной. Но в тех случаях, когда отложения базальной и пристрежневой фаций аллювия будут отличаться высоким содержанием глинистых частиц в заполнителе, способных сорбировать тонкое золото *, значительные концентрации весьма мелкого и свободного тонкого золота будут приурочены к отложениям этих фаций, т. е. пространственно, очевидно, совпадут с золотоносным пластом, сложенным более крупным золотом.

В долинах разных порядков на характер и мощность золотоносных пластов влияют такие локальные факторы, как состав коренных пород и микрорельеф плотника и богатство россыпей.

* При высокой глинистости аллювиальных отложений (на глину приходится до 40% и более от общего состава отложений) содержание тонкого золота может достигать нескольких граммов на 1 м³ (древняя Куранахская россыпь в Алданском районе).

Как известно, состав коренных пород определяет глубину проникновения золота в трещины плотика. Глубина проникновения золота в глинистые сланцы и тойкорассланцованные алевролиты 0,3—0,5 м. В песчаниках с наиболее глубокими и широкими трещинами золото проникает до 1,5 м. На глубину проникновения золота влияет степень выветрелости коренных пород. Наиболее благоприятны в этом отношении породы со средней степенью выветрелости. В очень свежие породы с малорасширенными трещинами золото не проникает. При высокой степени выветрелости пород плотик также незолотоносен. Эта особенность хорошо видна в зонах разломов, где на глинистых сланцах образуется вязкая синевато-серая глина («си-нуга»), обычно лишенная золота, и на тех немногих участках, где плотик сложен выветрелыми гранитоидами.

В микрорельефе плотика выделяются эрозионные борозды и ложбины, небольшие западины глубиной всего 1—1,5 м при ширине до 20—30 м. В эрозионных бороздах характер золотоносных пластов самый различный; в одних из них присутствуют мощные (свыше 1,5 м) пласти, в других известны только приплотиковые концентрации, третья заполнены незолотоносными отложениями. Эти особенности распределения золота объясняются характером отложений, заполняющих борозды. Мощные пласти с высокими содержаниями образуются в тех случаях, когда борозды заполнены глинистыми галечниками пристрежневой фации. Если борозды заполнены песчаными галечниками или песчано-гравийными отложениями, то в них золото или отсутствует или образует приплотиковые перлювиальные концентрации, указывающие на размыт и переработку аллювия другого литологического состава.

Зависимость средней мощности пласта от богатства россыпей выражается в том, что в россыпях с более высокой насыщенностью при прочих равных условиях мощность пласта больше, чем в бедных россыпях. Эта зависимость особенно отчетливо выражена в россыпях долин I—III порядков.

Золотоносные пласти россыпей, формирующихся в стадии аккумуляции и образования аллювия повышенной мощности. Образование аллювия повышенной мощности является обычно следствием неотектонических опусканий. Благоприятные условия для формирования россыпей возникают, когда верховья золотоносных долин находятся в областях относительных поднятий, а их нижние части — в пределах участков погружения или когда золотоносные долины пересекают блоки локальных опусканий. Лишь немногие из россыпей, образующихся в стадию аккумуляции, имеют промышленное значение (пригодны для сплошной отработки).

Особенности распределения золота в вертикальном разрезе этих россыпей зависят от интенсивности тектонических опусканий и крутизны золота. Влияние этих факторов рассмотрим на примере россыпей руч. Болотного и р. Омчак.

Погребенная долина руч. пра-Болотного находится в Малык-Сиенской впадине. Россыпи, расположенные в днище долины и в узком «каньоне», врезанном в днище, сложены крупным золотом.

Россыпь днища долины руч. пра-Болотного связана с нижними горизонтами толщи аллювия мощностью 40—60 м, накапливавшегося в условиях сначала медленного, а потом постепенно усиливающегося прогибания. Об изменении режима опускания свидетельствует смена осадков снизу вверх по разрезу: галечники илисто-глинистые, галечники илистые с прослойками и линзами илов, затем галечники гравийные и гравийники и, наконец, мощные песчано-илистые горизонты (аллювиально-озерные осадки). По-видимому, в начале формирования аккумулятивной толщи россыпь руч. пра-Болотного русло еще сохраняло эрозионную способность и, медленно поднимаясь и блуждая по поверхности, размывало пойменный аллювий и, вероятно, верхние горизонты русловых фаций. По мере того как опускания становились интенсивнее, эрозионная способность русла ослабевала, от размыва сохранились не только русловые, но и пойменные фации, а позднее наступил режим застойного замкнутого бассейна.

Промышленная россыпь имеет повышенную мощность пласта: максимальная средняя мощность его, установленная заверочными работами в шахте,—более 4 м. Однако истинная мощность пласта больше, так как промышленные содержания золота, как показывают буровые скважины, нередко остаются выше разведочных рассечек. Распределение металла



Рис. 35. Распределение золота в вертикальном разрезе россыпи днища ручья Болотного (условные обозначения см. на рис. 34).

в пласте неравномерное: обогащенные участки располагаются в самых разных его частях, иногда на разной высоте над плотником выделяется несколько горизонтов обогащения, разделенных прослойями с низким содержанием. Отчетливо выраженный литологический контроль распределения содержания отсутствует. Помимо основной концентрации металла, тяготеющей к нижней части галечников, в толще слабозолотоносного аллювия на высоте до 12—14 м от коренного ложа отмечаются пропластки с высоким содержанием, крайне невыдержаные по простиранию и вкрест простирания россыпи (рис. 35). Непромышленное содержание золота прослеживается на высоту до 16—18 м от поверхности коренных пород. Таким образом, по мере нарастания интенсивности прогибания пласт растягивался, содержащие уменьшалось.

Россыпь, лежащая в «каньоне», приурочена к аллювиальной толще мощностью до 80 м. Аллювий представлен толщей переслаивающихся галечников, песков и илов. Горизонты песков и илов мощностью от нескольких сантиметров до 1,5 м имеют подчиненное значение. Большая мощность аллювия и хорошая сохранность его пойменных фаций по сравнению с аллювием днища указывают на большую интенсивность тектонических опусканий в период заполнения «каньона». Основные концентрации золота в россыпи днища наблюдаются в пизах аллювия, а в золотоносном пласте россыпи «каньона» промышленные концентрации рассредоточены по толще аллювия мощностью до 30 м (рис. 36). В вертикальном разрезе промышленного пласта нет четко выраженной верхней границы, а максимальное содержание золота встречается в любой его части. Отмечается 2—3 и более обогащенных горизонтов, расположенных в разных частях россыпи на разной высоте от коренных пород, отделенных друг от друга отложениями с понижением концентрацией золота, слабозолотоносными или не содержащими металлы. Мощность горизонтов с повышенным содержанием золота 0,4—8 м. В распределении золота по вертикали имеет место литологический контроль: максимальные концентрации золота приурочены к плотным илисто-глинистым галечникам, в песчано-илистых галечниках содержание металла уменьшается, а горизонты песков и илов золота не содержат. Иными словами, золотоносность убывает от отложений русловых фаций к пойменным и исчезает в последних.

Данные технологических исследований по определению полного содержания золота в аллювиальных отложениях руч. пра-Болотного показали, что в россыпи кроме крупного золота имеются концентрации весьма мелкого и свободного тонкого золота: в приплотниковом глинистом горизонте россыпи днища они составляют 7% полного содержания золота, а выше, в одном из прослоев песчаных галечников,—96,5%. По этим предварительным данным намечается тенденция к увеличению количества весьма мел-

кого и свободного тонкого золота в направлении от отложений базальных фаций к пойменным, т. е. распределение обратное распределению крупного золота.

В долине р. Омчак россыпь, сложенная мелким золотом (средняя крупность его 0,78 мм), находится на участке блокового опускания, расположенным в нижнем течении реки, ниже устья руч. Павлик. Мощность аллювия на этом отрезке долины достигает 14—16 м и более. Аккумулятивная толща представляет собой чередование иллисто-глинистых, песчано-иллистых и песчаных галечников, последние заметно преобладают в верхней части разреза. Изредка встречаются прослои и линзы песков и илов мощностью до нескольких десятков сантиметров. Сравнительно небольшая мощность отложений и слабое развитие пойменных фаций свидетельствуют о небольшой интенсивности тектонических спусканий. Золотоносной является вся толща аллювия, включая и сыпучие песчаные галечники, а также прослои песков и илов. По данным послойной дражной отработки, приведенным Т. Г. Фоменко, распределение золота по разрезу рыхлых отложений следующее (%):

на глубине	0—1 м — 0,99	на глубине	6—7 м — 5,11
»	1—2 м — 1,46	»	7—8 м — 13,77
»	2—3 м — 1,09	»	8—9 м — 15,53
»	3—4 м — 1,40	»	9—10 м — 25,93
»	4—5 м — 3,16	»	10—11 м — 24,81
	5—6 м — 6,88		

Повышенное содержание мелкого золота приурочено к нижним слоям иллисто-глинистых и иллистых галечников. В более высоких слоях отмечается повышенное содержание весьма мелкого и свободного тонкого золота.

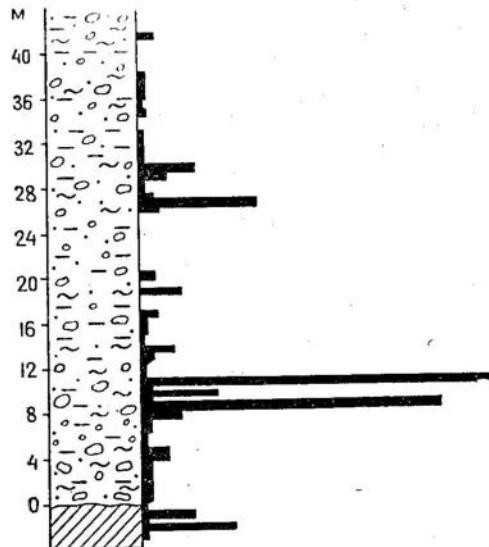


Рис. 36. Распределение золота в вертикальном разрезе россыпи «каньона» пра-Болотного (условные обозначения см. на рис. 34).

В общем о распределении золота в разрезе аллювия повышенной мощности можно сказать следующее:

1. В россыпях с мелким золотом последнее накапливается в отложениях всех фаций; аккумулятивная толща золотоносна по всему разрезу; наблюдаются повышенные концентрации весьма мелкого и свободного тонкого золота. В россыпях с крупным золотом концентрации металла встречаются только в отложениях базальной и пристрежневой фаций. Выше по разрезу золотоносность резко убывает и в пойменном аллювии исчезает. В некоторых россыпях с крупным золотом отмечаются повышенные концентрации весьма мелкого и свободного тонкого золота, содержания его увеличиваются в направлении от базальных фаций к пойменным.

2. В россыпях с крупным золотом, формирующихся в условиях медленных тектонических прогибаний, когда осадки пойменных и отчасти русловых фаций аллювия размываются, могут образовываться золотоносные пласти болыгой мощности без разрыва по вертикали. При интенсивных тектонических прогибаниях и сохранении пойменных фаций мощные золотоносные пласти могут распадаться на отдельные горизонты, разделенные незолотоносными отложениями.

Двухпластовые золотоносные россыпи. На Северо-Востоке, как и в других золотоносных районах Союза, сравнительно часто встречаются двухпластовые россыпи, в которых нижний пласт залегает на коренных породах и отделен от верхнего, находящегося в аллювиальных отложениях, слагающих пойму, толщёй незолотоносных или чаще слабозолотоносных отложений: аллювиальных, водно-ледниковых, озерно-ледниковых. Нижний основной пласт отличается большим богатством и выдержанностью, строение его имеет все особенности пластов, свойственных тому типу долин, в которых формировалась россыпь. Верхний пласт беднее, часто прослеживается на более коротком расстоянии, чем нижний. На некоторых участках долины оба пласта смыкаются, образуя единый мощный пласт. Нижний пласт формируется за счет размыва коренных источников, верхний — преимущественно за счет размыва слабозолотоносной аккумулятивной толщи, покрывающей нижний пласт, и некоторого поступления золота из коренных источников или нижней россыпи в верховых долины.

Формирование двухпластовых россыпей происходит в разных обстановках. Часть этих россыпей образуется на участках, где сменяются движения разных знаков — после этапа поднятий и размыва наступает этап опусканий и аккумуляции, вновь сменяющийся этапом врезания рек. В таких условиях сформировалось много россыпей, например, россыпь руч. Глухариного, описанная И. Б. Флеровым (1971), россыпь р. Бурганди, изученная В. И. Крутоусом, и россыпь р. Коральвеем, описанная М. Е. Городинским с соавторами (1970). В россыпях руч. Глухариного и р. Бурганди нижний пласт среднеплейстоценовый, в россыпях р. Коральвеем — казанцевский. Образование другой части двухпластовых россыпей связано с подируживанием долин ледниками. Рассыпь такого типа рассматривается в главе V.

Золотоносные пласти остаточных россыпей. Особую группу составляют золотоносные пласти россыпей, которые следует называть остаточными, перлювиальными (Синюгина, 1961). Мощность золотоносных пластов таких россыпей очень небольшая, не более 0,2—0,4 м, передко даже меньше; металл часто концентрируется на самом плотике. Золото россыпей обычно крупное, более 4 мм; вмещающие его осадки представляют собой слабосвязанные галечники с песчаным заполнителем. Особенности рассматриваемых пластов можно объяснить, только допустив, что золото осталось от размыва более древних золотоносных отложений, вместе с которыми было вынесено и золото мелких классов. Характерными примечаниями остаточных россыпей являются «поперечные» россыпи долин р. Берелех, россыпь р. Детриш и другие.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА ПО ПЛОЩАДИ РОССЫПЕЙ

Распределение золота в плане является отражением динамики потока и закономерно изменяется в зависимости от размера долин. Как уже отмечалось, во всех аллювиальных россыпях распределение золота гнездовое, выраженное в локализации максимальных и отчасти минимальных значений вертикальных запасов на фоне концентраций золота, относительно выдержанной на значительной площади *.

* Для выяснения распределения золота в плане использованы карты вертикальных запасов масштаба 1:5000 и 1:1000, составленные по данным эксплуатационного опробования сотрудниками объединения «Северовостокзолото» и ЦНИГРИ.

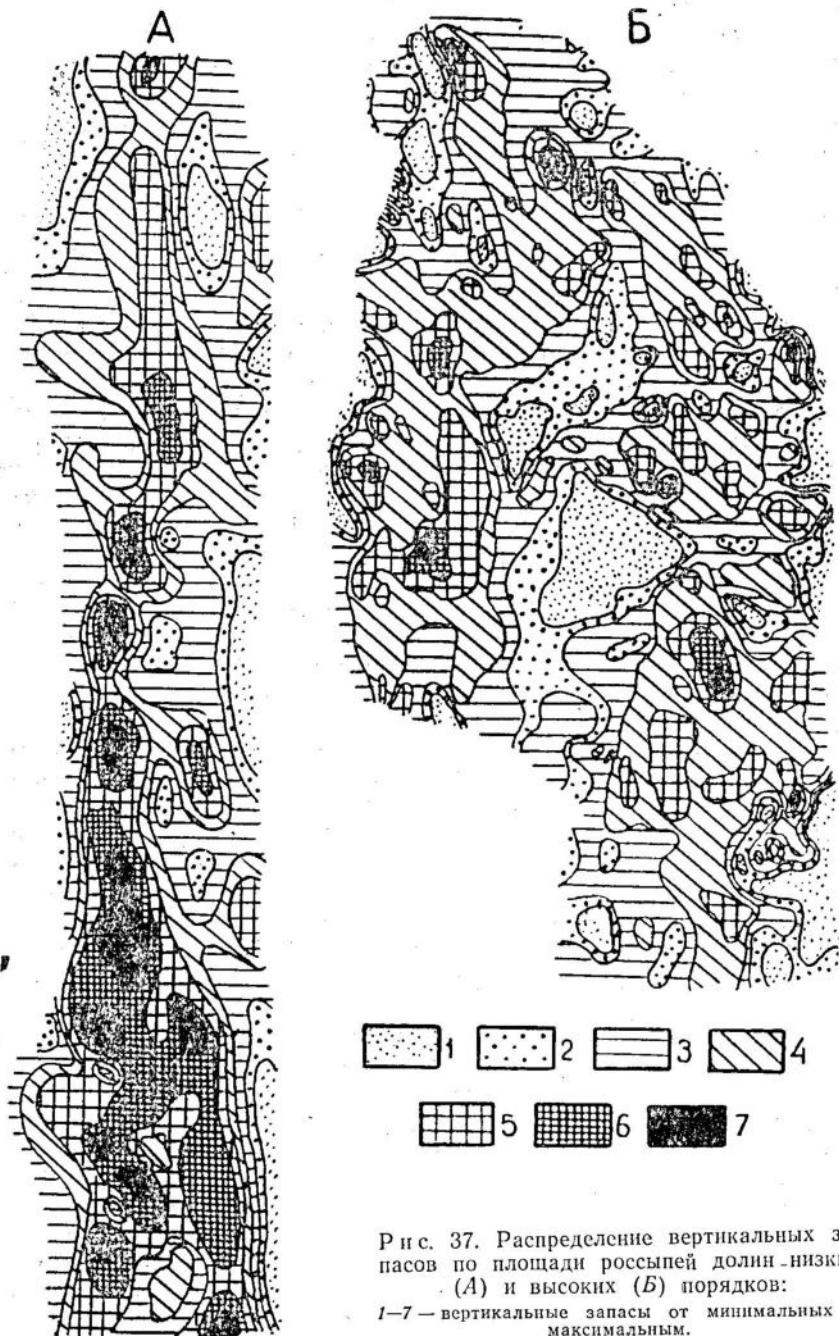


Рис. 37. Распределение вертикальных запасов по площади россыпей долин низких (А) и высоких (Б) порядков:
1—7 — вертикальные запасы от минимальных к максимальным.

В узких долинах I—II, иногда III порядков в верхних (по течению) частях россыпей гнезда мелкие, хаотично расположенные, с низкими значениями вертикальных запасов; фоновые значения вертикальных запасов убогие. Вниз по течению гнезда постепенно укрупняются, сливаясь между собой, приобретают ориентировку: большинство гнезд длинными осями вытянуты по простиранию россыпи. Значения вертикальных запасов в гнездах так же, как и фоновые концентрации металла, постепенно повышаются. Основные гнезда тяготеют к осевой части россыпи (рис. 37, А), и общее размещение золота становится линейно-гнездовым (Генкин, 1972).

В долинах средних порядков гнезда, как правило, крупнее, с более высокими значениями вертикальных запасов. Фоновые значения их тоже от-

посительно высокие. Гнезда линейно вытянуты, либо изометричны, либо с разной ориентировкой длинных осей.

В россыпях долин высоких порядков распределение золота в плане крайне неравномерное. Относительно крупные гнезда с разными значениями вертикальных запасов расположены бессистемно, на значительном расстоянии друг от друга (на единицу площади здесь приходится гнезд меньше, чем в долинах низких и средних порядков) и различно ориентированы. Нередко большинство гнезд ориентировано вкrest или под острым углом к простиранию россыпи. Фоновые концентрации золота бедные и убогие (рис. 37, Б).

В пределах одной россыпи распределение золота по площади направленно изменяется в соответствии с изменением насыщенности на участках ее парастания, максимального значения и спада. На участке парастания насыщенности гнезда мелкие, с низкими значениями вертикальных запасов, распределение их беспорядочно. Фоновые концентрации золота бедные. На участке максимального обогащения гнезда имеют самые большие для данной россыпи размеры и самые высокие значения вертикальных запасов; фоновые концентрации золота также достигают максимальных значений. Гнезда группируются в отчетливо выраженные «ядра» россыпи, нередко тяготеющие к ее центральной части. По периферии россыпи наблюдаются более мелкие, хаотично расположенные гнезда с различными значениями вертикальных запасов. Участок спада насыщенности характеризуется снижением фоновых концентраций золота и вертикальных запасов в гнездах, образующих «ядра» россыпи с одновременным уменьшением размера самих гнезд. Постепенно «ядра» россыпи распадаются, уступая место хаотичному распределению гнезд.

В асимметричных долинах с устойчивым односторонним смещением русла россыпи также приобретают асимметричное строение с соответствующим распределением золота в плане: одна часть россыпи имеет более высокие значения фоновых концентраций золота и вертикальных запасов в гнездах по сравнению с другой частью. Снижение концентрации металла по мере удаления от одного борта долины к другому происходит постепенно: гнезда с повышенными значениями вертикальных запасов все чаще чередуются с гнездами, содержащими минимальные вертикальные запасы.

В местах впадения золотоносных притоков в основную золотоносную долину при увеличении поступления общего количества золота и расширении россыпи не происходит ни обогащения гнезд россыпи главной долины, ни их укрупнения по сравнению с вышележащими отрезками россыпи. Характерное для россыпей притоков гнездовое распределение золота (с определенными фоновыми концентрациями металла, размером гнезд, их ориентировкой и значениями вертикальных запасов) сохраняется и в основной россыпи по ее периферии, где впадает золотоносный приток. Происходит не слияние, а как бы соприкосновение двух россыпей.

Изменение динамики потока во времени приводит, по-видимому, к изменению распределения золота по площади россыпи. Это можно предположить по тому, что в одной и той же долине при смене гидродинамического режима речного потока режимом флювиогляциального происходит кардинальная перестройка распределения золота по площади россыпи (россыпь руч. Валунного в Малык-Сиенской впадине).

В многих россыпях наиболее богатые гнезда локализуются в отрицаательных формах рельефа плотика (бороздах, ложбинах), а самые обогащенные участки — «ядра» россыпей, образующиеся в результате слияния гнезд, вытянуты длинными осями по простиранию ложбин (отдельные гнезда могут иметь различную ориентировку).

В некоторых россыпях эта закономерность нарушается: «ядра» приурочены к повышениям плотика и вытянуты в направлении, не согласующемся ни с простиранием аллювиальной толщи, ни с направлением ложбин в рельефе ее подошвы (россыпи р. Рывеем, по наблюдениям Б. В. Рыжова и других). Россыпи в этих местах содержат приплотниковые концентрации

малой мощности и крупное золото. На более бедных участках тех же россыпей прослеживается отчетливая связь повышенной концентрации золота с отрицательными формами рельефа. Такое распределение золота в плане типично для остаточных россыпей с переотложенным, перемытым золотом.

Как показывает сопоставление крупномасштабных планов распределения вертикальных запасов и рельефа плотика, остаточные концентрации золота, распространение которых не согласуется с элементами современного рельефа плотика,—явление не редкое. На участках максимального обогащения эти концентрации могут составлять до 50% площади россыпи. Наиболее часто они встречаются в россыпях, пытающихся за счет коренных источников с крупным золотом. Если коренные источники россыпей размываются водотоками средних и высоких порядков, остаточные концентрации расположены в непосредственной близости от источников. На отдельных участках широких россыпей долин высоких порядков наблюдается очень «пестрое» распределение золота в плане (россыпь р. Берелех и др.). Это объясняется, возможно, тем, что россыпи широких днищ образованы за счет размыва и переотложения золота из разновозрастных россыпей. Остаточные концентрации золота, сохранившиеся от разных эрозионных циклов и совместившиеся на одной плоскости (днище современной долины), сохраняют и первичный рисунок распределения золота, присущий россыпям определенного возраста.

Очевидно, остаточные концентрации золота полностью отсутствуют в россыпях долин низких порядков, где наблюдаются отчетливая связь обогащенных гнезд с отрицательными формами рельефа и строгая согласованность направления этих гнезд с простиранием аллювия и эрозионных борозд.

Крупность золота, в большей мере определяющая присутствие в россыпях остаточных концентраций, несомненно, влияет также на равномерность распределения металла. Чем крупнее золото, тем более равномерно его распределение в плане россыпи, особенно в больших долинах.

Неравномерность распределения золота на площади россыпей связана также и с литологией коренных пород плотика. Так, в больших долинах на участках россыпей, где плотик представлен слаботрещиноватыми глинистыми сланцами, концентрация золота всегда значительно ниже, чем на соседних участках, плотик которых сложен песчаниками. Известны также обогащенные гнезда выше поперечных к направлению течения грядок, образованных пластами плотных песчаников или дайками.

* * *

Выявленные к настоящему времени особенности распределения золота в разрезе и по площади россыпей требуют дальнейшего уточнения. Необходимость его диктуется тем, что знание этих особенностей имеет большое значение и для правильной оценки данных поисково-разведочных работ, более полного проведения эксплуатационного опробования и меньшей потери золота в недрах при ведении добычных работ.

Для углубления и уточнения представлений о распределении золота в первую очередь требуется улучшение методики опробования. При опробовании стенок разрезов в открытых полигонах и в подземных выработках желательно, хотя бы в порядке эксперимента, проведение опробования по литологическим слоям и применительно к элементам микрорельефа. При эксплуатационном опробовании в шахтах принятая сеть 10×10 недостаточна, ее следует заменить сетью 3×3 , давно принятой на Ленинских приисках.

Более рациональная методика опробования должна помочь выделению различных типов гнездового распределения золота, учитывающих характер отложений, породы плотика и крупность золота.

Одной из основных задач дальнейших исследований является выяснение закономерностей размещения тонкого и очень мелкого золота. Требуется установить, к каким литологическим разностям пород приуроче-

ны концентраций этого золота, как изменяются содержания тонкого золота по протяжению россыпей.

С увеличением объема трапищевых работ возникает вопрос об уточнении представлений о распределении крупного золота.

Глава V.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ РАЙОНОВ БЫЛЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ

В четвертичное время территория многих золотоносных районов Северо-Востока подвергалась неоднократным оледенениям.

В первые годы освоения Северо-Востока в связи с существовавшими представлениями о значительных масштабах ледникового выпахивания, а также из-за недостаточной технической оснащенности геологоразведочных работ поиски россыпей в ледниковых долинах велись в малом объеме. Но в последние десятилетия интенсивность поисков возросла, и в ледниковых долинах Яно-Колымской (бассейны рр. Берелех, Мылга, Дебин, Сибирь-Тыэллах, Конго и др.), Чукотской (бассейны рр. Эмынвейем, Ванкарем и др.) и Корякско-Камчатской (бассейны рр. Нэгчеквеем, Тиеквеем и др.) провинций были открыты многочисленные россыпи. Поэтому площади развития ледниковых отложений, примыкающие к установленным золотоносным узлам и зонам, стали рассматриваться как перспективные.

Как показали поисково-разведочные и эксплуатационные работы, в районах былых оледенений строение преобладающего большинства до-ледниковых аллювиальных россыпей, перекрытых моренами и водно-ледниковыми отложениями, остается неизменным. Но в некоторых долинах эти россыпи нарушены, а сами отложения ледникового комплекса золотоносны.

Рассмотрим на примерах характер и значимость этих явлений, предварительно изложив общие сведения об оледенениях Северо-Востока.

ЛЕДНИКОВЫЕ МОРФОСКУЛЬПТУРЫ И ОТЛОЖЕНИЯ

Ледниковые морфоскульптуры и отложения наиболее полно изучены в бассейне верховьев Колымы. Здесь выделяются три морфологические разновидности морен: «свежие» (сахынинские Q_{III}^4), «дряхлые» (далекинские Q_{III}^2), сглаженные (малык-сиенские Q_{II}^1 и хатакчанские Q_{II}^2), а также скопления эрратических валупов на водоразделах и высоких террасах (Гольдфарб, 1972). Как уже указывалось, сахынинское и далекинское оледенение с некоторой условностью можно сопоставить с сартанским и зырянским оледенениями Сибири, малык-сиенское и хатакчанское — с тазовским и самаровским.

Сахынинские морены (Q_{III}^4) расположены на высоте 700—1700 м; для них характерен контрастный аккумулятивный рельеф с большим количеством глубоких термокарстовых озер. С сахынинскими моренами постоянно ассоциируют столь же «свежие» крутосклонные троги и кары, вмещающие многочисленные озера. Максимальная длина трогов 20—25 км; большая часть их значительно короче. Кари находятся на отметках 1400—1650 м. Мощность льда, определяющаяся по верхней границе следов ледниковой обработки в трогах, достигала 300—400 м. Сахынинские ледниковые формы приурочены исключительно к высокогорным (1800—2500 м) массивам, сложенным гранитами, и редко выходят за их границы. В составе морен преобладают крупные (до нескольких кубических метров) гранитные глыбы с примесью дресвы и песка.

Далекинские морены (Q_{III}^2) резко отличаются от сахынинских «палеотипным» морфологическим обликом. Поверхность валов значи-

тельно сглажена, сохраняются лишь их общие очертания. Морены почти всегда обнаруживаются за границами перекрывающих их сахынинских морен, по сравнению с которыми они гораздо более удалены от общих ледниковых центров. Полуразрушенные кары, сохранившиеся в немногих среднегорных районах с самостоятельными центрами оледенения, находятся на высоте 900—1100 м. По составу далекинские морены намного разнообразнее сахынинских, что обусловлено различным составом пород в центрах этого оледенения и на пути движения значительно более протяженных ледников. В этих моренах много окатанных обломков и гальки, захваченных ледниками из подстилающих аллювиальных отложений.

Малык-сиенские (Q_{II}^4) и хатакчанские (Q_{II}^2) морены не сохранили почти никаких характерных морфологических признаков, поэтому данных об их распространении недостаточно. Но в тех местах, где они изучены (Малык-Сиенская впадина, левобережье Колымы выше р. Сибирь-Тыэллах), видно, что эти оледенения, особенно хатакчанское, значительно превышали по масштабам далекинское. Ледники образовывали локальные покровы в межгорных впадинах и продвигались в соседние низкогорные районы вверх по речным долинам. Морены в отличие от перекрывающих их далекинских существенно глинистые и содержат кроме глыб и галек гранитов большое количество щебня осадочных пород. Это объясняется тем, что большая часть площади ледников находилась за пределами гранитных массивов и эрозии подвергались не только подстилающие рыхлые отложения, но и коренные породы. Слабые проявления эрозии наблюдаются даже у края хатакчанского ледника, некогда полностью перекрывавшего Малык-Сиенскую впадину.

Эрратические валуны на водоразделах, находящиеся вне ареалов перечисленных морен (правобережье р. Берелех между Малык-Сиенской и Толонской впадинами), являются несомненными свидетелями более древнего оледенения или двух оледенений, абсолютные и относительные масштабы его (их?) не выяснены.

Из известных оледенений максимальным следует считать хатакчанское (Q_{II}^2), несколько уступают ему малык-сиенское (Q_{II}^4) и далекинское (Q_{III}^2), значительно меньших масштабов — сахынинское (Q_{III}^4). Но поскольку нечетко выраженные формы рельефа более древних оледенений зачастую не фиксировались, границы сахынинского оледенения передко принимают за границы максимального распространения всех плейстоценовых оледенений, истинные масштабы которых, таким образом, сильно преувеличиваются. К разновозрастным оледенениям относят при этом различные стадиальные сахынинские морены, которые из-за большой мощности льда, разнообразия подледникового рельефа и сложной конфигурации ледников залегают на разном уровне в многосотметровом интервале высот.

В Чукотской провинции изучены образования лишь двух последних оледенений, относимых к сартанскому и зырянскому.

Центрами сартанского оледенения (Q_{III}^4) на Чукотке служили не только высокогорные, но и многие среднегорные массивы. Отметки днищ сартанских каров снижаются здесь до 950—1300 м; характерны кары небольших размеров (200—800 м). Протяженность же ледников в 1,5—2 раза больше, чем на Колыме. Многие из них находили в пределы низкогорных, в том числе золотопосыпных, районов. Наряду с троговыми долинами колымского типа широко развиты долины, которые можно выделить как долины оледенения ануйского типа — пассивного бескарового. Эти долины не имеют характерных для трогов крутых склонов, ригелей, стадиальных моренных валов. От эрозионных они отличаются симметричностью склонов, составом отложений, включающих штрихованные обломки, и наличием небольших, но хорошо сохранившихся конично-моренных валов в низовьях. Распространение моренного материала на склонах показывает, что мощность льда обычно не превышала 100 м.

Ледниковые образования зырянского оледенения Q_3^2 распространены в Чукотской провинции еще шире, чем в Яно-Колымской. Центрами оледенения служили не только среднегорные, но и некоторые низкогорные массивы и гряды. Днища каров находятся на отметках до 900 м; протяженность ледниковых долин достигает 100 км. Среди них есть долины аюйского и колымского типов, трудно различимые из-за плохой сохранности ледниковых форм. Местами мощность ледников превышала 100 м. Не умешаясь в относительно неглубоких днищах низкогорья, они перетекали через водораздельные седловины (сетчатый тип оледенения) и заходили далеко вверх по неледниковым долинам.

Имеются данные и о более древних оледенениях в Чукотской провинции, в том числе раннеплейстоценовом (Валтепер и др., 1966; Кыштымов, 1972), но масштабы их не определены.

Наиболее мощные оледенения развивались в среднем—позднем плейстоцене в Корякско-Камчатской провинции, где протяженность ледников более 200 км, а в пределах Нижне-Анадырской впадины существовал обширный ледниковый покров.

Во всех провинциях в толщах отложений ледниковых комплексов кроме морен присутствуют водно-ледниковые и озерно-ледниковые отложения. Состав и текстуры водно-ледниковых образований весьма разнообразны в зависимости от условий их отложения. Чаще всего это песчаные толщи галечников или песков, передко включающие разрозненные валуны и глыбы. Некоторые разновидности водно-ледниковых отложений трудно отличимы от аллювия.

При наложении друг на друга разновозрастных морен, водно- и озерно-ледниковых отложений суммарная мощность их весьма значительна. В Малык-Сисенской впадине мощность отложений ледникового комплекса превышает 150 м; в отдельных долинах (рр. Эльгенья, Агач, Сибирь-Тыэллах, Эмынвеем, Пенельхин, Иэгчеквеем) она достигает 100 м. Мощность морены сахынинских (зырянских Q_3^1) конечноморенных валов до 50 м, мощность отдельных горизонтов хатакчанских морен Q_1^2 до 40 м.

ОСОБЕННОСТИ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ РАЙОНОВ ОЛЕДЕНЕНИЯ

К числу характерных особенностей россыпной золотоносности районов оледенения Северо-Востока относятся все те общие для таких районов черты, которые отметил еще Ю. А. Билибин (1938): выпахивание и размыв аллювиальных россыпей в долинах, занятых ледниками, усложнение строения рыхлого покрова в долинах, подпружиненных ледниками, образование россыпей на эпигенетических участках долин, золотоносность морен и водно-ледниковых отложений.

Выпахивание россыпей

Значительное выпахивание аллювиальных россыпей имеет место в долинах Яно-Колымской и Чукотской провинций, ранее занятых активно продвигающимися ледниками (бассейны рр. Берелех, Эмынвеем). Наибольшая нарушенность россыпей приходится на участки долин, перекрытых льдами в среднеплейстоценовое или в первое из позднеплейстоценовых (зыряновское) оледенение.

Интенсивность выпахивания уменьшается по протяжению долин. Согласно Ю. А. Лаврушину (1969), сверху вниз по ледниковым долинам выделяются три зоны: 1) преобладающей экзарации; 2) преобладающего транспорта донной морены; 3) ледниковой разгрузки. В зоне преобладающей экзарации долины превращены в троги, доледниковые аллювиальные отложения отсутствуют. В зоне преобладающего транспорта донной морены имеет место локальное выпахивание доледникового аллювия.

В зоне ледниковой разгрузки доледниковый аллювий чаще всего лишь перекрывается мореной.

В долинах с пассивным оледенением анюйского типа нет четкого разграничения областей питания и разгрузки ледников, этим обусловлено очень слабое проявление ледниковой экзарации на бортах и в днищах долин. Разведочные работы в ледниковых долинах рр. Орловка и Левый Коральвеем (Яракваамский золотоносный узел) показывают, что даже в верховьях, под основной мореной мощностью до 15 м хорошо сохранились аллювиальные отложения и россыпи золота.

Судя по распространению ледниковых отложений и участков россыпей золотоносности, значительные нарушения аллювиальных россыпей следует ожидать в долинах с наибольшим продвижением ледников, т. е. в долинах, переживших среднеплейстоценовые и первое позднеплейстоценовое оледенение.

Явления выпахивания наиболее хорошо изучены при подземной отработке нигребенных под ледниками отложениями россыпей долин ручьев Валунного и Потерянного, расположенных в юго-западной части Малык-Сиенской впадины. Условия выпахивания здесь особенные — россыпи лежат не в долинах горного рельефа, а в долинах впадины, но характер нарушения россыпей можно считать типичным и для россыпей долин горного рельефа.

Долины ручьев Валунного и Потерянного выработаны в песчаниках и сланцах верхоянского комплекса. Долина руч. Валунного имеет меридиональное направление с небольшим смещением к юго-востоку. Долина руч. Потерянного в верхней части имеет юго-восточное направление, которое в средней части изменяется до субширотного. В верховье она через сквозную долину, заполненную ледниками отложениями, соединяется с долиной руч. Озерного. Движение ледников контролировалось направлением этих долин. Долина руч. Потерянного была занята перевалившим через седловину ледниковым языком, продвинувшимся вверх по долине руч. Озерного, а долина руч. Валунного — ледником, двигавшимся по долине р. пр-Малык-Сиена.

В обеих долинах россыпи перекрыты мощной толщей разновозрастных отложений ледникового комплекса, в основании которых лежит морена хакчайского Q_{II} оледенения. Под мореной наряду с участками, на которых золотоносные пласты сохраняют свои первоначальные черты, встречаются участки полной экзарации аллювия, где морена лежит на пришлифованной поверхности коренных пород.

В долине руч. Валунного россыпи залегают на двух террасах шириной 150—1800 м, с высотой цоколя 20—25 и 50—55 м. Колебания микрорельефа поверхности цоколя террас в пределах 0,5—1,0 м. Аллювиальные отложения представлены галечниками, включающими прослои песчано-гравийных пород; заполнитель галечников — иловатые пески; галька мелкая и средняя; окатанность преимущественно хорошая; резко преобладают гальки осадочных пород, в небольшом количестве присутствуют гальки и небольшие валуны гранитоидов. Мощность аллювия неравномерная, от полного отсутствия до 3 м. Под аллювием развит элювиальный обломочный слой мощностью до 0,8 м.

Золотоносные пласты включают самые низы аллювиальных отложений и элювиальные образования; максимальные концентрации золота обычно находятся в самой верхней части элювиального горизонта.

Морена, перекрывающая аллювий, образована неслоистыми плотными песчано-галечными отложениями. Галька от мелкой до крупной; преобладают гальки гранитоидов; много мелких и средних валунов гранитоидов.

Обработка галек и валунов самая различная, однако окатанность наиболее обработанных галек не выше средней.

На террасе с цоколем в 50—55 м россыпь представлена широкой линзовидной залежью, слабо затронутой выпахиванием. Незначительные следы выпахивания, сказывающиеся в уменьшении мощности или полном исчез-

новении аллювиальных отложений, отмечены кое-где на выступах микрорельефа.

Гораздо значительнее нарушения пласта на террасе высотой 20—25 м. Россыпь здесь имеет весьма сложную морфологию, расчленяясь на узкие ветвящиеся залежи и гнезда. На многих участках террасы аллювий и элювий отсутствуют, и морена лежит на коренных породах. Установлено, что выпахиванию подвергаются главным образом выступы микрорельефа, в отрицательных микроформах аллювий перекрывают морена и водно-ледниковые отложения. Однако на части выступов микрорельефа, где аллювий уничтожен, элювиальный слой, содержащий золото, нередко сохраняется.

В погребенном днище руч. Валунного геологоразведочными работами не установлено ни аллювия, ни россыпей золота. По-видимому, выпахивание здесь проявилось наиболее полно. Буровыми скважинами выявлена лишь слабая золотоносность водно-ледниковых и моренных отложений.

Поперечный профиль долины руч. Потерянного на большом протяжении асимметричный, в нижней и верхней частях — симметричный. На левом пологом склоне имеются террасы с высотой цоколя 12 и 30 м. Ширина террасовых площадок 200—600 м; поверхность коренного цоколя их осложнена ложбинообразными врезами. Мощность заполняющих долину ледниковых отложений достигает 80 м. В нижней и средней частях долины россыпи лежат на террасах, в верхней — на днище.

На 30-метровой террасе золотоносный аллювий залегает на двух разобщенных участках — верхнем и нижнем. На нижнем участке, в районе разведки 20 (рис. 38), аллювий сохранился начиная от нагорного уступа почти по всей ширине террасы. Ближе к бровке он полностью уничтожен, и на пришлифованной поверхности коренных пород лежит толща льда (рис. 39), включающая в основании местами гальку и песчано-гравийный материал. Мощность сохранившегося аллювия в западинах плотника и ложбинообразных врезах достигает 3—5 м, тогда как на выступах коренных пород аллювий часто полностью срезан.

Более интенсивное проявление экзарации установлено на верхнем участке россыпи 30-метровой террасы, находящемся в интервале разведок 34—36, где поверхность террасы слегка выпуклая (рис. 40). На подъеме плотника на коренных породах лежит донная морена, включающая отторженцы аллювия и коренных пород. Длина отторженцев 6—10 м, в сечении они имеют форму линз или пластин толщиной до 1 м. Захват таких отторженцев свидетельствует о накоплении донной морены при пластическом типе движения льда.

Так же как и в долине руч. Валунного, в среднем и нижнем течении руч. Потерянного, где ледник достигал максимальной мощности, в днище долины россыпей золота и доледникового аллювия не сохранилось. Особенно сильное ледниковое выпахивание сказалось в среднем течении ручья, где долина изменяет свое направление на субширотное.

Анализ обстановки, в которой проявилась экзарация россыпей в долинах ручьев Валунного и Потерянного, позволяет сделать следующие выводы. Экзарация усиливается при движении льда в сужениях долин и при увеличении мощности льда, в связи с чем наибольшая нарушенность россыпей наблюдается на низких террасах и в днищах долин. Увеличение экзарации вызывают также изменения направления долин.

Особенно увеличиваются напряжения в толще движущегося льда и его воздействие на свое ложе при преодолении препятствий. На подъемах днищ долин внутри льда образуются, вероятно, сколы и разрывы, способные вызвать отрыв отторженцев от ложа. Отрыв происходит прежде всего там, где переплавленный лед, а местами и подледниковые воды, проникая по трещинам в породы плотника и приплотниковый аллювий, превращаясь в кристаллический лед, отделяет куски и глыбы от монолитной толщи пород. Экзарация аллювия осуществляется захваченными ледником глыбами пород, оставляющими ложбины и борозды в днище. Чистый или мореносодержащий лед полирует породы днища (Крутоус, Беккер, 1974).

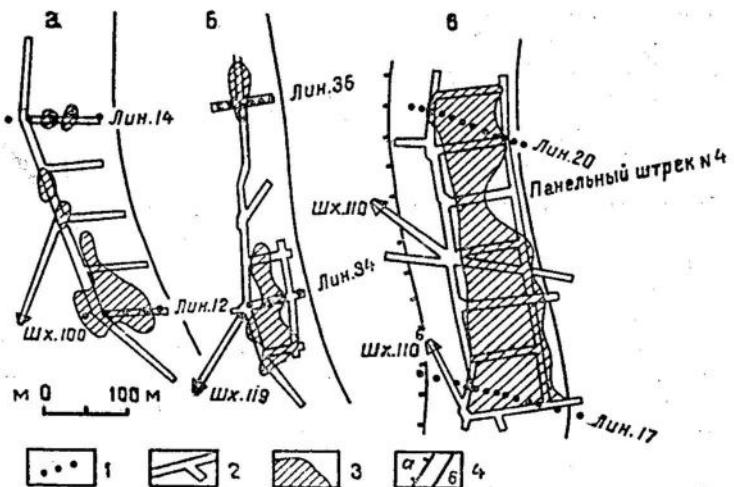


Рис. 38. Степень сохранности россыпей 20—25-метровой террасы руч. Валунного (а — верхний участок) и 30-метровой террасы руч. Потерянного (б — верхний участок, в — нижний участок):

1 — буровые скважины; 2 — эксплуатационные горные выработки; 3 — промышленный контур россыпи по данным отработки, соответствующий распространению доледникового аллювия; 4 — контуры террас: а — бровка, б — тыловая закраина.

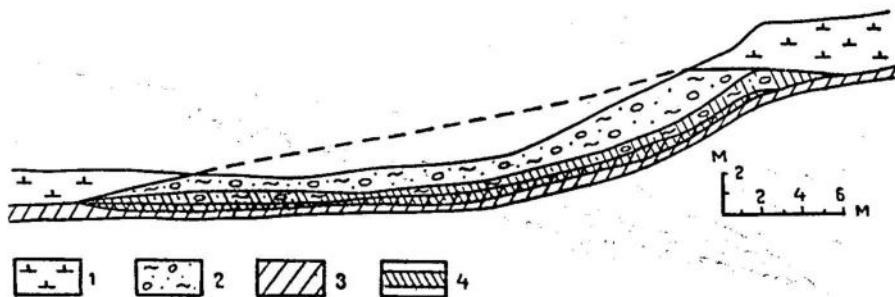


Рис. 39. Сохранность доледникового золотоносного аллювия в россыпи руч. Потерянного на 30-метровой террасе (разрез по панельному штреку № 4 шахты 110):

1 — лед с галькой и песчано-гравийным материалом; 2 — доледниковый аллювий; 3 — коренные породы; 4 — россыпь золота.

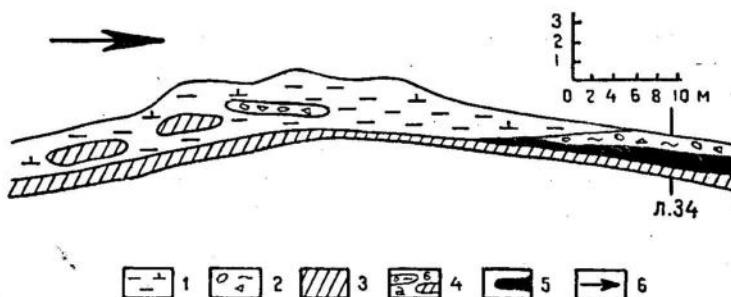


Рис. 40. Положение отторженцев в продольном разрезе россыпи руч. Потерянного (часть штрека шахты 119):

1 — лед с галькой и песчано-гравийным материалом; 2 — доледниковый аллювий; 3 — коренные породы; 4 — отторженцы: а — аллювия, б — коренных пород; 5 — россыпь золота; 6 — направление движения льда.

При меньшей степени напряжений движущийся лед захватывает лишь небольшой слой аллювиальных отложений и реже срезает элювий и коренные породы. В связи с этим выпахиванию подвергаются главным образом участки россыпей, расположенные на выступах микрорельефа плотика, в углублениях золотоносный пласт сохраняется.

Особенности золотоносности долин, подпружженных ледниками

Известно, что ледники оказывают воздействие на россыпи не только главных долин, по которым они двигаются, но и долины притоков, подпруживая притоки в устьевых частях. При подпруживании происходит значительное накопление в долинах делювиально-аллювиальных, озерных и других отложений, которые погребают ранее сформированные россыпи. С наступлением нового эрозионного цикла начинается врезание водотоков в толщу отложений периода аккумуляции.

В ряде долин ручьев Далекого, Золотого, Забытого и др. влияние подпруживающего ледника ограничивалось только увеличением толщи отложений, покрывающих россыпи, в других долинах (например, ручьев Встречного и Крутого в Мало-Ануйском золотоносном районе) при размытии таких толщ сформировались новые россыпи.

В верхней части долины руч. Крутого имеются два разновозрастных золотоносных пласта: нижний — позднеплейстоценовый, залегающий на коренном плотике, и верхний — голоценовый, залегающий в среднем на глубине 1—2 м в делювиально-аллювиальных отложениях (рис. 41). В плане верхний пласт совмещается с нижним.

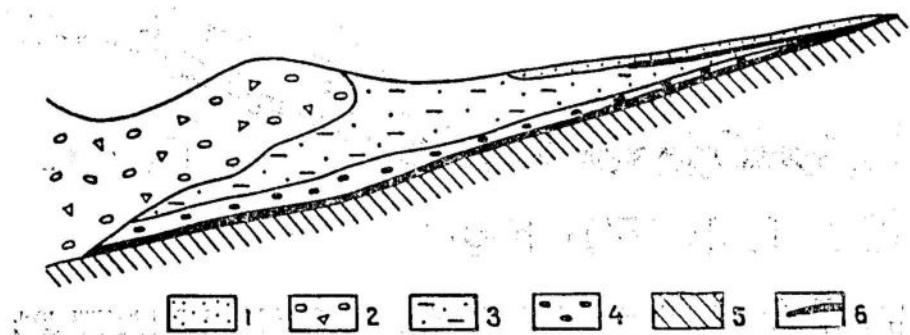


Рис. 41. Сложная россыпь золота в подпруженной долине руч. Крутого: 1—4 — отложения: 1 — аллювиальные (Q_{IV}), 2 — ледниковые (Q_{III}^4), 3 — озерные и озерно-аллювиальные (Q_{II}^4), 4 — аллювиальные (Q_{II}^3); 5 — коренные породы; 6 — россыпи золота.

Долина руч. Крутого, впадающего в р. Эимынвеем, подпруживалась ледником, продвигавшимся в эпоху позднеплейстоценового оледенения по этой реке. В результате подпруживания накапливались делювиальные, делювиально-аллювиальные и озерно-аллювиальные слабозолотоносные отложения, перекрывшие ранее сформированную россыпь. Водный поток не справился с промывкой поступающего металлоносного обломочного материала, поэтому промышленной концентрации золота в рыхлой толще не создавалось.

Таяние льда в обстановке продолжающихся неотектонических поднятий привело к обживлению эрозионной деятельности. При врезании руч. Крутого в ранее накопленные металлоносные отложения был сформирован верхний золотоносный пласт. В верхней части россыпей вследствие незначительной мощности рыхлых отложений оба пласти объединились в единую десятиметровую золотоносную толщу (Городинский, Толокольников, 1970).

При подпруживании ледником главной долины иногда происходят существенные перестройки долинной сети. Если подпруженный водоток име-

ет значительную мощность, он вырабатывает новый эпигенетический участок долины. Когда на таких участках размываются коренные источники и доледниковые россыпи притоков, то формируются новые россыпи. Примером может служить россыпь, лежащая в пойме участка эпигенетического вреза р. Берелех выше устья руч. Хатакчан, по краю среднеплейстоценовых морен, оставленных малык-сиенским ледником в доледниковой долине р. Берелех.

Золотоносность отложений ледникового комплекса. На Северо-Востоке не установлено промышленных месторождений, приуроченных к донным, срединным, боковым или копечным моренам, но данные о непромышленной золотоносности морен получены при геологоразведочных работах в Малык-Сиенской, Толонской, Верхне-Берелехской впадинах, а также в долинах бассейнов рр. Мылга, Эмынвеем, на п-ве Тайгоян и в других районах.

Золотоносность морен связана или с ассоциацией золотоносного материала доледникового аллювия, или с непосредственным поступлением золота из эродируемых коренных источников. В обоих случаях в некоторых пробах могут быть высокие содержания золота.

Более значительна золотоносность водно-ледниковых отложений. В них в ряде долин установлены небольшие промышленные россыпи, например, участок вышеописанной россыпи 20—25-метровой террасы руч. Валунного, расположенный в средней части долины. Здесь на плотике вместо аллювиальных отложений залегают водно-ледниковые, отличающиеся от аллювия более светлой окраской заполнителя и преобладанием среди обломочного материала гранитоидов. Золото распределяется на плотике гнездами, состоящими из крупных золотин. Гнездовое распределение крупного золота связано с размывом аллювиальной россыпи подледниковыми водами и выносом мелкого золота. Последнее объясняет спорадическую золотоносность водно-ледниковых отложений, перекрывающих коренные породы ниже участка россыпи.

Небольшая промышленная россыпь в водно-ледниковых отложениях выявлена в долине руч. Потерянного (Крутоус, 1973). Разрез рыхлых отложений верхней части долины ручья следующий (сверху вниз):

1. Почвенно-растительный слой. Мощность 0,4 м.

2. Q_{II}^4 . Сильнопольдистые моренные отложения из гальки, щебня и редких валунов преимущественно гранитного состава с песчаным заполнителем; морена включает линзы и прослои льда мощностью 0,3—1,2 м. Мощность 31 м.

3. $Q_{II}^2 — Q_{II}^3$. Водно-ледниковые валунно-щебневые галечники, состоящие из галек и валунов до 2 м в поперечнике, преимущественно гранитного состава с гравийно-песчаным заполнителем; в основании слоя залегают маломощные (до 0,5 м) прослои песка и гравия. Мощность 9 м.

4. Q_{II}^{1-2} . Аллювиальные галечники, состоящие из галек и щебня осадочных пород, редких небольших (до 0,5 м) валунов гранитов с песчано-гравийным заполнителем. Мощность около 3 м.

Коренные породы — средненюрские песчано-глинистые, глинистые сланцы и песчаники.

Выявленная россыпь находится среди водно-ледниковых валунно-щебневых галечников. Длина россыпи 300 м. Наибольшая ширина промышленного контура 35 м и мощность пласта до 1 м отмечаются в верхней части россыпи, где она залегает на коренных породах. Ниже россыпь переходит на ложный плотик из тех же среднеплейстоценовых валунно-щебневых галечников; ширина россыпи и мощность продуктивного пласта заметно уменьшаются. В этом же направлении уменьшаются крупность и среднее содержание золота.

Водно-ледниковая россыпь руч. Потерянного сформировалась в результате перемыва водно-ледниковыми потоками золотоносной морены в верховьях этого ручья, а также, возможно, и питания вновь формирующую-

щечся россыпи за счет золота из коренных источников в днище и бортах долины. Подтверждением этому может служить наличие золота двух морфологических типов: хорошо окатанного переотложенного и «молодого» рудного облика, в сростках с кварцем.

Слабая золотоносность водно-ледниковых галечников установлена и на других месторождениях в Малык-Сиенской впадине.

В ледниковых районах Западной Чукотки к водно-ледниковым россыпям, по-видимому, относятся висячие золотоносные пласти в долине р. Энмыннеема и ручьев Правого и Кидэ.

Обобщение данных по золотоносности районов оледенений позволяет дать классификацию россыпей, формирование или преобразование которых связано с оледенением (табл. 23).

Таблица 23

Классификация россыпей районов оледенения

Генезис и положение россыпей	Типы россыпей, различающиеся особенностями формирования, условиями залегания и степенью сохранности	Примеры россыпей
Аллювиальные доледниковые россыпи долин главных рек и притоков, занятых ранее ледниками	По степени сохранности выделяются: а) полностью сохранившиеся россыпи; б) россыпи со слабым проявлением выпахивания; в) россыпи сильно выпаханные, утратившие промышленную ценность.	Ручьи Раковский, Болотный, р. Сибирь-Тыэллах Ручьи Валунный, Потерянный, р. Энмыннеема Р. Малык-Сиена
Аллювиальные россыпи долин притоков, подпрруженных ледниками главных долин	По времени формирования выделяются: а) доледниковые россыпи, перекрытые незолотоносными озерно-ледниковыми, аллювиально-делювиальными отложениями; б) последниковые россыпи, сформированные при врезе водотоков в слабозолотоносные отложения периода аккумуляции осадков	Ручьи Забытый, Далекий, Корба Руч. Крутой
Аллювиальные россыпи эпигенетических участков долин	Россыпи, формирующиеся за счет размыва золотоносных отложений на участках, примыкающих к отрезкам долин, занятых ледниками	Р. Берелех в районе Хатакчанско-го ущелья
Золотоносные морены	Золотоносность связана с ассилиацией доледникового золотоносного аллювия, реже с поступлением золота из эродируемых коренных источников. Промышленных россыпей не установлено	Р. Малык-Сиена, руч. Потерянный
Водно-ледниковые россыпи	Россыпи, формирующиеся за счет перемыва золотоносного аллювия или слабозолотоносных морен подледниковыми или внутриледниковыми водами	Ручьи Потерянный, Валунный, р. Сибирь-Тыэллах

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОИСКОВЫХ РАБОТ В РАЙОНАХ ОЛЕДЕНЕНИЯ

При проведении поисковых работ в районах оледенений первоочередной задачей является определение степени сохранности доледникового аллювия в днищах и на террасах погребенных долин. Если под толщей образований ледникового комплекса скрываются аллювиальные отложения

нормальной или избыточной мощности, содержащие россыпное золото, оценка перспективности россыпной золотоносности не отличается от оценки при поисковых работах в обычных, не подвергавшихся оледенению долинах.

Более сложна оценка перспективности долин, в которых аллювиальные отложения полностью или частично вытаханы ледником либо размыты ледниковыми водами. Поисковые работы здесь необходимо проводить, применяя относительно густую сеть выработок, положительные результаты часто могут быть получены при применении изометрических разведочных сетей.

В процессе поисковых работ очень важно вести тщательную документацию разреза рыхлых отложений, правильно их диагностировать, так как от точности определения генезиса отложений зависит оценка результатов этих работ. Если выработки показывают отрицательные результаты, вскрывая на плотике морену или водно-ледниковые отложения, поиски необходимо продолжать, имея целью оконтуривание площадей с сохранившимся от выпахивания или размыва доледниковым аллювием.

Определение генезиса отложений должно основываться на комплексе диагностических признаков. В Яно-Колымской провинции диагностике отложений может в значительной степени способствовать анализ петрографического состава обломков, так как центрами оледенения служили гранитные массивы, и в моренах и водно-ледниковых отложениях по сравнению с доледниковым аллювием содержание обломков гранитов повышенное. В чукотских районах, где центры оледенений иногда располагались среди гряд, сложенных осадочными породами, этот признак не может быть использован. Диагностика отложений здесь в большей мере должна основываться на самом характере обработки обломков: моренам свойственна не столько окатанность обломков, сколько пришлифовка их поверхности, передко со штриховкой. Следует отметить, что особенности ледниковой обработки обломков могут быть установлены в материале, извлекаемом из скважин ударно-канатного бурения, не говоря уже о керне колонковых скважин.

Диагностике аллювиальных и ледниковых отложений могут помочь также данные о выходе шлиха, поскольку в аллювиальных отложениях выход его значительно выше. Диагностическим признаком может быть и состав минералов. Кроме того, возможно использование пыльцевых спектров.

Поскольку установлено, что ледниковые аллювиальные отложения лучше сохраняются от эродирующего воздействия ледников в западинах плотика, необходимо иметь представление о характере его микрорельефа. Это может основываться не только на данных о колебаниях высоты коренного ложа, полученных при бурении, но и на материалах о геологическом строении, так как однородными по физическим свойствам плотиками связаны более ровные поверхности. Если плотик неоднороден (сланцы переслаиваются с песчаниками), то колебания микрорельефа его могут быть значительными.

Ледниковая экзарация и размыв аллювиальных отложений более интенсивно проявляется в днищах долин и на низких террасах, а также в местах сужения или поворотов долин, перегибов продольного уклона днищ. Эти особенности также необходимо учитывать при анализе данных поисковых работ, соответственно выбирая места для сгущения сети выработок.

До настоящего времени не было целенаправленных поисков россыпей водно-ледникового происхождения, чем, по-видимому, и объясняется их весьма ограниченное практическое значение. Расширение исследований в этом направлении позволит наряду с вновь открываемыми погребенными аллювиальными россыпями вовлечь в сферу промышленного освоения водно-ледниковые, а, возможно, и моренные россыпи.

Учитывая различия в степени выпаханности россыпей в разных частях долин, при геоморфологической съемке ледниковых долин необходимо предусмотреть выделение участков, отличающихся по характеру движения льдов.

Глава VI.

ФАЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ РОССЫПЕЙ

Прибрежно-морские россыпи золота и других полезных минералов образуются под воздействием волн и течений в береговой зоне морских бассейнов в результате переработки рыхлого материала, содержащего полезные компоненты, или зон эндогенной минерализации в коренных породах.

Очень часто россыпи, возникшие в береговой зоне моря, при последующих поднятиях оказываются выведенными из сферы морской деятельности и захороняются на суше. В различных классификациях такие россыпи получили название террасовых (Трофимов, 1960), прибрежно-террасовых (Карташов, Шило, 1960) или россыпей древней прибрежно-морской зоны (Божинский, 1965).

Среди россыпей золота прибрежно-морского типа принято выделять две основные группы: автохтонные и аллохтонные (Колесов, 1974, 1975; Сакс, 1975; Крацивнер, 1975). Автохтонные россыпи образованы относительно крупным и изометричным золотом и формируются на небольшом удалении от источников питания. Наиболее благоприятные условия для формирования этих россыпей наблюдаются при размыве коренных источников, претерпевших гипергенную переработку с образованием зон окисления или коры выветривания, в которых значительная часть золота находится в свободном состоянии.

Аллохтонные россыпи образованы мелкочешуйчатым, уплощенным, пластинчатым золотом. Часто они располагаются без видимой связи с источниками питания. Так, в заливе Нука (Аляска) известно поле повышенного содержания золота в нескольких десятках километров от известных коренных источников (Воробьев, Крацивнер, 1974).

Механизм формирования россыпей золота в прибрежно-морской обстановке изучен еще недостаточно полно. Имеющиеся материалы (Сухорослов, 1972 г.; Сухорослов, Кистеров, 1975 г.) свидетельствуют о стадийности этого процесса, обусловленной способностью золота к многократному переотложение.

Примеры строения автохтонных россыпей позволяют наметить две основные стадии их формирования: абразионную и пляжевого накопления. На абразионной стадии в ходе размыва коренного источника золото почти не переносится, захороняясь в ближайших западинах и трещинах плотика. При смене абразии условиями пляжевого накопления частицы золота вовлекаются в активный слой наносов и в процессе перемещения активно сортируются по размеру и форме, т. е. гидравлической крупности. Намеченная стадийность обычно соответствует основным этапам развития побережья и тесно связана с неотектоническими особенностями регионов.

Более протяженные россыпи образуются при питании береговой зоны золотоносными выносами рек и ручьев на значительном протяжении, как это наблюдается на Аляске. Известные россыпи золота Нома протягиваются на 10 км вдоль берега, ширина их 8–30 м, мощность пласта — около 1 м.

Менее ясен механизм формирования аллохтонных россыпей. В. П. Воробьев и Р. Б. Крацивнер (1974) указывают, что уплощенные частицы золота размером 0,062 мм по гидравлической крупности эквивалентны сферическим зернам кварца диаметром 0,1 мм. Такие частицы весьма подвижны в волнистом поле и могут перемещаться на десятки километров. По данным Ю. С. Маслова (1974), ореолы скопления тонкого золота широко распространены в поверхностном слое песчано-алевритовых осадков на шельфе Чукотского моря. Их образование связано в основном с выносом золота крупными реками. Можно полагать, что тонкое золото имеет тенденцию к накоплению в осадках равновеликой гидравлической крупности (мелкий песок, алеврит).

На Северо-Востоке промышленные автохтонные прибрежно-морские россыпи золота известны на территории рывеемского участка Валькарайской низменности. Имеются указания (Бессапый, Павлов, Сухорослов, 1970) о золотоносности современных пляжевых отложений на различных участках северного побережья Охотского моря (восточное побережье п-ва Тайгопос, п-ов Коши, район г. Охотска) и побережья Берингова моря.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ДРЕВНЕЙ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ВАЛЬКАРАЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

В пределах рывеемского участка Валькарайской низменности известно несколько типов древних россыпей прибрежно-морского генезиса, отличающихся расположением на подводном склоне и динамикой формирования.

Россыпи залегают на плоском коренном ложе и перекрыты 15—25-метровой толщей позднекайнозойских морских и континентальных отложений. На дневной поверхности древние формы рельефа, образованные морской деятельностью, почти не отражены. Об их морфологии и пространственном положении в основном можно судить по материалам, полученным при разведке россыпей бурением.

В современном рельефе Валькарайской низменности отчетливо выражена лишь береговая линия максимальной трансгрессии — абрационный уступ (клиф), протягивающийся на десятки километров вдоль современного берега Чукотского моря и ограничивающий Валькарайскую низменность с юга. Во многих местах побережья бровка клифа достигает высоты водоразделов — значит берег значительно отступал в процессе абразии.

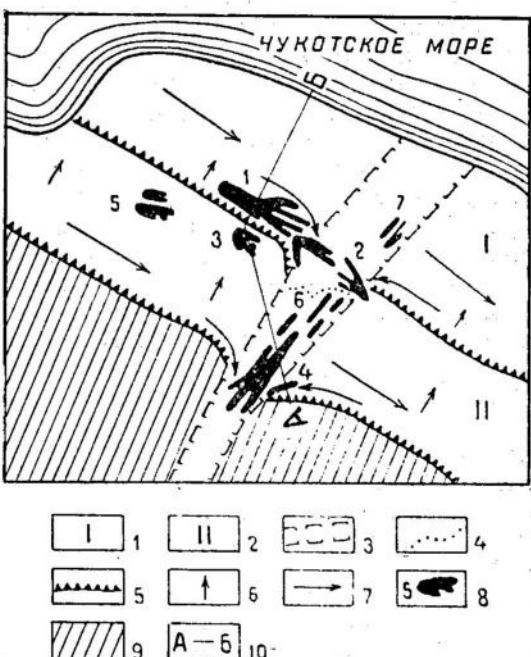


Рис. 42. Схема размещения древних россыпей Рывеемского участка Валькарайской низменности:

1 — абрационная терраса нижнего уровня (I); 2 — абрационная терраса верхнего уровня (II); 3 — неогеновая долина (на территории низменности перекрыта морскими отложениями); 4 — зона фациально-перехода между морскими и аллювиальными отложениями в 1-й этап трансгрессии; 5 — абрационный уступ; 6—7 — направление перемещения морских напосов: 6 — поперечное, на абрационной стадии, 7 — продольное, на стадии пляжевого накопления; 8 — россыпи золота (прибрежно-морские: 1 — Прибрежная, 2 — Зеленая, 3 — Прибрежная-1, 4 — Террасовая, 5 — Русловая; аллювиальные: 6 — Основная, 7 — Восточная); 9 — палеозойский осадочный комплекс; 10 — профиль по линии А—Б к рис. 43.

Снизу к клифу примыкает выработанная в палеозойских осадочных породах и неогеновых суглинках плоская абрационная поверхность шириной до 10 км. В пределах абрационной поверхности выделяются два уровня: нижний — с абсолютными отметками минус 15—минус 23 м и верхний — с отметками плюс 10—минус 12 м, которые разделены 3-метровым уступом и относятся к различным этапам трансгрессии. По данным стратиграфического изучения перекрывающих морских отложений, терраса нижнего уровня выработана в миоцен-плиоценовой этап трансгрессии, а верхнего — в плиоцен-среднеплейстоценовый.

В центральной части рывеемского участка низменности на фоне плоского, выработанного морской абразией коренного ложа прослежена древняя долина р. Рывеем шириной 2—5 км, выполненная неогеновым аллювием мощностью 3—7 м (рис. 42).

Цоколь площадки абразионной террасы нижнего уровня сложен олигоцен-миоценовыми суглинками рыпильхинской свиты и осадочными раннеекарбоновыми отложениями (рис. 43). Уклон поверхности составляет около 0,002. Поверхность террасы перекрыта 3—7-метровой толщей хорошо отсортированных пляжевых галечников с лизами песка и гравия. В створе с древней долиной р. пра-Рывеем пляжевые галечники фациально замещаются дельтовыми и аллювиальными отложениями.

Основание абразионной террасы верхнего уровня сложено песчанико-сланцевыми отложениями раннего карбона. Поверхность бенча в центральной части плоская, ближе к основанию — волнистая с западинами и ямами относительной глубины до 1 м. Средний уклон площадки составляет 0,005. В нижней части террасы коренной цоколь перекрыт маломощным горизонтом (0,2—0,4 м) хорошо окатанной гальки с обломками фауны морских моллюсков, в средней — отмечаются тонкослоистые песчано-алевритовые осадки, в верхней — примыкающей к основанию клифа — толща косослоистых пляжевых галечников и гравия мощностью 5—8 м.

Судя по рельефу и перекрывающим осадкам, в развитии абразионных террас обоих уровней было две фазы. Первая фаза — выработка площадки абразионной террасы, вторая — затухание абразии, стабилизация внешнего контура берега и образование прислоненных аккумулятивных форм. По мере продвижения фронта абразии в удаленных частях подводного берегового склона накапливалась толща тонкозернистых песков и алевритов мощностью до 12 м, которая согласно перекрывает пляжевые отложения или (в местах, где пляжевая аккумуляция не проявилась) непосредственно залегает на коренном ложе.

При сравнении современных бенчей, развитых в различных частях побережья Востока СССР с древними, распространенными на рывеемском участке, обращает на себя внимание значительная ширина последних. Натурные наблюдения на берегах морей (Медведев, 1961; Зенкович, 1962; Кинг, 1963) свидетельствуют, что волновая деятельность ощутимо проявляется до глубины 20 м, вследствие чего даже при незначительных уклонах ширина абразионных террас в условиях стабильного положения уровня моря не превышает нескольких сотен метров. По мнению В. П. Зенковича (1962), механическое разрушение дна прекращается при уклоне бенча 0,01—0,05. Более пологие уклоны, наблюдающиеся в районе рывеемского участка, позволяют предположить образование бенчей в несколько этапов, в условиях медленного повышения уровня моря, обычно стимулирующего абразию. Кроме того, необходимо учитывать также, что большую часть времени (поздний миоцен — средний плейстоцен) береговая зона развивалась в условиях теплого умеренного климата. В отличие от современных условий море на протяжении всего года (или большей части его) было свободным от льда, что способствовало более активным приливно-отливным колебаниям уровня и интенсивной волновой деятельности.

С точки зрения условий формирования россыпей золота абразионный процесс представляется весьма перспективным. Его специфика заключается в том, что зона интенсивных движений водной оболочки проходит через все точки абразионного профиля. В соответствии с этим россыпи могут образовываться в любых частях абразионных террас, в зависимости от распространения и богатства коренных источников золота.

На рывеемском участке древние прибрежно-морские россыпи обнаружены на абразионных террасах обоих уровней. По динамическим условиям образования среди них можно выделить абразионные россыпи, сформированные только в стадию абразии и впоследствии перекрытые донными накоплениями, и пляжевые, образование которых протекало в две стадии — абразионную и пляжевую.

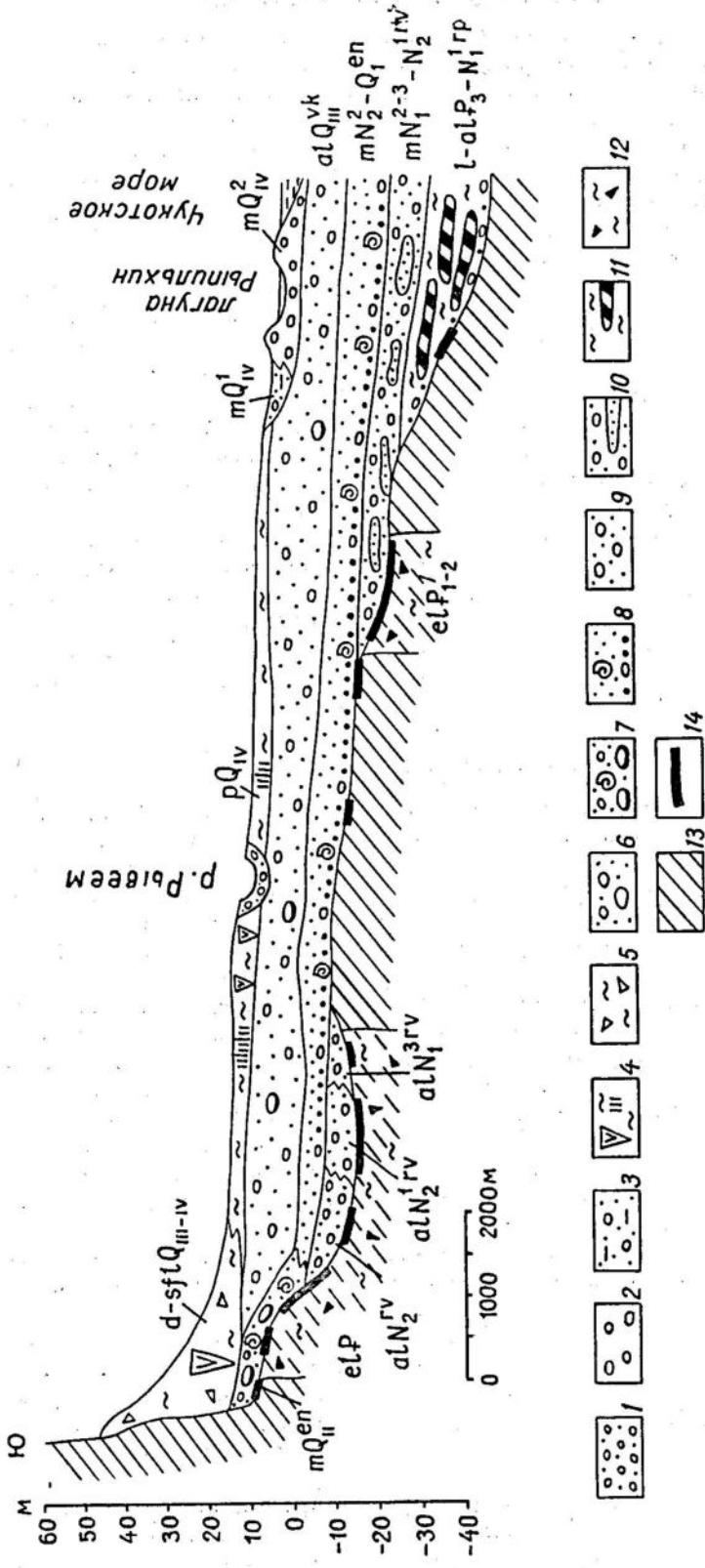


Рис. 43. Схема строения кайнозойских отложений Вайк Карайской низменности (профиль по линии А—Б):
 1 — аллювий — современных водотоков; 2 — позднетретичные покровные суглинки с песчано-алеритовым заполнителем; 3 — голоценовые покровные суглинки с клинами повторно-жилых льдов и линзами торфа; 4 — позднетретичные суглинки с включением щебня; 5 — позднетретичные аллювиальные галечники (валы карийские солончаки); 6 — позднетретичные аллювиальные галечники с мелкими валунами и фауной морских моллюсков (верхняя эмбакская подсвита); 7 — среднетретичные морские галечники с мелкими валунами в основании слоя — с травянистым заполнителем; 8 — позднетретичные морские пески с фауной морских моллюсков (ривьеская свита); 9 — неогеновые аллювиальные отложения — галечник с песчано-травянистым заполнителем (ривьеская свита); 10 — миоцен-плиоценовые морские пляжевые галечники с линзами песка (ривьеская свита); 11 — с галькой (ривьеская свита); 12 — плеистоценовые пестроцветные суглинки с обломками осадочных пород — линейная кора выветривания; 13 — речные песчаники, сланцы; 14 — речные сланцы золота.

ФАЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДРЕВНИХ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ РОССЫПЕЙ

Размещение прибрежно-морских и аллювиальных россыпей золота на Рыбецком участке тесно связано с разрывными структурами, которые контролируют золотое оруденение. Локализация золоторудных тел на участке определяется пересечением ветвей Рыбецкой зоны разломов (северо-восточное простиранье) с Приморской зоной (северо-западное простиранье). Поставщиком золота, по мнению большинства исследователей, предполагается фиксируемая геофизическими наблюдениями вблизи пересечения зон разломов невскрытая интрузия гранитоидов (Рисс, Бурмистров, 1970; Стрешневский, 1975 г.).

Золотое оруденение относится к золото-кварцевой малосульфидной формации и локализуется в жильных телах, сериях жил, штокверкообразных зонах прожилков, приуроченных к зонам дробления. Параметры их меняются в широких пределах. По простиранью они обычно не выдержаны, имеют частые раздувы и пережимы. Мощность жил составляет 0,5—2,0 м при протяженности от нескольких метров до нескольких сотен метров. По составу рудные тела существенно кварцевые и карбонатно-кварцевые с незначительным количеством пирита, арсенопирита, галенита, реже — гематита, родахрозита и золота.

С проявлениями эндогенного золотого оруденения тесно ассоциирует большинство известных россыпей золота. Непосредственно в плотике россыпей вскрыты многочисленные зоны окварцевания и жильные зоны с золотым оруденением. Однако до настоящего времени, несмотря на большие объемы опробования, золоторудных тел, отвечающих промышленным кондициям, не выявлено. Очевидно, наиболее продуктивные горизонты оруденения к настоящему времени эродированы.

Россыпи абразионных зон

Абрационная стадия формирования берега характеризуется интенсивным разрушением берегового уступа и подводного берегового склона. Образование относительно грубообломочного материала при абразии плотных коренных пород способствует высвобождению в первую очередь крупных частиц золота. Более полное высвобождение золота происходит при абразии предварительно дезинтегрированных пород (например, коры выветривания).

На величину переноса частиц золота большое влияние оказывает микро- и мезорельеф коренного ложа. По данным экспедиционных исследований, он отличается большим разнообразием. Так, в подводной части бенча часто отмечаются «котлы» глубиной до 3 м, которые вытачиваются валунами и галькой в первичных углублениях породы. Естественно, что такие формы чаще всего образуются в слоистых породах с различной твердостью пластов или на участках с частично встречающимися зонами нарушений. Типичным примером является пластовый, или грядовый бенч, развитый в флишевых толщах. На мелкотрещиноватых или совершенно однородных породах первичные понижения могут вообще не образовываться, и тогда будет происходить равномерное истирание всей породы (Зенкович, 1962).

Если в сферу абразии попадают коренные источники, то перенос свободных частиц золота по горизонтали будет ограничиваться ближайшей западиной или трещиноватой зоной плотика. Расстояние переноса свободных частиц золота от коренного источника пропорционально величине абразионного среза и обычно не превышает нескольких десятков или сотен метров.

Таким образом, россыпи, возникающие на абразионной стадии, по сути дела представляют собой проекции коренных источников. В связи с этим их морфология в значительной степени определяется особенностями залегания рудоносных тел.

Россыпи абразионного типа могут располагаться в различных частях абразионных террас, в зависимости от размещения золоторудных источников. Продуктивный пласт россыпей абразионного типа имеет небольшую мощность и залегает преимущественно в трещиноватой зоне коренных пород. Поэтому наблюдается отсутствие гидравлической эквивалентности между частицами золота и вмещающими наносами. По механизму естественного обогащения россыпи абразионного типа являются остаточными, возникающими при интенсивном выносе более легкого материала за пределы подводной абразионной террасы (бенча), в то время как сам полезный компонент перемещается на несколько десятков или сотен метров. Вследствие этого окатанность частиц золота в массе невысокая.

Продуктивные пласти россыпей абразионного типа связаны с двумя разновидностями осадков (литофаций) бенча. Одну из них представляют наносы, выполняющие ямы и западины, образованные в периоды наиболее глубокой штормовой перестройки подводного склона. Эти осадки представляют собой грубую, несортированную массу из щебня с отдельными гальками и песчано-алевритовым материалом. Их формирование, по-видимому, следует связывать с фазами усиленного размыва поверхности бенча, когда во время общего перемещения материала по подводному склону находящиеся на пути наносов ямы и западины заполнялись массой, не претерпевшей существенной сортировки.

К другой разновидности литофаций бенча можно отнести слой щебня, глыб песчаников, скементированный льдом и песчано-гравийным материалом с мелкой галькой — «слой вмывания». Эти накопления широко рас-

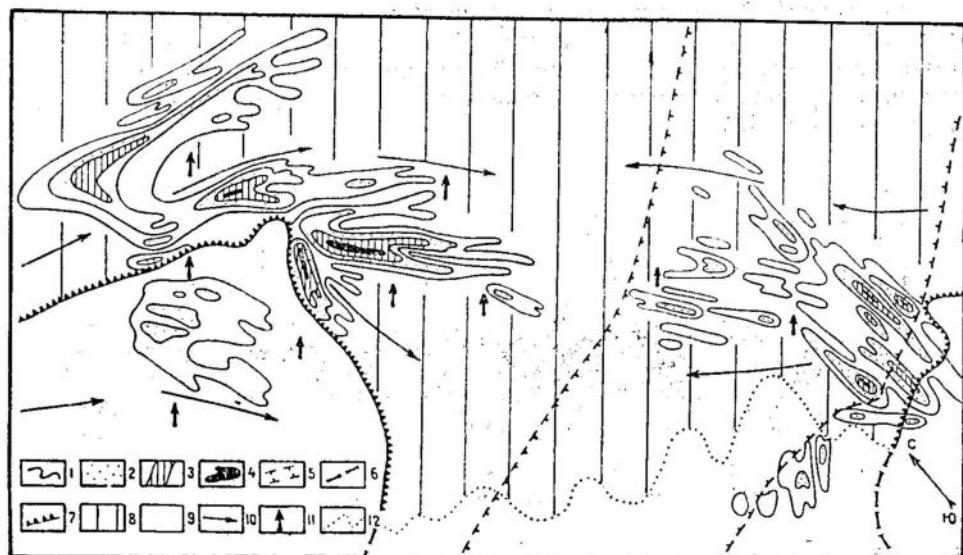


Рис. 44. Строение россыпей золота на участке Прибрежном и Зеленом. Данные по золотоносности. Вертикальные запасы в условных единицах: 1 — 1—4; 2 — 4—16; 3 — 16—64; 4 — больше 64.

Геоморфологические данные. Границы долины р. пра-Рывеем: 5 — миоценового возраста (N_1^1), 6 — миоцен-плиоценового ($N_1^{2-3} - N_2$); 7 — абразионные уступы; 8 — абразионная терраса нижнего уровня; 9 — абразионная терраса верхнего уровня; 10 — направление вдольберегового перемещения наносов; 11 — направление поперечного перемещения наносов; 12 — граница фациального перехода между морскими и аллювиальными отложениями в 1-й этап трансгрессии.

пространены на участках выходов коры выветривания в пределах абразионных террас нижнего и верхнего уровней, что свидетельствует об однотипности условий их формирования (рис. 45, 49).

Механизм формирования «слоя вмывания» в общих чертах аналогичен образованию субфаций западин абразионных террас и заключается в за-

полнении частицами подвижного слоя наносов пустот между крупными обломками. По-видимому, такая обстановка создавалась при размыве дна волнами средней силы, воздействия которых недостаточно для массового перемещения всего материала. Из коры выветривания выносились только мелкие частицы, а крупные обломки, не приобретая окатанности, цементировались менее подвижными в данных условиях песком и гравием.

Основные черты формирования абразионных россыпей находят отражение в своеобразии их морфологии, особенностях локализации золотоносного пласта и распределения содержаний золота.

Россыпь Прибрежная-1 — наиболее крупная среди россыпей абразионного типа. Она расположена у внешнего края террасы верхнего уровня, вблизи пляжевой россыпи Прибрежной (см. рис. 42) и залегает на 3—4 м выше последней.

Россыпь представлена единым телом с субизометрическими очертаниями и соотношением длины и ширины 1:1,7. Как и в других прибрежно-морских россыпях рывеемской группы, здесь наблюдается тесная связь с коренными источниками. Это хорошо подтверждается особенностями концентрации золота, а также значительной разницей (около 60 единиц) в пробности по сравнению с близрасположенной россыпью Прибрежной.

Распределение площади с различными значениями вертикальных запасов внутри промышленного контура асимметрично (рис. 44). Участки максимальных вертикальных запасов несколько сдвинуты в сторону берега. Их конфигурация приобретает форму струй, направленных параллельно берегу, с соотношением длины и ширины 1:5.

Золотоносный пласт имеет небольшую мощность (0,7 м) и целиком локализуется в верхней трещиноватой зоне коренных пород. По своему строению пласт представляет «слой вмывания» и состоит из щебня песчаников, промежутки между которым заполнены песчано-гравийным материалом (рис. 45).

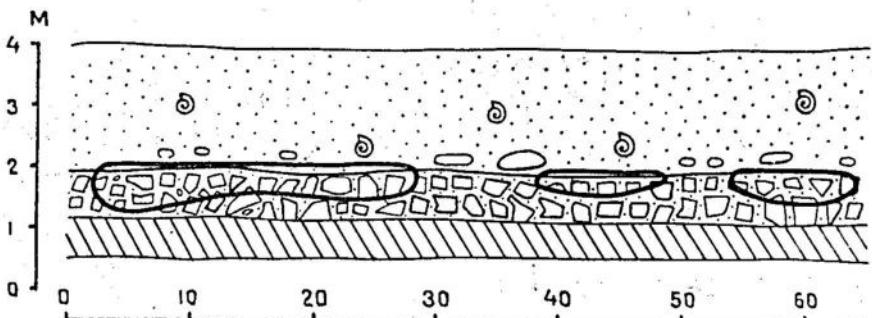


Рис. 45. Условия залегания золотоносного пласта на участке россыпи Прибрежная-1 (условные обозначения см. на рис. 47).

Перекрывающая коренные породы толща алевритов и супесей с обильной фауной морских моллюсков формировалась в режиме донной аккумуляции, который по гидродинамическим условиям неблагоприятен для концентрации золота.

Таким образом, залегание золотоносного пласта в трещиноватой зоне коренных пород свидетельствует о формировании его целиком в стадию абразии коренных пород. Перемещения и сортировки золота на стадии накопления наносов здесь не происходило, чем, вероятно, и объясняется изометричная форма россыпи.

Средняя крупность частиц золота в россыпи 1,3 мм. Золотилины представлены комковидными дендритовидными пластинчатыми окатанными и

слабоокатанными разностями*. Большинство частиц корродировано с неровной деформированной поверхностью. Цвет золота соломенно-желтый, отдельные частицы имеют зеленоватый оттенок. Часто встречаются золотины, покрытые черной «рубашкой» грейгита. Как показывают наблюдения, «рубашки» грейгита типичны для прибрежно-морских россыпей низменности. Согласно исследованиям Н. М. Страхова (1962), образование грейгита является характерной особенностью морских и солоноватоводных бассейнов с водой, богатой ионами SO_4^{2-} и содержащей большое количество несвязанной органики в осадках.

Примечательно также, что золото в «рубашках» грейгита известно и в аллювиальной россыпи р. Рывеем на том участке, где она перекрыта морскими отложениями.

Несмотря на небольшую длину россыпи, в ней довольно отчетливо проявляется уменьшение средней крупности и сферичности** золотин в направлении перемещения наносов.

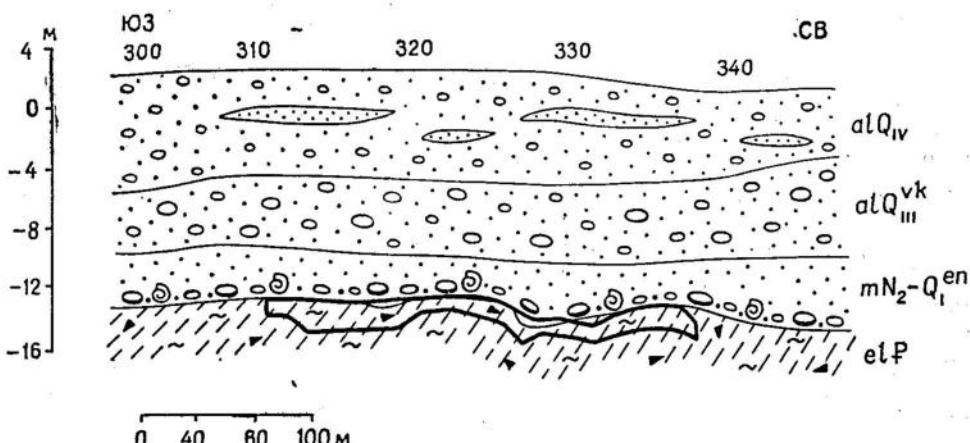


Рис. 46. Положение золотоносного пласта абразионной россыпи Русловой (разрез по линии б₁; условные обозначения см. на рис. 43).

Россыпь Русловая расположена в средней части абразионной террасы верхнего уровня (рис. 46). Золотоносное тело залегает на плотике, сложенном глинисто-щебенистым материалом коры выветривания, и перекрыто 15-метровой толщиной рыхлых отложений, включающих современный и верхнеплейстоценовый аллювий р. Рывеема и древние морские накопления эннакайской свиты.

Россыпь имеет изометричные очертания. В ней выделяются два крупных тела, разделенных 30—60-метровой полосой непромышленной золотоносности.

Распределение вертикальных запасов в пределах балансовых контуров однородно, колебания их значений не превышают 10-кратной величины. Обогащенные участки расположены асимметрично и приурочены к краевым частям контуров.

Мощность пластов в пределах россыпь 0,2—1,6 м, в среднем 0,8 м. Основная часть пласта приурочена к горизонту переотложенной коры выветривания. Лишь изредка часть пласта вмещается в маломощном горизонте галечников, которые залегают отдельными линзами на поверхности коренных пород.

Плотик россыпь выглажен абразией и постепенно поднимается в сто-

* Здесь и далее при описании морфологии и внутренней структуры золота использованы данные С. В. Яблоковой, Г. М. Бисиркиной (ЦНИГРИ), А. П. Епифановой (СВТГУ).

** Коэффициент сферичности измерялся как отношение среднего веса золотин данного класса крупности к теоретическому весу шаров той же крупности.

рону древнего берега. Иногда на его поверхности наблюдаются отдельные окатанные обломки и раковины морских моллюсков. Коренной цоколь перекрыт в основном сизовато-серыми песками и супесями.

Средняя крупность золота россыпи Русловой, по материалам ударно-капатного бурения, — 1,42 мм. Основную массу золоты (74,2%) составляет класс 0,5—2,0 мм; золотин крупнее 7 мм не отмечено; характерно также малое количество (0,2%) частиц золота менее 0,25 мм.

Средняя шлиховая пробность золота 828, лигатурная — 844.

Среди морфологических разновидностей частиц золота преобладают комковидные изометрические, таблитчатые и лепешковидные выделения. Крупное плохоокатанное золото изометрической формы распространено в верхней части россыпи, в нижней — окатанность и уплощенность золота заметно увеличиваются.

Максимальный линейный запас и средняя крупность золота отмечаются на северо-западном фланге россыпи. Весьма характерно резкое уменьшение величины линейного запаса вниз по россыпи. Так, двукратное изменение этого параметра происходит на расстоянии всего лишь 200 м.

Аналогичный, но менее рельефный характер изменений имеет средняя сферичность частиц золота во фракции 0,5 мм. Сверху вниз по россыпи через 200-метровые интервалы коэффициент сферичности составляет: 0,98—0,84—0,72—0,69. Изменения сферичности наблюдаются также вкрест простирания россыпи, что говорит о наличии поперечного перемещения золота.

Согласные изменения линейного запаса, средней крупности и сферичности золоты указывают на перенос золота вдоль берега в юго-восточном направлении. Как и в других прибрежно-морских россыпях, продольный перенос и дифференциация частиц золота по степени сферичности осуществляются здесь против уклона плотика. Так, абсолютные отметки поверхности плотика в верхней части россыпи на 3 м ниже, чем в нижней, соответственно —12 и —15 м. Это явление можно объяснить асимметрией волновых скоростей в береговой зоне моря. По-видимому, перемещение частиц золота подчиняется основным законам переноса обломочного материала в береговой зоне моря.

Россыпи пляжевых зон

Стадия пляжевого накопления наступает при затухании абразии и достижении подводным склоном профиля динамического равновесия или вследствие других причин (смена знака тектонических движений побережья, изменение баланса наносов в береговой зоне и др.). В результате в прибрежной полосе возникают примкнувшие аккумулятивные формы, которые превращаются затем в аккумулятивную террасу.

Пляжевые россыпи образуются обычно за счет переработки абразионных россыпей или промежуточных коллекторов, содержащих золото в свободном виде. Основное преобразование абразионных россыпей идет на первых стадиях аккумуляции наносов, когда мощность пляжевых отложений невелика, и на подводном склоне наблюдаются как условия накопления, так и размыва.

Благодаря глубокой просадке частиц золота в тренциноватую зону коренных пород на абразионной стадии активной сортировке подвергается только верхняя часть пласти россыпи. Поэтому в морфологии большинства пляжевых россыпей сохраняются черты предшествующего абразионного развития. В частности, участки высоких значений вертикальных запасов имеют субизометрические очертания.

В ходе перемещения золота в активном слое пляжевых наносов происходит интенсивная сортировка его частиц по гидравлической крупности, в результате которой золотоносный пласт разделяется на два слоя. Нижние горизонты продуктивного пласта, совпадающие с тренциноватой зоной ко-

ренных пород, обогащаются относительно крупным и изометричным золотом, тогда как в его верхней части, приуроченной к подошве пляжевых отложений, идет обогащение пластинчатым и чешуевидным золотом. Верхний слой золотоносного пласта, по-видимому, постоянно переформированывается в соответствии с изменяющимися гидродинамическими условиями береговой зоны. Вовлекаясь во вдольбереговое перемещение, уплощенное золото значительно отделяется от коренных источников, формируя довольно протяженные струи сложной конфигурации на удалении от источника поступления до 2,5 км и непромышленные шлейфы вокруг россыпей.

Переформирование россыпей на стадии пляжевого накопления в целом оказывает благоприятное воздействие, так как в результате сортировки золота при переносе возникают участки с исключительно богатыми концентрациями.

Таким образом, в отличие от абразионных россыпей россыпи пляжевого типа тяготеют к береговым линиям различного возраста, сопровождающимся распространением гравийно-галечных накоплений. Для них характерна сложная морфология золотоносных струй, соответствующая особенностям перемещения и накопления напосов в береговой зоне. Основным фактором обогащения является селекция частиц золота по гидравлической крупности, которая осуществляется в активном слое наносов, в ходе их продольно-поперечного перемещения (Кистеров, Сухорослов, 1975).

Степень окатанности частиц золота пляжевых россыпей выше абразионных. В целом же окатанность золотин прибрежно-морских россыпей в пределах рывеемского участка Валькарайской низменности не выше аллювиальных. Основную роль здесь (как и в аллювиальных россыпях), по-видимому, играет расстояние переноса частиц золота от коренного источника.

Пляжевые россыпи расположены в различных частях террас нижнего и верхнего уровней (см. рис. 42).

Россыпи террасы нижнего уровня ($N_1^{2-3} — N_2^1$). На террасе нижнего уровня наиболее богатые россыпи находятся на участках Прибрежном и Зеленом. Они лежат вблизи приустьевой зоны р. пра-Рывеем, где, судя по очертаниям границы морских отложений, существовал широкий залив (эстуарий). Россыпи располагаются как на внешнем контуре залива, так и в его внутренней части. Общая протяженность россыпей составляет несколько километров, ширина — от десятков до сотен метров.

Осадки пляжевой зоны. Для области приустьевой седиментации весьма характерна частая смена различных осадков по разрезу и простиранию, отражающая изменение режима осадконакопления в различных ее частях. Более грубые разности прибрежно-морских осадков (галечники с прослоями гравия) приурочены к боковым сторонам залива и прослеживаются от тылового шва террасы вплоть до современной береговой линии Чукотского моря.

В сторону моря наблюдается закономерное увеличение мощности галечников от 1—2 до 5—7 м; одновременно появляются мощные прослои песка и гравия, которые иногда составляют основную часть разреза. По-видимому, первоначальная мощность галечников была значительно большей, так как их кровля повсеместно размыта в период второго этапа трансгрессии.

На участке Прибрежном в продуктивном горизонте выделяются различные по механическому составу аккумулятивные тела (видимо, подводные валы), сложенные галькой разного размера и образующие серию полос, вытянутых параллельно береговой линии. Наиболее крупные тела, сложенные мелкой галькой, гравием и песком, имеют ширину до 80 м и протяженность до нескольких сотен метров, возможно, даже нескольких километров. Серии мощных галечных накоплений разделены полосами песчано-гравийного материала шириной до 25 м.

Характерной чертой пляжевых накоплений является небольшое количество или полное отсутствие глинисто-алевритового материала, который

захватывался потоками воды и выносился во взвешенном состоянии в нижние части подводного берегового склона.

Исследование петрографо-минералогических особенностей пляжевых отложений свидетельствует о тесной связи их с аллювием долины р. пра-Рывеем. Несмотря на сходство петрографического состава, сравнение окатанности обломков, их сортированности, а также выхода тяжелой фракции указывает на более высокую степень дифференциации осадков в береговой зоне моря (табл. 24).

Таблица 24

Сравнение петрографического состава, окатанности, выхода тяжелой фракции и гранулометрических коэффициентов пляжевых отложений на участке Прибрежном и аллювиальных накоплений долины р. пра-Рывеем

Характеристика отложений	Аллювий (проба 25—9,9)	Пляжевые отложения (проба 5 ^п —6/7)
Петрографический состав обломочного материала (%)		
Песчаник	51	47
Алевролит	3	12
Окремиепная порода	5	4
Кварц	11	2
Гранит	6	5
Гранодиорит	5	—
Андеозит	2	—
Липарит	5	17
Дацит	11	5
Полевой шпат	8	8
Базальт	4	—
Коэффициент окатанности	29,5	54,0
Выход тяжелой фракции (%)	0,53	4,47
Медианный диаметр (Md)	1,40	8,70
Коэффициент сортировки (S_o)	3,46	2,02
Коэффициент асимметрии (S_k)	1,531	0,733

В центральной части древнего залива мощность пляжевых галечников сокращается до 2,0 м, ухудшается их сортированность и уменьшаются размеры обломков. Основную часть разреза составляют темно-серые супеси с редкими включениями гальки.

В связи с различными мнениями о генезисе этой толщи (Петров и др., 1972) следует указать, что в золотоносных пляжевых отложениях террасы нижнего уровня по определениям Т. Л. Невретдиновой в 1972 и 1974 г. и А. М. Белевич в 1972 г. в семи разрезах установлено присутствие разнообразных морских диатомовых. Общий список, насчитывающий свыше 30 различных родов и видов, объединяет океанические, неритические и сублиторальные морские формы. Единично встречаются солоноватоводные и пресноводные формы, что указывает на некоторое опреснение береговой зоны. По зоогеографической принадлежности преобладают бореальные, умеренно-теплолюбивые виды, из них 50% составляют вымершие формы, известные с палеогена и неогена.

Таким образом, в приустьевой части древнего морского залива более мощные и грубые разности осадков приурочены к боковым сторонам, в центральной части залива наблюдается сокращение мощности галечных накоплений и увеличение в разрезе тонкозернистых отложений. Особенности залегания осадков, а также присутствие комплексов морских диатомовых указывают на обстановку морского залива, воды которого незначительно опреснялись впадающей рекой.

Положение и морфология россыпи. По положению и условиям формирования россыпи участков Прибрежного и Зеленого различны. Россыпи участка Прибрежного находятся в северо-западной части зали-

ва и западнее его, вне сферы влияния долины р. пра-Рывеем. Питание россыпи происходило только за счет поступления золота из коренных источников.

Россыпи участка Зеленого залегают во внутренней части залива в створе с аллювиальной россыпью р. пра-Рывеем и сходны с ней по пробности, химическому составу, крупности и морфологии золота. Обе россыпи пространственно тяготеют к зоне глубинного Рывеемского разлома и, по-видимому, формировались за счет однотипных коренных источников. Образование россыпей на этом участке, вероятно, началось в дотрансгрессивный период (конец олигоцена — ранний миоцен), когда в долине р. пра-Рывеем интенсивно размывались коренные источники. При трансгрессии моря аллювиальные россыпи, лежащие ниже профиля равновесия подводного склона, были затоплены и перекрыты толщей донных отложений (россыпь Восточная), россыпи, лежащие на более высоких гипсометрических отметках (как на участке Зеленом), были переработаны в соответствии с новой динамической обстановкой.

Как было сказано выше, боковые стороны залива и его внешний контур в начальные этапы трансгрессии подвергались интенсивной абразии, вследствие чего образовалась широкая абразионная терраса (бенч). Сформированные в этот период россыпи располагались непосредственно над коренными источниками (россыпь Прибрежная) или промежуточными коллекторами (россыпь Зеленая) и, по-видимому, имели изометричные очертания, сходные с абразионной россыпью Прибрежной-1. Черты предшествующего развития можно заметить в морфологии верхней части пляжевой россыпи Прибрежной (см. рис. 44).

С затуханием абразии и возникновением устойчивых потоков наносов часть золота, попадая в толщу активного слоя наносов, подвергалась сортировке и перемещалась вдоль берега. Поэтому морфология пляжевых россыпей в целом соответствует закономерностям переноса обломочного материала и образованию аккумулятивных форм в береговой зоне.

Судя по очертаниям древней береговой линии и пространственному взаимоотношению осадков различных типов, механизм формирования толщи прибрежных наносов на разных участках берега существенно различался. В северо-западной части древнего залива (россыпь Прибрежная) толща пляжевых наносов состоит из серии прислоненных береговых валов, образованных прямолинейным потоком наносов у выровненного берега. Более сложные формы создавались в месте крутого изгиба берега, сразу за входным мысом залива. В результате падения емкости потока наносов здесь возникали свободные аккумулятивные формы, направленные под острым углом к берегу. Длительное повторение этого процесса вело к нарастанию аккумулятивных образований вдоль боковых сторон залива, заполнению его наносами и выравниванию береговой линии.

В соответствии с этим более сложная морфология россыпей на участке Прибрежном наблюдается во внутренней части залива. Здесь сразу же за входным мысом залегает золотоносное тело лопастной формы. Начинаясь сплошным изометрическим контуром, россыпь в направлении перемещения наносов расчленяется на множество струй различной ориентировки и протяженности. Наиболее короткие струи повторяют направление боковых сторон залива, более протяженные — перпендикуляры им, но совпадают с направлением внешнего контура берега. Нетрудно заметить, что последовательное изменение ориентировки отдельных струй россыпи соответствует росту аккумулятивных тел в результате вращения потока наносов при огибании входного мыса.

На внешнем контуре залива, где режим потока наносов был постоянным, у россыпей довольно простые очертания. Здесь выявлены две протяженные параллельно залегающие струи, которые в верхней части сливаются в единое тело. Морфология и ориентировка этих россыпей относительно берега дают основание полагать, что формирование их соответствует стадиям нарастания аккумулятивного пляжа на внешнем

контуре залива. Рассыпь этого участка по времени образования наиболее поздние, так как смещение потока напосов в нижние части подводного склона могло произойти только после образования аккумулятивного пляжа у коренного берега.

Таким образом, морфологические особенности россыпей на участке Прибрежном позволяют различать здесь обогащенные тела относительно простой морфологии и довольно значительной протяженности, образованные прямолинейным потоком напосов у выровненного берега, а также россыпи сложной морфологии и небольшой протяженности, образованные в месте огибания потоков напосов выступов коренного берега. Учитывая большое разнообразие способов перемещения и аккумуляции напосов в береговой зоне, можно предполагать такое же разнообразие морфологических типов россыпей.

Аналогичный механизм образования пляжевых россыпей, по-видимому был и на участке Зеленом. Однако морфология россыпей здесь другая, так как россыпенообразование в этой части залива шло в основном за счет переработки продуктивного аллювия р. пра-Рывеем.

Характерной чертой этого участка является незначительный абразионный срез, поскольку подводный склон был выработан в процессе развития продольного профиля древней долины. Поэтому строение и морфология россыпей на этом участке довольно сходна с аллювиальными россыпями, расположеными в нижней части долины р. пра-Рывеем, для которых характерны мелкие линзовидные тела простого строения и небольшой протяженности.

Золотоносные пласти. В строении продуктивных пластов на участках Прибрежном и Зеленом не наблюдается существенных различий. Продуктивный пласт представлен мелкой и средней галькой с песчано-гравийным заполнителем серого цвета, реже гравием. Там, где плотик перекрывается песком или алевритом, золотоносный пласт часто прерывается или имеет убогую золотоносность.

По данным бороздового опробования, высокое содержание золота обычно отмечается в 20—40-сантиметровом приплотиковом горизонте галечников. Изредка пласт с высокой концентрацией золота бывает «подвешен» на высоте 0,8—1,0 м над поверхностью плотика. Строение разреза в таких местах, как правило, указывает на наличие локальных участков размыва в период накопления галечной толщи. Нижняя граница пласта не совпадает с кровлей коренных пород. Как и в аллювиальных россыпях, почти всегда высокие концентрации золота наблюдаются еще на 20—40 см (иногда даже до 1 м и более) ниже их поверхности (рис. 47).

В средней части пласта, обычно приуроченной к приплотиковому горизонту разреза, почти всегда отмечается 10—20-сантиметровый прослой с весьма высокими содержаниями золота, который устанавливается по данным опробования, а иногда даже обнаруживается визуально. Границы промышленного пласта в большинстве случаев очень четкие, часто содержания в пограничных интервалах опробования, разделяющих непромышленную и промышленную части, могут различаться в сотни раз.

Связь с коренными источниками. На участке Прибрежном некоторые признаки (геологическое строение плотика, типоморфные особенности золота в россыпи) свидетельствуют о тесной связи россыпи с коренными источниками. Данные геологической документации керна колонковых скважин и плотика россыпей в шахтах указывают на присутствие во многих местах зон смятия и дробления, на которых иногда заметен маломощный горизонт остаточной коры выветривания.

В прозрачных шлифах З. А. Касаткиной описаны милонитизированные углисто-филлитовые сланцы со слабой сульфидизацией и карбонатизацией по трещинам. По данным В. А. Попова (1973 г.) и В. С. Стрешневского (1974 г.), в этих породах на участке Прибрежном содержание золота составляет 1—2 г/т.

Признаки коренной золотоносности отмечаются также на участке Зе-

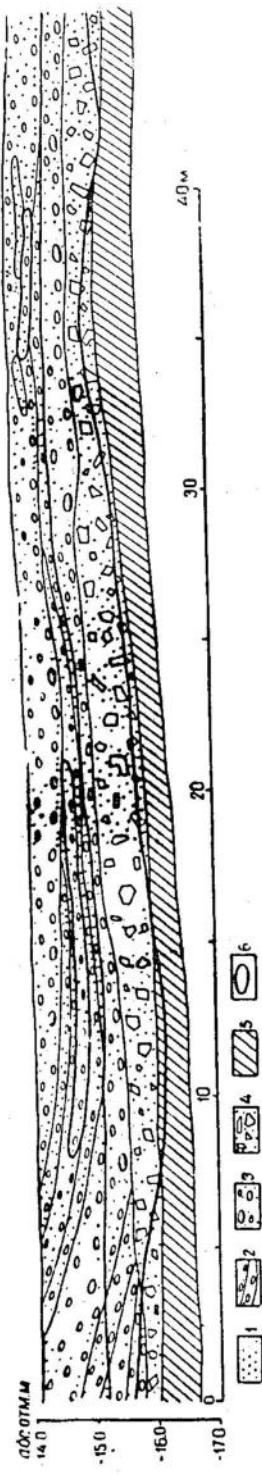


Рис. 47. Условия залегания золотоносного пласта на участке россыпи Прибрежной:
1 — песок; 2 — мелкая галька с песчано-гравийным заполнителем; 3 — средняя галька с песчано-гравийным заполнителем; 4 — щебень, глыбы песчаников, cementированные песком и травой; 5 — песчаниковые отложения раннекарбонового возраста; 6 — золотоносный пласт.

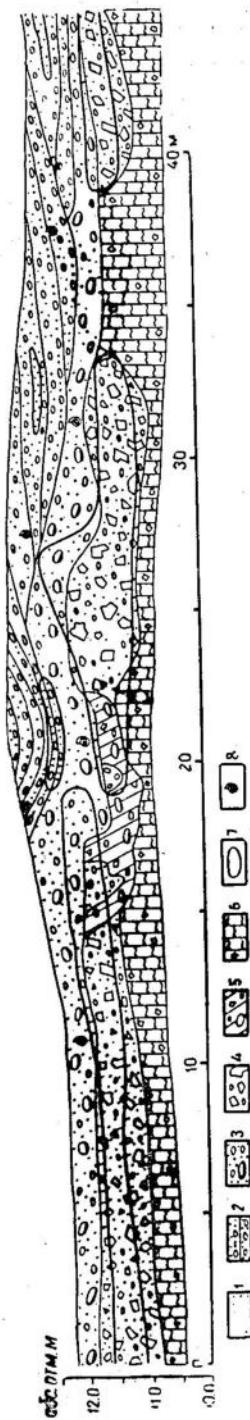


Рис. 49. Строение рыхлой толщи и характер залегания золотоносного пласта на участке россыпи Террасовой.
Литофауна пляжа: 1 — песок; 2 — мелкая галька с песчано-гравийным заполнителем; 3 — крупная галька, валуны с песчано-гравийным заполнителем.
Литофация бенча: 4 — крупная галька, щебень, глыбы с заполнителем из песка, валунами, cementированные суглинком; 5 — щебень, глыбы с заполнителем из песка, гравия и мелкой гальки — «слой вмывания»; 6 — суглинок с вклю чениями щебня и глыб песчаников; 7 — золотоносный пласт; 8 — остатки фауны морских моллюсков.

леном, где в плотике россыпи повсеместно отмечены мощные зоны дробления пород и наблюдается их интенсивная сульфидизация. Опробование этих пород показывает устойчивое присутствие золота в количестве до 1 г/т.

Размещение наиболее обогащенных участков россыпей, по-видимому, наследует очаги концентрации коренной золотоносности. На местоположение последних наряду с геологическими данными могут указывать и такие признаки, как частая встречаемость крупного золота, высокая сферичность и средняя крупность золотин, а также богатство россыпи на этом участке.

Особенности пространственного изменения содержаний золота показаны на рис. 44. Наиболее типичным является расположение высоких концентраций золота в верхних частях струй. Вниз по россыпи, в направлении перемещения напосов происходит постепенное обеднение.

Характер и особенности распределения золота. Между участками Прибрежным и Зеленым наблюдаются довольно резкие различия в составе и морфологии частиц золота, связанные с особенностями коренных источников и процессами формирования россыпей.

Среди морфологических разновидностей золота участка Прибрежного отмечаются изометрические, комковидные, пластинчатые, дендритовидные и жилковидно-пластинчатые выделения. Преобладающая масса золотин (свыше 80%) относится к классу 0,25—2,0 мм. Распределение золота по размеру частиц для среднего участка россыпи показано в табл. 25.

Таблица 25

Распределение золота по размеру частиц в россыпи Прибрежной

Выход классов, %								Общий вес золота, мг
10—7 мм	7—5 мм	5—3 мм	3—2 мм	2—1 мм	1—0,5 мм	0,5—0,25 мм	<0,25 мм	
1,03	1,11	5,77	6,43	26,78	38,16	19,05	1,66	265 891

Средняя крупность золотин на этом участке россыпи равна 1,21 мм, в целом по россыпи — 0,80 мм.

Колебания пробности золота составляют 761—810, средняя проба — 796. Среди элементов-примесей отмечаются медь (0,01—0,04%) и свинец (0,007%).

Окаташность золота слабая, в россыпи много сростков золота с кварцем — признаки, указывающие на близость коренных источников.

Травление царской водкой показало крупнозернистое и монокристаллическое строение большинства золотин. Наблюдаются также простые и полисинтетические двойники.

Типоморфные особенности золота — его размеры, крупнокристаллическая структура, относительно высокая проба и ограниченный набор элементов-примесей — свидетельствуют о том, что к коренным источникам относятся проявления золото-кварцевой формации. Вторичные преобразования представлены вторичными межзерновыми прожилками толщиной до 0,1 мм и участками рекристаллизации, приуроченными в основном к периферическим частям золотин. Присутствие высокопробных оболочек и межзерновых прожилок указывает на развитие в пределах россыпей коры выветривания (зон окисления).

Характерная особенность россыпей — присутствие на золоте «рубашек» грейгита толщиной до 0,5 мм. На поверхности золотин грейгит образует тонкие пленки или почковидные скопления, часто поверх высокопробной оболочки.

Изменение средней крупности частиц золота и их сферичности в продольном направлении происходит согласно с изменением богатства россыпи. Так, для «лопастного» контура россыпи на участке Прибрежном на протяжении 1400 м средняя крупность золотин изменяется от 2,2 мм в

верхней части, до 0,74 мм — в нижней. Одновременно довольно резко изменяется и сферичность золота. Наибольшие ее изменения отмечены в россыпи у боковых сторон залива, где происходило резкое падение емкости потока наносов. Здесь на расстоянии 500 м наблюдается двукратное уменьшение сферичности в классе 0,5 мм. В более протяженных струях на внешнем контуре залива, где поток наносов был более стабильным, двукратное уменьшение сферичности золотин отмечается на расстоянии 1000—1500 м от источника поступления.

Сферичность золота изменяется также и в поперечном сечении россыпей, что, вероятно, указывает на наличие узкой струйчатости внутри обогащенных контуров. В целом же она устойчиво уменьшается в сторону моря. Так, в средней части россыпи средняя сферичность золотин фракции 0,5 мм на расстоянии 200 м уменьшается в 2,0—2,5 раза. Наибольшие изменения сферичности в поперечном сечении россыпи отмечаются вблизи максимально обогащенных тел, по простиранию россыпи эти изменения становятся менее значимыми.

Аналогичное явление наблюдается при сравнении поперечного изменения сферичности золота в различных фракциях крупности (0,5 и 0,25 мм). В верхней части россыпи, наиболее богатой и расположенной вблизи коренных источников, изменения сферичности в различных классах крупности несогласные. Их максимумы и минимумы расходятся на 100—150 м, причем максимальные значения сферичности золотин класса 0,25 мм относительно частиц золота класса 0,5 мм всегда смещены в сторону моря. В нижней части россыпи кривые изменения сферичности в поперечном сечении россыпи, как правило, совпадают, наблюдающиеся смещения не превышают 20—40 м.

Таким образом, можно полагать, что в ходе продольно-поперечных перемещений частиц золота вдоль берега в нижние части россыпи попадал относительно отсортированный материал и поэтому продольные и поперечные изменения сферичности здесь не так заметны, как в верхней.

Анализ материалов бороздового опробования позволили установить также дифференциацию золота в вертикальном разрезе. В основном коэффициент сферичности частиц золота, проседающих в трещинах коренных пород в 1,5—2,0 раза выше, чем сферичность частиц золота в вышележащем слое пляжевых галечников.

На участке Зеленом, лежащем на продолжении аллювиальной россыпи р. пра-Рывеем, средний диаметр частиц золота 1,85 мм. Преобладают зерна изометричной, массивной, комковидной формы, единично встречаются дендритовидные выделения. Частицы золота в россыпи отличаются наиболее высокой степенью механической обработки. Довольно часто отмечаются крупные (3—5 мм) совершенной окатанности частицы «галечной» формы. По внутреннему строению и химическому составу частицы золота однотипны с золотом аллювиальной россыпи. Его пробность 809—835. В составе примесей наблюдается высокое содержание меди (0,02%) и позначительное — свинца (0,006%). Внутреннее строение крупнозернистое, с двойниками срастания.

Таким образом, различия в крупности частиц золота, степени их механической обработки и пробности золота свидетельствуют о наличии самостоятельных коренных источников, питавших россыпи участков Прибрежного и Зеленого.

На участке Зеленом в отличие от участка Прибрежного не отмечается четкой пространственной дифференциации частиц золота по степени сферичности. Основную часть площади россыпей занимает высокосферичное золото с K_{sf} , близким к 1. Уплощенное золото залегает только в самой нижней части контуров, наиболее удаленных от береговой линии.

Эта особенность, по-видимому, характерна для россыпей, образующихся за счет переработки промежуточных коллекторов. Надо полагать, что многократная переработка россыпей в конечном итоге приводит к все большему выносу уплощенных частиц и выравниванию поля сферичности.

Формирование россыпей участка Прибрежного некоторые исследователи (Петров и др., 1972; Казакевич, Рыжков, 1973 г.) связывают с деятельностью р. пра-Рывеем, которая в этом месте якобы круто поворачивала на северо-запад. В связи с этим следует отметить, что изменение средней крупности и уплощенности золотин относительно коренных источников однозначно указывает на перенос золота на участке Прибрежном в юго-восточном направлении. Поскольку в пределах одной долины не может быть двух россыпей со встречным переносом золота, гипотеза об аллювиальном происхождении россыпи Прибрежной не может быть принята.

О прибрежно-морском происхождении россыпи свидетельствуют также площадное распространение продуктивных осадков на территории низменности, устойчивое увеличение их мощности и погружение подошвы в сторону моря, а также постоянное присутствие морских диатомовых.

К аналогичному выводу пришли и другие исследователи, занимавшиеся изучением литолого-гидрохимических особенностей формирования золотоносных отложений (Фишкин, Жигарев, Данилов, 1976 г., МГУ) и гидродинамическими исследованиями формирования россыпей (Красников, Максакова и др., 1977 г., ЗАБНИИ).

Россыпи террасы верхнего уровня ($N_2^2 - Q_{II}$) связаны со вторым крупным трансгрессивным циклом на территории низменности, начавшимся в конце плиоцена и закончившимся в среднем плейстоцене (см. рис. 42, россыпь Террасовая). Характер развития береговой зоны в этот этап существенно не отличался от предшествующего. Основные черты конфигурации берега оставались прежними: устьевая часть долины р. пра-Рывеем была подтоплена морем, здесь существовал широкий залив, на внешнем контуре которого берег был выровнен процессами абразии.

В результате новой трансгрессии, сопровождающейся интенсивной абразией подводного склона, была выработана абразионная терраса (бенч) шириной 4–5 км. В заключительные этапы трансгрессии широко проявились пляжевая аккумуляция и вдольбереговое перемещение напосов.

Осадки пляжевой зоны на участке россыпи Террасовой формировались в основном за счет поступления материала при абразии коренного берега и дна. По сравнению с пляжевыми отложениями террасы нижнего уровня роль аллювиального материала в строении аккумулятивных образований крайне незначительна. Даже в приуставьевой зоне залива пляжевые отложения представлены галькой только тех осадочных пород, которые залегают на подводном склоне и в абразионном уступе.

По-видимому, второй этап трансгрессии в низовьях р. Рывеем по времени совпадал с усилением контрастности неотектонических движений, которые сопровождались перестройками гидросети. Вероятно, что сток р. Рывеем в это время был направлен в широкую депрессию р. Пильхинкууль.

Под толщей морских осадков в центральной части залива прослеживается древняя долина р. Рывеем, к которой приурочена аллювиальная россыпь золота (рис. 48). Борта долины окаймлены абразионной террасой, ограниченной со стороны суши клифом высотой до 150 м. Превышение площади террасы над днищем древней долины составляет 8–12 м.

Поверхность террасы на всем протяжении перекрыта 3–5-метровой толщиной пляжевых галечников. Выше залегают плейстоцен-голоценовые аллювиальные и делювиальные отложения, общая мощность их 15–25 м (рис. 48).

В разрезе морской толщи выделяются два основных типа осадков — лиофации бенча и лиофации пляжа, которые соответствуют основным стадиям развития подводного склона на этом участке.

Лиофации бенча представлены остаточными образованиями типа «слоя вымывания» или несортированными щебенисто-глыбовыми отложениями с гравием и мелкой галькой в западинах плотика (рис. 49, см. стр. 181). На участке россыпи Террасовой эти отложения почти сплошным чехлом мощностью 0,2–1,0 м перекрывают поверхность плотика. Книзу слой

постепенно переходит в щебенисто-глинистый горизонт коры выветривания; верхняя граница слоя четкая, хорошо прослеживается по контакту темно-серых пляжевых галечников и желтого щебня песчаников. Состав заполняющего щебенистый каркас материала изменяется сверху вниз по разрезу от мелкой гальки и гравия до песка. По составу и окатанности вмытый материал не отличается от перекрывающих пляжевых отложений.

Горизонт пляжевых накоплений включает осадки нескольких механических типов: крупногалечные отложения с валунами, мелкогалечные отложения, пески. С фациальных позиций они освещают различную активность волнового воздействия в пляжевой зоне. Наиболее общим является уменьшение размерности обломочного материала в сторону моря и вверх по разрезу.

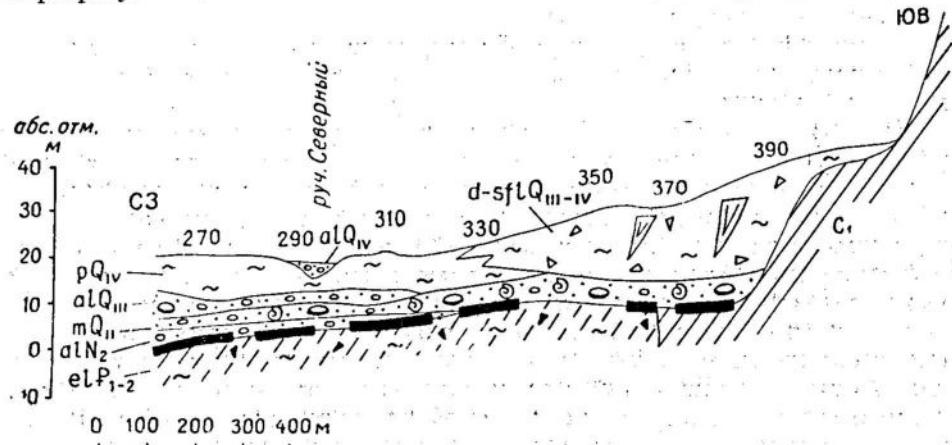


Рис. 48. Строение рыхлых отложений и характер взаимоотношений продуктивных горизонтов аллювиальной россыпи Основной и пляжевой россыпи Террасовой (условные обозначения см. на рис. 41).

Галька нижнего слоя галечной толщи хорошо окатана (коэффициент окатанности 65—75), округлой и эллипсоидальной формы, часто с упорядоченным наклоном в сторону моря. В составе галек присутствуют в основном местные породы, поступавшие за счет разрушения абразионного уступа и дна, что свидетельствует о поперечном перемещении наносов в сторону моря.

Анализ кривых механического состава галечников выявляет почти во всех образцах наличие двух максимумов распределения. Максимумы обычно приходятся на галечную и песчаную фракции, минимумы — на гравийную и алеврито-глинистую. Наличие двухвершинных кривых распределения большинство исследователей интерпретируют как размыв или поступление в осадок исходного материала различной крупности (Кленова, 1948).

В динамическом отношении слой крупной гальки отображает одну из первых стадий аккумуляции наносов на поверхности бенча. В этот момент уклоны дна уже достигли таких величин, при которых наиболее крупный материал задерживался на поверхности бенча даже при сильных штормах. При затихании волнения происходило смещение зон седimentации материала различной крупности — крупная галька и валуны прекращали движение, а промежутки между ними заполнялись более подвижными песком и гравием.

Высокая активность гидродинамической обстановки препятствовала образованию богатых поселений донной фауны, поэтому большинство встреченных остатков моллюсков и усоногих раков находится в раздробленном состоянии.

В ходе повышения уровня моря зона наиболее активных движений

водной оболочки смешалась в сторону берега. На участке россыпи Террасовой обстановка активного пляжа, где обломочный материал перемещался прямым прибойным потоком, сменилась обстановкой пляжа донного волнения, при которой наносы перемещались волновыми движениями. Этому этапу соответствует накопление 3—4-метровой толщи мелкой гальки и линз песка. Как и в нижнем горизонте, галька хорошо окатана и имеет однородный петрографический состав, отражающий состав пород плотика. От нижележащего крупногалечного горизонта слой отличается относительно более высоким выходом тяжелой фракции (соответственно 1,5—2,0 и 3,0%), что, по-видимому, связано с большим количеством частиц песчаной размерности. Промышленного содержания золота в слое мелкой гальки не обнаружено, непромышленные и знаковые концентрации приурочены к горизонтам размыва внутри слоя.

Таким образом, по условиям формирования верхний горизонт пляжевой толщи близок нижнему, но соответствует менее активной гидродинамической обстановке.

Положение и условие питания россыпей на участке Террасовом. Промышленная концентрация золота в пляжевых отложениях установлена у правого борта погребенной долины и подножия абразионного уступа (см. рис. 48). Пляжевые россыпи формировались здесь за счет различных источников. Вблизи борта древней долины, по-видимому, перерабатывались собственно древние аллювиальные россыпи. На остальной части террасы источниками служилиrudопроявления, которые наблюдаются в плотике среди мощных зон дробленых, метаморфизованных и окварцованных пород, повсеместно имеющих следы интенсивного химического выветривания. С размещением большинства зон совпадают выходы пестроцветных глин коры выветривания мощностью 5—10 м. По данным пробирного анализа, содержание золота в ней составляет 0,1—2,0 г/т.

Золотоносные пластины. Распределение золота в пляжевых наносах имеет довольно неравномерный характер. В небольших количествах оно бывает рассеяно по всей толще пляжевых отложений, достигая максимума в приплотиковой части разреза. Мощность промышленного пласта колеблется от 0,2 до 1,8 м, составляя в среднем 0,9 м. Его верхняя граница в редких случаях поднимается над поверхностью коренных пород до 1,0 м, в среднем 20—40 см. Нижняя граница пласта обычно совпадает с подошвой «слоя вмывания».

Рельеф и строение пород плотика оказывают заметное влияние на морфологию пласта россыпи. Как правило, высокие концентрации бывают связаны с участками залегания на плотике «слоя вмывания». В этих местах просадка частиц золота вместе с песком и гравием в щебенистый горизонт коры выветривания достигает 1,0 м и наблюдается резкое увеличение мощности пласта (см. рис. 49).

По-видимому, места распространения «слоя вмывания» представляют участки длительной унаследованной аккумуляции частиц золота, которое вместе с песком и гравием глубоко проникло в толщу щебня и захоронилось от размыва. В целом по россыпи от 60 до 80% мощности пласта концентрируется в «слое вмывания» или трещиноватой зоне коренных пород, что указывает на слабую переработку пласта абразионной россыпи в период пляжевого накопления. Однако по среднему содержанию галечный слой пляжевых наносов несколько богаче «слоя вмывания».

В других случаях высокие концентрации золота связаны с западинами плотика, выполненными несортированной массой наносов. Наибольшее содержание отмечено у береговых склонов западин, которые подвергались интенсивному гидродинамическому воздействию при перестройке волн над пересеченной поверхностью дна. Аналогичный характер минералогической дифференциации отмечает П. А. Волков (1965) для верховых участков откосов подводных валов.

Характер и особенности распределения золота. Золото пляжевой россыпи участка Террасового отличается наибольшей сред-

ней крупностью — 2,08 мм. По весу 85% золоты относится к классам крупнее 1,0 мм. Распределение золота по классам крупности показано в табл. 26.

Таблица 26

Распределение частиц золота по классам крупности в россыпи Террасовой

Выход классов, %							Общий вес золота, мг	
10—7 мм	7—5 мм	5—3 мм	3—2 мм	2—1 мм	1—0,5 мм	0,5—0,25 мм		
1,9	11,0	19,1	28,8	24,7	9,3	4,6	0,8	53 410

Золото представлено комковидными, жилковидно-пластинчатыми и дендритовидными выделениями, небольшое количество золотин имеет губчатую и друзовидную форму. Большинство частиц золота плохо окатано, значительное количество находится в сростках с молочно-белым крупнозернистым кварцем.

В большинстве проб на золотинах отмечаются пленки, у более окатанных они представлены черными «рубашками» грейгита, а у неокатанных — бурыми и красными пленками гидроокислов железа. В количественном отношении преобладают бурые пленки гидроокислов железа, которые встречаются на всех участках россыпи; золотины же, покрытые грейгитом, наиболее удалены от береговой линии.

Проба большей части золотин 800—870, единичных губчатых золотин с зеленоватым оттенком 730—800. В составе элементов-примесей присутствуют медь и свинец.

В структуре золота, так же как и в его морфологии, отчетливо фиксируются следы механических деформаций, проявленные не только по линиям скольжения, но и в волокнистом строении золотин в целом, а также отдельными рекристаллизованными зернами по периферии монокристаллов.

Вторичные преобразования проявлены в золоте очень слабо и представлены межзерновыми высокопробными прожилками, подчеркивающими контуры зерен. Особенно интенсивно они развиваются в периферических частях золотин, образуя иногда сплошную сеть и достигая мощности 0,024 мм.

По морфологии, структуре и химическому составу золото пляжевой россыпи сходно с золотом близрасположенной аллювиальной россыпи р. Рывеем. Вместе с тем преобразования золота в зоне гипергенеза проявлены в разной степени. Золото пляжевой россыпи менее окатано и корродировано, а также менее преобразовано химически, что свидетельствует о более позднем поступлении его в россыпь и кратковременности процесса механической обработки.

Так же как и в других пляжевых россыпях, в россыпи Террасовой хорошо выражена продольная дифференциация частиц золота по крупности и степени сферичности; направление изменения этих параметров совпадает с направлением перемещения наносов вдоль берега к вершине залива.

Наиболее крупные и высокосферичные частицы золота, часто рудного облика и в сростках с кварцем, обычно залегают в верхах отдельных струй. По простирианию их отмечается весьма резкое изменение средней крупности частиц золота и сферичности на небольшом расстоянии (100—200 м). Последнее обусловлено тем, что перенос золота на этом участке осуществлялся вверх по профилю подводного берегового склона (угол 0,004) в результате асимметрии волновых скоростей.

Анализ сферичности частиц золота в классах 0,25; 0,5 и 1,0 мм по простирианию струй показывает согласные изменения ее в мелких классах и несогласные — в крупных. По-видимому, золото, как и частицы наносов различной крупности, испытывает движения различной амплитуды и направления.

Дифференциация золота по сферичности хорошо заметна также в вертикальном разрезе пласта. Характерно, что изометричное золото накапливается в «слое вмывания» и в верхнем щебенисто-глыбовом горизонте коры выветривания, а уплощенное — в вышележащих пляжевых галечниках. Разница веса золотин класса 0,25 мм сверху вниз по разрезу достигает двукратной величины. Проверка этого положения на большом материале позволяет полагать, что продуктивный пласт состоит из двух горизонтов: верхнего — с преобладанием пластинчатого и чешуевидного золота и нижнего — содержащего в основном сферичное золото. В ходе перестройки подводного аккумулятивного склона верхний слой, по-видимому, постоянно переформировался в соответствии с изменяющимися динамическими условиями, что вело к сортировке золота и обогащению нижнего горизонта наиболее сферичными частицами.

Особенности дифференциации золота при переносе находят отражение в пестроте распределения, а также в больших колебаниях выхода минералов тяжелой фракции и содержаний частиц золота. Изучение корреляции содержания золота и минералов тяжелой фракции (с помощью критерия χ^2 Пирсона) показало, что их присутствие и отсутствие в пробе связаны прямой зависимостью, значимой для 90-процентного уровня. С другой стороны, низкое содержание золота (до 0,65 г/м³) и минералов тяжелой фракции (до 1%) и относительно высокое содержание их связаны обратной зависимостью. Иначе говоря, высокие концентрации золота и минералов тяжелой фракции пространственно разобщены; их формирование скорее всего шло в различной гидродинамической обстановке. По-видимому, условия благоприятные для концентрации золота, возникали в фазу размыва (формирование валунно-галечной отмостки), а основная масса тяжелых минералов накапливалась при аккумуляции напосов, вместе с частицами песчано-гравийной размерности.

В заключение следует отметить, что особенности строения и развития россыпей тесно связаны с динамическими условиями участка побережья, его неотектоническим режимом, условиями переноса и литолого-минералогической дифференциации напосов. Большая подвижность береговой зоны во времени определяет частую смену этих условий. Поэтому прибрежно-морские россыпи представляют собой многостадийные образования.

Как следует из приведенных примеров и литературных источников, наиболее перспективными для формирования прибрежно-морских россыпей являются фацевальные обстановки, отличающиеся большой подвижностью водной оболочки. Среди них в первую очередь следует выделить обстановки пляжа и бенча, где чаще наблюдаются размывы и перемещение отложений, слагающих дно, что обеспечивает переработку коренных источников и промежуточных коллекторов.

В процессе переноса в прибрежно-морской обстановке частицы золота испытывают интенсивную сортировку по форме и размеру. Поэтому, раз золото является активным компонентом напосов, морфологические типы прибрежно-морских россыпей могут быть столь же разнообразны, как и способы переноса и аккумуляции отложений в береговой зоне. По-видимому, прибрежно-морские россыпи представляют собой не менее разнообразный класс месторождений, чем континентальные. К сожалению, в настоящее время о россыпях этого генетического типа имеется мало сведений, для подробной классификации их необходимы дальнейшие исследования.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ ДРЕВНИХ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА

Территория Северо-Востока СССР включает шельфы Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова и Охотского морей с протяженностью береговой линии свыше 5000 км. Геологическое строение побережья Северо-Востока свидетельствует о перспективности поисков россыпей золота прибрежно-морского генезиса в пределах как современного шельфа,

так и прибрежной суши, где проявились древние морские трансгрессии.

Геологическими исследованиями на арктическом и тихоокеанском побережье Северо-Востока выявлен целый ряд золотоносных зон, имеющих продолжение на шельфе — Мало-Ануйская, Раучуанская, Нейтлин-Нгаглойнипская, Пильхинкууль-Рывеемская, Уэленская, Золотогорская.

Коренные проявления золота представлены в основном кварцевыми жилами, минерализованными зонами дробления и прожилкования, залягающими преимущественно среди осадочных пород триаса и юры, прорванных многочисленными раннемеловыми интрузиями. Эти золоторудные проявления и месторождения послужили источниками питания целого ряда россыпей, известных в настоящее время па суше. Учитывая сложную кайнозойскую историю развития побережья Северо-Востока, неоднократное чередование морского и континентального режимов, происходившее на различных этапах неотектонической активизации, можно предполагать широкое участие этих источников в сфере прибрежно-морского россыпенеза.

Поиски россыпей в зоне древних трансгрессий на суше возможны традиционными способами бурения и опробования. Однако в конкретных ситуациях при разведке перспективных площадей постоянно возникают вопросы относительно ориентировки буровых линий, выбора рациональной поисковой сети, документации скважин и методики изучения продуктивных отложений и россыпей.

При поисках аллювиальных россыпей решение этих вопросов обычно базируется на использовании приближенной теоретической модели россыпей, параметры и основные особенности строения которой зависят от порядка долины, местоположения коренных источников и т. п.

Построение аналогичной модели необходимо и при поисках прибрежно-морских россыпей на суше. Оно должно основываться прежде всего на материалах палеогеографических, стратиграфических и геоморфологических исследований. Эти материалы позволяют понять морфодинамическую структуру побережья, выявить основные особенности гидродинамических процессов и судить о направленности развития берега, путях миграции потоков наносов, их вещественном составе и металлоносности.

В условиях арктического побережья Чукотской золотоносной провинции, где древние морские отложения и береговые линии в большинстве случаев перекрыты толщей более молодых образований, постановка поискового бурения ударно-механическим способом должна предшествовать подготовка площадей с помощью проходки линий колонковых скважин с разреженной сетью выработок. Эти линии должны по нормам пересечь весь древний подводный береговой склон, чтобы уточнить основные особенности его формирования и дать первые материалы о россыпной золотоносности. На основании данных колонкового бурения решают такие вопросы, как взаимоотношение морских отложений с континентальными, возраст и количество трансгрессий, рельеф древнего подводного берегового склона и фациальное строение морских отложений, мощность рыхлых наносов и их литолого-минералогический состав, направление простирации береговых линий и т. п. Так, в отличие от принятой стадийности работ при поисках аллювиальных и прибрежно-морских россыпей возникает потребность в дополнительной («рекогносцировочной») стадии буровых работ.

По сравнению с аллювиальными россыпями, поиски которых в подавляющем большинстве сосредоточены в узкой полосе речной долины, ширина перспективной в гидродинамическом отношении прибрежной части шельфа может составлять несколько километров или даже несколько десятков километров, так как переработка коренных источников под влиянием волновой деятельности может идти на огромных площадях. Поэтому к поискам россыпей в береговой зоне, по-видимому, целесообразно подходить как к поискам коренных источников — при помощи геофизических методов, в первую очередь высокоточной гравиметрической съемки, магнитной съемки, электропрофилирования и т. д.

Для сокращения объемов дорогостоящих геофизических работ на памеченную к опоискованию площадь предварительно составляют структурно-геоморфологические или неотектонические карты масштаба 1:200 000 с целью выявления перспективных в отношении золотоносности структур — зон высоких градиентов неотектонических движений, участков сочленения морфоструктур высокого порядка и т. д. Интересную информацию можно получить из анализа мегатрещиноватости, приуроченности рек различных порядков к зонам тектонических нарушений и т. п. Так, на северном побережье Чукотки долины рек высоких порядков, которые были заложены еще в дотрансгрессивный период, совпадают с зонами глубинных разломов; на этих же участках отмечаются повышенная золотоносность и отдельные промышленные россыпи золота. Россыпи здесь образовывались в результате совместного действия двух агентов — речной эрозии и морской абразии, что обеспечило относительно полную переработку коренных источников и высокую насыщенность россыпей.

Таким образом, составив представление о положении перспективных участков коренной золотоносности, а также об основных чертах развития и морфодинамических особенностях древней береговой зоны, можно наметить общую стратегию поисков прибрежно-морских россыпей на конкретном участке. Например, на площади, испытавшей длительное трансгрессивное развитие в условиях медленного относительного опускания, можно вскрыть бурением обширные участки с совершенно плоским, выработанным в процессе абразии коренным ложем. В зависимости от направленности и скорости трансгрессии может быть образован один или несколько уровней абразионных террас. Однако при больших скоростях трансгрессии абразионные террасы могут вообще не образоваться, как это наблюдается на Беринговоморском шельфе, где субаэральный рельеф и осадки захоронены без заметных изменений.

Регрессивный режим развития побережья чаще всего отмечается сериями террас с мощными аккумулятивными образованиями.

Поскольку основное место среди прибрежно-морских россыпей золота принадлежит автохтонным, главное внимание должно быть обращено на отложения, непосредственно контактирующие с коренными источниками.

К наиболее перспективным для поисков россыпей в первую очередь следует отнести те, формирование которых шло при высокой гидродинамической активности, т. е. в обстановке пляжа или бенча.

Отложения пляжа хорошо распознаются по совершенной окатанности обломков, их упорядоченной ориентировке, соотношению фракции осадков в гранулометрическом спектре, наличию морской фауны, диатомовых водорослей и т. д. В обстановке же активно формирующихся абразионных поверхностей значительной толщи осадков может вообще не образоваться. Здесь главное внимание должно быть уделено наблюдениям над рельефом коренного ложа, характером береговой линии и т. п.

Все это относится к общим задачам поисков — выявлению перспективных для постановки буровых работ площадей. Поисково-разведочные работы в пределах выделенных площадей должны базироваться на всем комплексе сведений, полученных в ходе рекогносцировочно-подготовительных работ. Главное внимание должно быть обращено на палеогеографические материалы, с тем чтобы еще до начала поисковых буровых работ можно было судить об основных этапах развития берега и подводного берегового склона и в соответствии с этим прогнозировать россыпи пляжевого либо абразионного типа. Это важно прежде всего потому, что поиски каждого типа россыпей требуют применения своей поисково-разведочной сети. Так, при анализе морфологии прибрежно-морских россыпей на рывеемском участке Валькарайской низменности установлено, что параметры поисковой сети, рассчитанной на выявление достаточно крупных по масштабам россыпей, должны составлять: 300×60 м — для россыпей абразионного типа, 600×30 м — для россыпей пляжевого типа. На стадии детальных

работ разведочная сеть должна сгущаться и составлять соответственно 100×20 м и $200 \times 40 - 20$ м.

В процессе детальных разведочных работ чаще всего возникают такие вопросы, как правильная оконтурочка промышленного тела россыпи, увязка отдельных разрозненных струй, определение положения питающих источников, направление перемещения золота в россыпи и т. д. Ценные данные могут быть получены в результате систематического изучения гранулометрического состава золота, на основании чего можно составлять карты вертикальных запасов по отдельным наиболее представительным моноклассам. Анализ таких карт дает более достоверные сведения о форме россыпи, положении границ промышленных контуров, чем карты вертикальных запасов, построенные по стандартной методике.

Интересные материалы о направлении перемещения частиц золота и закономерностях переноса его от коренного источника можно получить в результате изучения характера их дифференциации по степени гидравлической крупности (Кистеров, Сухорослов, 1975). Однако при интерпретации ее важно учитывать такие особенности формирования россыпей, как возможность переноса золота на подводном склоне против уклона плотика, наличие дифференциации частиц золота не только в продольно-поперечном, но и в вертикальном разрезе пласта, глубокую просадку частиц золота в трещиноватую зону коренных пород и т. д.

Л и т е р а т у р а

- Аксенова В. Д., Геникин П. О., Драбкин И. Е. Влияние эрозионного среза на распределение россыпей в золотоносных зонах Яно-Колымского пояса.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.
- Аникеев И. П., Гамиянин А. Н., Гельман М. Л., Грипберг Г. А., Драбкин И. Е., Кругоус М. П. О связи золотого оруденения и магматизма на Северо-Востоке СССР. — В кн.: Магматизм Северо-Востока Азии. Магадан, 1976 (Тр. I Сев.-Вост. петрограф. совещ., ч. III).
- Анкудинов Л. А., Баранова Ю. П., Бискэ С. Ф., Фрадкина А. Ф. Рабочая стратиграфическая схема расчленения неогеновых отложений неотектонических впадин северного побережья Охотского моря.— В кн.: Кайнозой Северо-Востока СССР (Тез. докл. Межведомств. стратиграф. совещ.). Магадан, 1975.
- Бабкин П. В., Беккер А. Г., Геникин П. О., Лященко А. М., Синюгина Е. Я., Цопанов О. Х. К методике региональной прогнозной оценки запасов россыпей в старых золотоносных районах.— «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 23. Магадан, 1977.
- Бабкин П. В., Вельдяков Ф. Ф., Гельман М. Л., Геникин П. О., Петров В. И., Утий П. П., Цопанов О. Х. Коренная и россыпная золотоносность Магаданской области.— В кн.: Геология и геохимия золоторудных месторождений Сибири. Новосибирск, 1975.
- Баранова Ю. П. Развитие морфоструктур Северо-Востока Сибири в мезозое и кайнозое. Новосибирск, «Наука», 1967.
- Баранова Ю. П., Бискэ С. Ф. Северо-Восток СССР, сер. история развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М., «Наука», 1964.
- Бачи З. З. Геохимическая интерпретация магнитной активности некоторых осадочных пород и вероятная связь ее с рудопроявлениями золота.— «Колыма», 1970, № 1.
- Беккер А. Г., Попов М. В., Белая Б. В. Новые данные о строении Средне-Берележской впадины, возрасте и золотоносности ее отложений.— «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 21. Магадан, 1974.
- Беляев И. В., Беляева Д. Н., Мигович И. М. Изверженные породы Северо-Востока СССР в аномалиях магнитного и гравитационного поля.— В кн.: Магматизм северо-востока Азии. Магадан, 1976 (Тр. I Сев.-Вост. петрограф. совещ., ч. III).
- Беляев И. В., Морозова Г. К., Шипилько Л. Г. О природе магнитных аномалий бассейна р. Берелех. «Колыма», 1970, № 1.
- Беспалый В. Г., Павлов Г. Ф., Сухорослов В. Л. Прибрежные россыпи Северо-Востока СССР.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.
- Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. ГОНТИ, 1938.
- Билибин Ю. А. О возрасте некоторых золоторудных месторождений Колымского района.— «Советская геология», 1940, № 5—6.
- Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. Изд. 2-е. М., АН СССР, 1955.
- Богомягков П. П. О некоторых особенностях образования россыпей золота на примере месторождений бассейна р. Дебин.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.
- Божинский А. П. Группировка россыпных месторождений для выбора эффективных методов их разведки.— «Матер. по геол. цветн., редк. и благородн. металлов», вып. 2. М., 1958.
- Божинский А. П. Общие вопросы методики разведки россыпных месторождений.— В кн.: Методы разведки и подсчета запасов россыпных месторождений полезных ископаемых. М., «Недра», 1965 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 65).
- Божинский А. П. Характеристика россыпей различных генетических и морфологических типов и методические указания по их разведке.— В кн.: Методы разведки и подсчета запасов россыпных месторождений полезных ископаемых. М., «Недра», 1965 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 65).
- Бондаренко Н. Г. Некоторые вопросы геологии россыпей. ОТИ СИХ. Магадан, 1957.
- Бондаренко Н. Г. Образование, строение и разведка россыпей. М., «Недра», 1975.
- Бронштейн Б. М., Казанцев Ю. П., Майков Л. А. Геологическая эффективность гравиметрических съемок при изучении Чаунского рудного района.— «Колыма», 1972, № 8.
- Бронштейн Б. М., Прусс Ю. В. Геолого-геофизические предположения поисков россыпей золота в Банкремском районе.— «Колыма», 1971, № 8.
- Валлер А. П., Гасапов Ш. Ш., Лебедев С. А., Ложкин А. В. К вопросу о раннеантропогеновом оледенении на Северо-Востоке СССР.— «Колыма», 1966, № 6.
- Васильковский А. П. Очерк стратиграфии антропогеновых (четвертичных) отложений Крайнего Северо-Востока Азии.— «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 16. Магадан, 1963.
- Васильковский А. П. Схема геоморфологического устройства и районирования

Крайнего Северо-Востока СССР в картографическом выражении. — «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 16. Магадан, 1963.

Васьковский А. П., Терехова В. Е. Антропогеновая (четвертичная) система. — В кн.: Геология СССР. Т. XXX, кн. 1. М., «Недра», 1970.

Вацколов Ю. А. Глубинные разломы юга Яно-Кольмской складчатой зоны и Охотско-Чаусского вулканогенного пояса и их роль в образовании гранитоидных интрузий и формировании структур (по геофизическим данным). — «Советская геология», 1963, № 4.

Воларович Г. П., Шохор Ф. А. Связь россыпей золота с коренными источниками на примере Дальнего Востока. — В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.

Волков П. А. Экспериментальные исследования механизма сортировки тяжелых минералов в береговой зоне моря. — В кн.: Геология россыпей. М., «Наука», 1965.

Вольфсон Ф. И. Вертикальный размах оруденения гидротермальных месторождений. — В кн.: Рудообразование и его связь с магматизмом, 1972.

Воробьев В. П., Крапивнер Р. Б. Предварительная типизация прибрежно-морских россыпей. — «Изв. вузов. Сер. геология и разведка», 1974, № 1.

Гаманин Г. Н. Минеральные типы золоторудных месторождений. — В кн.: Позднемезозойский магматизм и золотое оруденение Верхне-Индигирского района. М., «Наука», 1971.

Геникин П. О. Особенности строения и формирования россыпей золота в долинах разных порядков на Северо-Востоке СССР. — «Колыма», 1972, № 2.

Геникин П. О. К вопросу о связи особенностей развития речных долин разных порядков с масштабами их золотоносности. — «Колыма», 1975, № 3.

Геникин П. О., Крутус В. И. Распределение золота в аллювиальных россыпях и дальность его переноса. — «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 12. Магадан, 1974.

Геникин П. О., Шляпникова З. Н. Методическое руководство по составлению карт золотоносности масштаба 1:100 000 и карт россыпей масштаба 1:25 000 с элементами прогноза для территорий золотоносных районов Северо-Востока СССР. Магадан, 1969.

Геологический словарь. М., «Недра», 1973.

Герасимов И. П., Мещеряков Ю. А. Понятия «морфоструктура» и «морфоскульптура» и использование их в целях геоморфологического анализа. — В кн.: Рельеф Земли. М., «Наука», 1967.

Герепчук К. И. Тектонические закономерности в орографии и речной сети Русской равнины. Изд. Львовск. ун-та, 1960.

Гольдфарб Ю. И. Стратиграфия четвертичных отложений верховьев Колымы. — В кн.: Проблемы изучения четвертичного периода. М., «Наука», 1972.

Гольдфарб Ю. И. Структурно-геоморфологическая карта Главного Колымского золотоносного пояса (Объяснительная записка). — Информ. бюлл. СВГУ, вып. IV. Магадан, 1972.

Гольдфарб Ю. И. Пять плейстоценовых оледенений в бассейне р. Берелех. — «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 20. Магадан, 1972.

Гольдфарб Ю. И., Геникин П. О. К подразделению флювиальных россыпей по условиям образования. — В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.

Гольдфарб Ю. И., Карапанова Т. И. Возраст погребенных россыпей золота Малык-Сиенской впадины. — В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.

Горбунов Е. З. Закономерности распределения золота в аллювиальных россыпях и их практическое значение при поисках. — В кн.: Геология россыпей. М., 1965.

Городинский М. Е., Толокольников А. И. Погребенные россыпи золота в ледниковых районах Западной Чукотки. — «Колыма», 1970, № 9.

Городинский М. Е., Толокольников А. И., Цопанов О. Х. Закономерности размещения, основные типы и возраст россыпей золота Западной Чукотки. — В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.

Громов В. И., Красков И. И., Никифорова К. В., Шанцер Е. В. Схема подразделения антропогена. — «Бюлл. комиссии по изучению четвертичного периода», 1969, № 36.

Давиденко Н. М. Минералого-geoхимические признаки генетической связи россыпей с коренными источниками золота Западной Чукотки. — «Матер. по геол. и полезн. ископ. Якутской АССР», вып. 17. Якутск, 1970.

Давиденко Н. М. Минералогические ассоциации и условия формирования золотоносных кварцевых жил Мало-Ануйского района Западной Чукотки. Новосибирск, «Наука», 1975 (Тр. СВКНИИ, вып. 56).

Дорт-Гольц Ю. Е. О возрасте золотоносных отложений Отроженского узла. — «Колыма», 1972, № 11.

Дорт-Гольц Ю. Е. Геоморфологические условия формирования россыпей Отроженского золотоносного узла. — «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 21. Магадан, 1974.

Желин С. Г. Неотектонические структуры и их роль в формировании и по-

- требении россыпей.— В кн.: Актуальные проблемы геологии золота на Северо-Востоке СССР, вып. 44. Магадан, 1972.
- Желенин С. Г. Особенности россыпебобразующих формаций золота на Северо-Востоке.— В кн.: Новые данные по геологии Северо-Востока. Магадан, 1973 (Тр. СВКНИИ, вып. 55).
- Загрузина И. А., Непашев И. И. Основные итоги геохронологических исследований на Северо-Востоке СССР.— В кн.: Магматизм Северо-Востока Азии. Магадан, 1974 (Тр. I Сев.-Вост. петрограф. совещ., ч. 1).
- Зелкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. Изд. АН СССР, 1962.
- Иванов В. В., Аникудинов Л. А., Коршунов А. А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности кайпозойских впадин северного побережья Охотского моря.— В кн.: Вопросы геологии и нефтегазоносности Востока СССР. Изд. МГУ, 1975.
- Казакевич Ю. П., Рыжов Б. В., Голубев В. К., Попов В. А., Хусаинов М. А. Погребенные россыпи золота побережья Чукотского моря (Тез. докл. IV Всесоюзн. совещ. по геол. россыпей). Киев, 1973.
- Калинин А. И. Титановая минерализация в осадочных породах Ветренского золоторудного месторождения и структура магнитного поля.— «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 22. Магадан, 1975.
- Карташов И. П. Флювиальные рельефообразующие процессы. Магадан, 1957 (Тр. ВНИИ-1, вып. 29. Геология).
- Карташов И. П. Генетические типы и фации рыхлых отложений, приуроченных к речным долинам Северо-Востока СССР. ОТИ СНХ. Магадан, 1958.
- Карташов И. П. Фации, динамические фазы и свиты аллювия.— «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1961, № 9.
- Карташов И. П. Генетическая классификация аллювиальных отложений и связанных с ними россыпей.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука», 1965.
- Карташов И. П. Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран. М., «Наука», 1972.
- Карташов И. П. Морфологические особенности продуктивного пласта аллювиальных россыпей— результат взаимодействия флювиальных и денудационных процессов.— «Колыма», 1976, № 2.
- Карташов И. П., Шило Н. А. Закономерности размещения россыпей, обусловленных экзогенными процессами.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 3. М., 1960.
- Кашменская О. В. Дальность переноса золота как функция развития рельефа.— В кн.: Транспортировка полезных ископаемых в россыпях (Тез. докл.). Изд. Якутск. филиала АН СССР, 1975.
- Кашменская О. В., Хворостова З. М. Геоморфологический анализ при поисках россыпей на примере золотоносных районов Колымы, Индигирки.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука», 1965.
- Кипп К. А. М. Пляжи и берега. М., «Иностранный литература», 1963.
- Кистеров К. В. Уплощенность частиц золота и закономерности их миграции в процессе образования аллювиальных россыпей.— «Геология рудных месторождений», 1976, № 2.
- Кистеров К. В., Сухорослов В. Л. Гидравлическая крупность частиц золота и ее роль в формировании россыпей.— «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 22. Магадан, 1975.
- Клепова М. В. Геология моря. М., Учпедгиз, 1948.
- Кобылянский Ю. Г., Оспипов А. П. О значении конгломератов Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.— «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 22. Магадан, 1975.
- Колесов С. В. Уплощение и гидродинамическая сортировка россыпного золота.— «Изв. вузов. Сер. геология и разведка», 1974, № 1.
- Колесов С. В. О гидродинамических процессах формирования прибрежно-морских россыпей кассiterита и золота.— «Изв. вузов. Сер. геология и разведка», 1975, № 1.
- Крайчинов Р. Б. Геологические аспекты методики поисков аллохтонных россыпей золота на щельфе Западной Камчатки.— «Изв. вузов. Сер. геология и разведка», 1975, № 11.
- Красков В. В., Лобанов В. В. Использование критериев математической статистики и кибернетики при изучении закономерностей размещения россыпей.— В кн.: Проблемы геологии россыпей (Тез. докл. III Всесоюзн. совещ. по геол. россыпей). Магадан, 1969.
- Кругоус В. И. Флювиогляциальный тип россыпей в Берелехском районе Яно-Колымского золотоносного пояса.— «Колыма». 1973, № 1.
- Кругоус В. И., Беккер А. Г. Роль ледников в преобразовании россыпей.— «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 21. Магадан, 1974.
- Кукли А. П. Использование программ распознавания при металлогеническом прогнозировании в Чукотской складчатой области (Северо-Восток СССР). Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. геол.-минер. наук. М., ИГЕМ, 1970.
- Кухаренко А. А. Минералогия россыпей. М., Госгеолтехиздат, 1961.

Кыптымов А. И. Стратиграфия четвертичных отложений бассейна среднего течения реки Амгуэмы (Чукотский полуостров).—В кн.: Проблемы изучения четвертичного периода. М., «Наука», 1972.

Лаврушин Ю. А. Четвертичные отложения Шпицбергена. М., «Наука». 1969.

Ламакин В. В. Динамические фазы речных долин и аллювиальных отложений.—«Землеведение» (Сб. Моск. общ-ва испытат. природы), т. 11 (XII), 1948.

Ли Л. В. К изучению закономерностей распределения золота в россыпях.—«Колыма», 1965, № 4.

Маслов Ю. С. О золотоносности донных осадков прибрежной зоны Восточно-Сибирского моря.—«Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 21. Магадан, 1974.

Мацуев Л. П. Справочник по разработке россыпей. Вып. 6. Обогащение. Магадан, 1961.

Медведев В. С. Некоторые черты строения и динамики западного побережья острова Сахалина. М., 1961 (Тр. Океанографич. комиссии АН СССР, т. 8).

Мерзляков В. М., Терехов М. И. Проблема срединных массивов Северо-Востока СССР.—В кн.: Геологические исследования на Северо-Востоке СССР. Магадан, 1975.

Моисеенко В. Г., Фатьянов И. И., Карнаух Ю. А. Взаимоотношение малых интрузий и золотого оруденения в Приамурье.—В кн.: Рудообразование и его связь с магматизмом. Якутск, 1969.

Найдородин В. И., Сидоров А. А. О вулканогенно-плутоногенном ряде золоторудных формаций в Охотско-Чукотском вулканогенном поясе.—«Геология и геофизика», 1971, № 9.

Нестеров Н. В. Вторичная зональность золоторудных месторождений Якутии.—«Изв. Томск. политехн. ин-та», вып. 239, 1970.

Нифонтов Р. В. Геология россыпей (Тр. треста «Золоторазведка» и НИГРИзолота). М.—Л., 1937.

Орлова З. В. Фациональное строение, литологические особенности и возраст аллювиальных отложений бассейна р. Ичуевем. Магадан, 1963 (Тр. СВКНИИ, III).

Павлов Г. Ф., Травин Ю. А. Некоторые факторы, контролирующие размещение россыпей в полиминеральных провинциях. Магадан, 1972 (Тр. СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, вып. 44).

Папов Б. П. Количественная характеристика речной сети. Л., 1948 (Тр. Гос. гидрологич. ин-та, вып. 4 (58)).

Переляев А. П. О составе и строении выделений самородного золота.—«Зап. Всесоюзн. минерал. общ-ва», Сер. 2, ч. 8, вып. 3. М.—Л., 1953.

Петров О. П., Дешевых А. П., Казакова Г. П. К вопросу о генетических и возрастных особенностях золотоносных отложений месторождения Прибрежное.—«Колыма», 1972, № 12.

Петровская Н. В. Самородное золото. Общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса. М., «Наука», 1973.

Петровская Н. В., Фастолович А. И. Морфологические и структурные особенности самородного золота.—В кн.: Матер. по минералогии золота. ОБТИ, Главцветмет, 1952.

Петрушевский Б. А. Вопросы геологической истории и тектоники Восточной Азии. М., «Наука», 1964.

Полянин В. А. Литологические исследования четвертичных отложений долин Волги и Камы на территории Татарии.—«Уч. зап. Казанск. ун-та», т. 117, кн. 4, 1957.

Поляниченко А. В., Тищенко Е. И. Опыт статистического определения рациональных параметров сети выработок для поисков и разведки золотороссыпных месторождений.—В кн.: Вопросы морфометрии. Изд. Саратовск. ун-та, 1967.

Постоленко Г. А., Джобадзе Т. Ф. Геоморфологическое положение аллювия в долинах Яно-Колымского пояса.—«Колыма», 1975, № 7.

Пуминов А. П., Дегтяренко Ю. П., Ломаченко В. С. Неотектоника, палеогеография и процессы россыпенообразования на Севере Чукотки в кайнозое.—В кн.: Новейшая тектоника и палеогеография Советской Арктики в связи с оценкой минеральных ресурсов (Сб. статей). Л., 1972.

Разумихин Н. В. Гидродинамика потока и миграционная способность зерен минералов.—В кн.: Транспортировка полезных ископаемых в россыпях (Тезисы докл.). Изд. Якутск. филиала СО АН СССР, 1975.

Резанов И. А. Вопросы новейшей тектоники Северо-Востока СССР. М., «Наука», 1964.

Резиник Ю. М., Рожков Ю. П., Шипицын Г. П. О золотоносности конгломератов мыса Астрономического (Северное Приохотье).—«Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 21. Магадан, 1974.

Ржаницын Н. А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. М., Гидрометеоиздат, 1960.

Рожков И. С. Основные факторы образования россыпей и характеристика их типов.—«Разведка и охрана недр», 1955, № 4.

- Садовский А. И. О магматических формациях и металлогенезе Амурского мегаантклиниория.—«Советская геология», 1966, № 4.
- Сакс С. Е. Некоторые вопросы динамики морского россыпнеобразования.—«Изв. вузов. Сер. геология и разведка», 1975, № 11.
- Самылина В. А. Палеоботаническое обоснование стратиграфии верхнеюрских, нижнемеловых и сепоманских отложений Северо-Востока СССР.—В кн.: Мезозой Северо-Востока СССР (Тезисы докл. междунар. стратигр. совещ.). Магадан, 1975.
- Сапрыкин А. А., Яблокова С. В. Особенности внутренней структуры золота из древних россыпей Приамурья.—«Изв. Томск. политехи. ин-та», т. 239, 1970.
- Сергеенко А. И. История развития рельефа и условия формирования золотоносных россыпей Яно-Омолонского междуречья.—В кн.: Россыпи золота и их связи с коренными месторождениями в Якутии. Якутск, 1972.
- Сигов А. П. Историческая преемственность россыпей.—В кн.: Геология россыпей. М., «Наука», 1965.
- Симаков А. С. О крупном разломе в бассейне р. Колымы.—«Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 5. Магадан, 1949.
- Синюгина Е. Я. О некоторых типах аллювиальных отложений и золотоносных пластах Ленского района (бассейн р. Бодайбо). М., 1961 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 38).
- Синюгина Е. Я., Воларович Г. П., Яблокова С. В. О связи аллювиальных россыпей золота с коренными источниками. М., 1967 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 76).
- Синюгина Е. Я., Григорьева А. И., Дубинчик А. Н., Лапина Л. Я. К вопросу о распределении золота по протяжению аллювиальных россыпей. М., 1972 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 103).
- Синюгина Е. Я., Григорьева А. И., Лапина Л. Я. К методике составления комплексных профилей при изучении россыпей. М., 1972 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 103).
- Синюгина Е. Я., Лапин С. С. Распределение золота в аллювиальных россыпях. М., 1967 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 76).
- Скорняков П. И. Контактовые минералы в кварцевых золотоносных жилах из бассейна ручья Игуменовского на Колыме.—«Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 7. Магадан, 1949.
- Скорняков П. И. Следы контактового метаморфизма в золотоносной жиле № 1 из района руч. Штурмового на Колыме.—«Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 5. Магадан, 1949.
- Скорняков П. И. Систематика золоторудных месторождений Северо-Востока СССР.—«Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 4. Магадан, 1949.
- Смолин А. П. Самородки золота Урала. М., «Недра», 1970.
- Спиридонов Э. М. Фациальность плутонов крымкундукской интрузивной серии Северного Казахстана в связи с рудоносностью. Свердловск, 1975 (Тр. ин-та геол. и геохим. Уральск. научн. центра АН СССР, вып. 12).
- Страхов Н. М. Основы теории литогенеза, т. II. Изд. АН СССР, 1962.
- Сухорослов В. Л., Стружков Ф. Э. Новый тип золотых россыпей Чукотки.—В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.
- Тильман С. М. Особенности орогенного развития тихоокеанских мезозоид. Магадан, 1973 (Тр. СВКНИИ, вып. 55).
- Тильман С. М., Белый В. Ф., Николаевский А. А., Шило Н. А. Тектоника Северо-Востока СССР (Объяснительная записка к тектонической карте СВ СССР м-ба 1:2 500 000). Магадан, 1969 (Тр. СВКНИИ, вып. 35).
- Толокольников А. И. Некоторые особенности россыпной золотоносности небольших долин Западной Чукотки.—«Колыма», 1970, № 10.
- Травин Ю. А. К вопросу о тектонической природе спрямленных участков долин в верховых Колымы.—«Колыма», 1963, № 10.
- Травин Ю. А. Зависимость продуктивности золотоносных долин от их порядка в некоторых районах Яно-Колымского пояса.—«Колыма», 1966, № 4.
- Травин Ю. А. Некоторые особенности строения аллювиальных россыпей современных речных долин на Северо-Востоке СССР. Магадан, 1972 (Тр. СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, вып. 44).
- Травин Ю. А., Богомягков П. П., Волошин П. Д., Лопушинский П. Ф., Федотов А. И. К методике разведки россыпей золота на Северо-Востоке СССР.—«Колыма», 1974, № 1.
- Травин Ю. А., Волошин П. Д., Федотов А. И. Некоторые особенности аллювия в золотоносных долинах верхней Колымы.—«Колыма», 1973, № 9.
- Травин Ю. А., Федотов А. И. О роли некоторых геологического-структурных факторов в формировании россыпей золота на примере Северо-Востока СССР.—В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.
- Трофимов В. С. Прибрежно-морские россыпи и условия их возникновения.—В кн.: Вопросы накопления и распространения тяжелых минералов в прибрежно-морских россыпях. Рига, 1960.
- Трушков Ю. Н. Точность разведочных данных и подсчет запасов на россыпях. Магадан, 1955.

Трушков Ю. Н. Условия формирования и закономерности распределения россыпей в мезозондах Якутии. М., «Наука», 1971.

Трушков Ю. Н., Избеков Э. Д. Транспортировка полезных компонентов как следствие эволюции россыпей.— В кн.: Транспортировка полезных ископаемых в россыпях (Тезисы докл.). Изд. Якутск. филиала СО АН СССР, 1975.

Тюфяков Л. В. Некоторые вопросы золотоносности и связь россыпей с коренными источниками в юго-западной части Тенькинского района.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.

Файзуллин Р. М., Турчинова О. М. О формах связей россыпей золота с коренными источниками и промежуточными коллекторами.— «Докл. АН СССР», т. 212, вып. 1, 1973.

Филиппова Г. Г. О возрасте флористических комплексов из верхне-мезозойских отложений Северо-Востока СССР.— В кн.: Мезозой Северо-Востока СССР. Магадан, 1975.

Философов В. П. Порядки долин и их использование при геологических исследованиях. Саратов, 1959.

Филосов В. П. О значении порядков долин и водораздельных линий при геолого-геофизических исследованиях.— В кн.: Вопросы морфометрии, вып. 2. Изд. Саратовск. ун-та, 1967.

Фирсов Л. В. Главнейшие структурно-морфологические типы золоторудных месторождений Яно-Колымского золотоносного пояса. Магадан, 1957 (Тр. ВНИИ-1, вып. 2. Геология).

Фирсов Л. В. Структуры, морфология, минералогия и оруденение Игуменовского золоторудного месторождения. Магадан, 1958.

Фирсов Л. В. Формации золото-кварцевых месторождений Яно-Колымского пояса, ее главнейшие особенности и проблемы генезиса.— В кн.: Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1964.

Флеров В. К. Современные аллювиальные россыпи на косах и намывных островах. М.—Л., 1937 (Тр. треста «Золоторазведка» и НИГРИ золота, вып. 5).

Флеров И. Б. Опыт систематики россыпей золота Шаманих-Столбовского района по условиям их формирования.— «Колыма», 1971, № 4.

Флеров И. Б. Поисковые критерии россыпей золота (на примере Северо-Востока СССР). М., 1976 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 123).

Флеров И. Б., Беккер А. Г., Седов Б. М. Опыт выявления, оценки и разведки (в комплексе с геофизическими исследованиями) погребенных россыпей золота на Северо-Востоке СССР.— Реф. сб. Сер. геология, методы поисков и разведки месторожд. цветы, редк. и благородн. металлов, № 12. М., ВИЭМС, 1971.

Флеров И. Б., Гепкин П. О., Беккер А. Г., Дорт-Гольц Ю. Е. Размещение и условия формирования древних россыпей золота на Северо-Востоке СССР.— В кн.: Древние россыпи. Киев, «Наукова думка», 1977.

Флеров И. Б., Гольдфарб Ю. И. Геоморфологические исследования при поисках и разведке россыпей.— В кн.: Методическое руководство по разведке россыпей. Магадан, 1974.

Флеров И. Б., Сухорослов В. Л. Древние прибрежно-морские россыпи золота Валькарайской низменности.— «Матер. по геол. и полезн. ископ. СВ СССР», вып. 21. Магадан, 1974.

Флеров И. Б., Шишкян В. А., Шашурина И. Т. О морфологии и возрасте золоторудных тел Шаманих-Столбовского района.— «Колыма», 1970, № 10.

Хаин В. Е. Возрождение (эпиплатформенные) орогенные пояса и их тектоническая природа.— «Советская геология», 1965, № 7.

Хортон Р. Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. М., 1948.

Хрипков А. В. Распределение золота в россыпях Северо-Востока и густота сети поисковой разведки. ОТИ СНХ, Магадан, 1958.

Шапцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. М., 1951 (Тр. ИГН, вып. 135, сер. геологич., № 55).

Шапцер Е. В. О генетических типах континентальных отложений и генетических типах россыпей.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука», 1965.

Шило Н. А. Форма переноса золота при образовании россыпей. Магадан, 1955 (Тр. ВНИИ-1, вып. 9. геология).

Шило Н. А. Геологическое строение и коренные источники Яно-Колымского пояса россыпей золотоносности. Магадан, 1960 (Тр. ВНИИ-1, вып. 63, геология).

Шило Н. А. Четвертичные отложения Яно-Колымского золотоносного пояса, условия и этапы их формирования. Магадан, 1961 (Тр. ВНИИ-1, вып. 66, геология).

Шило Н. А. Рассыпь Яно-Колымского золотоносного пояса. Магадан, 1963 (Тр. СВКНИИ СО АН СССР, вып. 6).

Шило Н. А. К истории развития низменностей субарктического пояса Северо-Востока Азии.— В кн.: Тектоника и глубинное строение Северо-Востока СССР. Магадан, 1964 (Тр. СВКНИИ СО АН СССР, вып. 11).

Шило Н. А. Рельеф и геологическое строение.— В кн.: Север Дальнего Востока. Природные условия и естественные ресурсы СССР. М., «Наука», 1970.

Шило Н. А. Рассыпьобразующие рудные формации и связь с ними россыпей.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.

Шило Н. А., Беспалый В. Г., Павлов Г. Ф. Картографическое отображение новейшей тектоники.— «Колыма», 1971, № 1.

Шило Н. А., Драбкин И. Е., Желниш С. Г., Генкин П. О., Травин Ю. А. Принципы и методы прогнозирования россыпной золотоносности.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970.

Шило Н. А., Мерзляков В. М., Терехов М. И., Тильман С. М. Алазейско-Олойская эвгеосинклинальная складчатая система — новый элемент мезозонд Северо-Востока СССР.— «Докл. АН СССР», т. 210, № 5, 1973.

Шило Н. А., Орлов а З. В. Процессы выветривания и их отражение в антропогенных отложениях северо-восточной Азии.— В кн.: Актуальные проблемы геологии золота на Северо-Востоке СССР. Магадан, 1972.

Шило Н. А., Сидоров А. А., Найдородин В. И., Гончаров В. И. Золоторудные формации Северо-Востока СССР.— «Докл. АН СССР», т. 188, № 4, 1969.

Шохор Ф. А., Коновалов М. С. Строение и минеральный состав склоновых образований Тумнинского золотоносного узла (северный Сихотэ-Алинь). М., 1972 (Тр. ЦНИГРИ, вып. 103).

Шульц С. С. Геоструктурные области и положение в структуре земли областей горообразования по данным новейшей тектоники СССР.— В кн.: Активизированные зоны земной коры, новейшие тектонические движения и сейсмичность. М., «Наука», 1964.

Щеголев А. П. О золотоносности меловых конгломератов в верховьях Колымы.— «Колыма», 1970, № 9.

Яблокова С. В. Определение относительного времени поступления золота в россыпи (на примере Яно-Колымского пояса и Чукотки).— В кн.: Древние и погребенные россыпи СССР, ч. 2. Киев, «Наукова думка», 1977.

Яблокова С. В., Рыжов Б. В. О роли древнего золота в питании четвертичных россыпей Марийской Тайги.— «Изв. вузов. Сер. геология и разведка». 1972, № 10.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие (П. О. Генкин, Е. Я. Синюгина, О. Х. Цопанов)	3
ЧАСТЬ I. ОБЩИЕ ЧЕРТЫ КОРЕННОЙ И РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР	
Гла́ва I. Размещение и характер коренных источников россыпей	6
Закономерности размещения коренных источников и районирование площадей россыпной золотоносности (Н. Я. Болотова, П. О. Генкин, О. Х. Цопанов)	6
Характеристика коренных источников	10
Структурно-морфологические типы (Н. Я. Болотова)	10
Структура и текстура руд (Н. Я. Болотова)	12
Минерально-geoхимические типы коренных источников (Н. Я. Болотова, С. В. Яблокова)	17
Соотношение запасов коренных источников и россыпей (Н. Я. Болотова)	22
Гла́ва II. Типы морфоструктур и неоструктур (Ю. И. Гольдфарб)	24
Верхояно-Чукотская область	25
Корякско-Камчатская область	30
Гла́ва III. Стратиграфия золотоносных отложений (Ю. И. Гольдфарб)	31
Верхнемеловые, палеогеновые и неогеновые отложения	31
Четвертичные отложения	33
Гла́ва IV. Общая характеристика и условия формирования аллювиальных неогеновых и четвертичных россыпей	37
Группа неогеновых россыпей (Ю. Е. Дорт-Гольц, О. Х. Цопанов)	38
Группа четвертичных россыпей (П. О. Генкин, Е. Я. Синюгина, О. Х. Цопанов, С. В. Яблокова)	44
Гла́ва V. Перенос золота при формировании аллювиальных россыпей (П. О. Генкин, Е. Я. Синюгина)	56
ЧАСТЬ II. СТРОЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ РОССЫПЕЙ В РАЗЛИЧНОЙ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ	
Гла́ва I. Строение, параметры и условия формирования россыпей в долинах разных порядков горных областей	65
Строение аллювия и морфология долин разных порядков	65
Характеристика водотоков разных порядков (П. О. Генкин, Е. Я. Синюгина)	65
Строение долин разных порядков (П. О. Генкин, Е. Я. Синюгина, О. Х. Цопанов)	68
Аллювиальные отложения долин разных порядков (Е. Я. Синюгина, О. Х. Цопанов)	74
Время заложения долин разных порядков (Е. Я. Синюгина)	79
Россыпи долин разных порядков (П. О. Генкин, Е. Я. Синюгина, О. Х. Цопанов)	79
История и состояние вопроса	79
Россыпи долин низких, средних и высоких порядков	82
Сравнительная характеристика россыпей долин низких, средних и высоких порядков	107
Рекомендации по практическому использованию результатов исследования (П. О. Генкин, Е. Я. Синюгина, О. Х. Цопанов)	112
Гла́ва II. Условия формирования россыпей в мезо кайнозойских впадинах	118
Россыпеконтролирующие факторы (И. Б. Флеров)	119
Основные черты россыпной золотоносности впадин	122
Прибрежные впадины (И. Б. Флеров)	122
Межгорные впадины (А. Г. Беккер, И. Б. Флеров)	127
Внутригорные впадины (А. Г. Беккер, И. Б. Флеров)	127
Основные методы прогнозирования при поисках россыпей во впадинах (А. Г. Беккер, И. Б. Флеров, О. Х. Цопанов)	133
Гла́ва III. Размещение запасов по протяжению аллювиальных россыпей (П. О. Генкин, Е. Я. Синюгина, О. Х. Цопанов)	136
Размещение запасов в россыпях, формирующихся при вскрытии коренных источников в долинах кругопадающих водотоков	136
Размещение запасов в россыпях, формирующихся при вскрытии коренных источников в долинах пологопадающих водотоков	139
Размещение запасов в сочлененных россыпях	143
Локальные колебания насыщенности	144
Учет особенностей размещения запасов по длине россыпей при поисково-разведочных работах	145

Г л а в а IV. Распределение золота в разрезе и по площади аллювиальных россыпей (О. О. Минко)	146
Распределение золота в вертикальном разрезе россыпей	146
Распределение золота по площади россыпей	154
Г л а в а V. Некоторые особенности россыпной золотоносности районов былых оледенений (А. Г. Беккер, Ю. И. Гольдфарб, О. Х. Цопанов)	158
Ледниковые морфоскульптуры и отложения	158
Особенности россыпной золотоносности районов оледенения	160
Выщахивание россыпей	160
Особенности золотоносности долин, подираженных ледниками	164
Некоторые особенности поисковых работ в районах оледенения	166
Г л а в а VI. Фациальные типы и условия формирования прибрежно морских россыпей (В. Л. Сухорослов, О. Х. Цопанов)	168
Особенности строения древней береговой зоны Валькарайской низменности	169
Фациальные типы и геологическое строение древних прибрежно-морских россыпей	172
Россыпи абразионных зон	172
Россыпи пляжевых зон	176
Некоторые особенности поисков и разведки древних прибрежно-морских россыпей золота	188
Л и т е р а т у р а	192

ГЕОЛОГИЯ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

Работа подготовлена в партии геологии и методики
разведки россыпных месторождений ЦКТЭ по теме 888

Редактор Л. А. Савельева. Художественный редактор Д. Д. Власенко
Технический редактор В. В. Плоская. Корректор Г. А. Козеева

ИБ 00190

Сдано в набор 01.12.78 г. Подписано к печати 16.03.79 г. Формат 70×108/16. Бум. писчая.
Литературная гарн. Высокая печать. Объем 17,5 усл. п. л.+0,08 усл. п. л. вклейка, 19,48 уч.-
изд. л. Тираж 800. Заказ 9375. Цена 1 р. 60 к. Заказное. Магадансское книжное издательство,
685000. Магадан, ул. Пролетарская, 15. Областная типография Управления издательства, по-
литрафии и книжной торговли Магаданского облисполкома. Магадан, пл. Горького, 9.