

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ,
ГЕОФИЗИКИ И МИНЕРАЛОГИИ

На правах рукописи

ИЗБЕКОВ Эдгар Дмитриевич

СИСТЕМА КОРЕННОЙ ИСТОЧНИК – РОССЫПЬ

04.00.11 – геология, поиски и разведка рудных
и нерудных месторождений; металлогения

А в т о р е ф е р а т

на соискание ученой степени доктора
геолого-минералогических наук

Новосибирск 1992

Работа выполнена в Якутском институте геологических наук
Сибирского отделения РАН

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических
наук Г.В.Нестеренко,
доктор геолого-минералогических
наук Б.С.Лунёв,
доктор геолого-минералогических

Оппонирующ

Защита сос
на заседании сп
Объединенном ин
СО РАН, в конфе
Адрес: 630

3.

С диссерт
РАН.

10

Авторефер

Ученый секретарь специализированного
совета доктор геол.-мин.наук

Леснов
Ф.П.Леснов

Актуальность темы. Истощение фонда россыпных месторождений обуславливает необходимость для их рационального поиска и оценки разработки количественных моделей россыпеобразования. Основой таких моделей является рассмотрение поведения полезного компонента в системе "коренной источник - россыпь" (КИР). Использование и обобщение большого количества фактического материала для количественной оценки геологических связей между параметрами россыпи и ее источников призвано обеспечить в перспективе повышение эффективности прогнозирования рудных и россыпных накоплений ценных минералов.

Цель и задачи работы. Разработка единой концепции системы "коренной источник - россыпь" составляет цель работы. Для ее достижения потребовалось:

1. Установить иерархию системы.
2. Определить механизм концентрации и рассеяния зерен ценных минералов при образовании россыпей на примере шлихового золота; предложить расчеты предельных и обычных концентраций этого металла для различных стадий эволюции россыпей.
3. Разработать геологическую классификацию парагенезов шлихового золота (ПШЗ).
4. Показать разнообразие элементарных россыпей и их роль в выяснении структуры россыпных месторождений.
5. Выделить наиболее типичные генерализованные типы россыпных месторождений и наметить пути анализа распределения ценных минералов в них.

Методика исследований. Методологическую основу работы составил системный подход к анализу фактического материала по распределению ценных минералов в россыпях и причин, обусловивших его разнообразие. В нем использованы главные положения таких наук о Земле как геология россыпей, геоморфология, литология, геология рудных месторождений, моделирование геологических процессов и минераграфия. Количественные расчеты произведены на базе принципиальных функциональных зависимостей Ю.Н.Трушкова (1972) по изучению россыпей как проекций частиц полезного компонента на тальвеги долин. Расчеты подтверждаются многочисленными полевыми наблюдениями, проводившимися

по разработанной автором методике, и частично заверены экспериментами по программе, составленной с участием соискателя.

Научная новизна работы. Представленная система не имеет аналогов в отечественной и зарубежной геологии. Сущность ее заключается в разработке количественной стороны эволюции россыпей путем выделения элементарных составляющих и их изучения во времени и пространстве. В плане полученных результатов основными защищаемыми положениями будут следующие:

1. В первом приближении автор различает три уровня исследования россыпей в виде больших, входящих друг в друга, блоков или систем: парагенезов штихового золота, элементарных россыпей и россыпных месторождений.

2. Сравнительный анализ системы элементарных россыпей наиболее эффективно проявляется при количественном изучении поведения монофракций равного проецирования в течение длительного геологического времени.

3. Концентрация и рассеяния ценных минералов в течение формирования россыпи происходит одновременно, причем при разрушении объемного источника преобладает тенденция концентрации ценных минералов, а при прекращении их поступления — тенденция их рассеяния.

4. За счет конкретного минерального типа источника с одним и тем же содержанием и распределением золота по фракциям формируются россыпи как с крупным, так и с мелким металлом в зависимости от ориентировки этого источника относительно оси долины.

Апробация работы. Результаты исследований изложены в двух монографиях и 50 печатных работах, а также отражены на "Карте прогноза золотоносности ЮЗ Якутии" масштаба 1 : 500 000 и в отчете о ней. Различные аспекты рассмотренной проблемы были представлены и опубликованы в материалах Всесоюзных совещаний и конференций по геологии россыпей (Матадан, 1969; Киев, 1973; Рига, 1977), по эрозионным и русловым процессам в различных природных условиях (Москва, 1976, 1979, 1981), по геохимии золота в экзогенных процессах (Новосибирск, 1975), по четвертичным отложениям и ценным минералам аллювия (Пермь, 1982), по размещению, транспортировке и концентрации россыпей полезных компонентов (Якутск, 1974, 1975, 1985), а также международном конгрессе (Сидней, 1976).

В качестве раздела "Эволюции россыпей" (1985) эта работа докладывалась на кафедре методики поисков и разведки полезных ископаемых в Свердловском горном институте, кафедрах минералогии и полезных ископаемых Пермского университета, отделе россыпей ЦНИГИ, в Институте геологии и геохимии СО АН СССР, Институте геохимии им. Виноградова, заседаниях НТС "Якутск-геология", "Уралгеология", Берелехской экспедиции п/о "Сев-востгеология", на семинаре в Ягоднинском ГОК "Севвостзолото".

В форме отчета эта система была предложена Верхне-Инди-гирской экспедиции в 1979 г.

Практическое значение. Система коренной источник – россыпь позволяет поднять на новый уровень обоснование прогнозирования перспективности россыпных месторождений и их источников и способствовать совершенствованию методики поисков и разведки россыпных и рудных месторождений. Важной особенностью работы является возможность по одному члену системы вычислить с определенной степенью усреднения остальные недостающие ее части. В связи с элементарной раскладкой ячеек системы, сочетания ячеек могут быть применимы для объяснения формирования сложных россыпей.

Исходные материалы. Автором использованы материалы, лично собранные во время работы в Куобах-Багинской экспедиции ВИГРУ, специализированных полевых работ в мезозоидах Северо-Востока СССР (Верхне-Индигирском, Алычанском, Аллах-Юньском, Сусуманском и Ягоднинском золотоносных районах), областях древней складчатости (Верхне-Тимптонском, Сутамском и Мало-Патомском золотоносных районах) и Вилуйской синеклизе (одноименная золотоносная провинция).

Частично использованы материалы экспериментов, проведенных в Институте геологии ЯФ СО АН СССР и гидрокорпусе МГУ (ПЛЭПИРП) по классификации навесок ценных минералов и заверки отдельных вариантов формирования шлиховых концентраций.

В процессе полевых работ автором с сотрудниками собрана значительная коллекция золота, позволившая провести его морфометрию, изучение внутреннего строения, состава и элементов-примесей. Кроме изучения собственного материала было проанализировано распределение концентраций золота в плане 382 россыпей по данным поисково-разведочных работ.

Организация исследований, личный вклад в решение проблемы. Исходный материал диссертации получен автором при разработке темы № 176 по заданию Госкомитета при СМ СССР по НИТ от 22 мая 1970 г: "Разработать метод поисков коренных месторождений золота путем воссоздания залежей на основе разведанных россыпей и выдать рекомендации по ряду объектов", (1970-1972 гг.) и расширилось по мере выполнения государственной темы "Условия образования и закономерности размещения россыпей на территории Якутии" (госуд. регистр. № 71017751, 1971-1975 гг.). В 1977 г система формирования элементарных россыпей за счет коренных источников определенной морфологии и ориентировки относительно оси долины при определенных путях геоморфологического развития была завершена. Углубление познания этой системы происходило при выполнении тем: "Генезис и эволюция россыпей Якутии в связи с поисками коренных источников (1976-1980 гг., госуд. регистр. № 76088917) и "Условия образования и критерии прогнозирования рудных и россыпных месторождений золота Якутии (1981-1985 гг., гос. регистр. № 8110400). Последняя сопровождалась выполнением экспериментальных работ, за участие в которых автор получил серебряную медаль ВДНХ, удост. № 12066.

В процессе разработки отдельных вопросов темы автор вложил много труда в организацию и проведение двух конференций по проблемам: "Транспортировка полезных ископаемых в россыпях" 1975 г. и "Концентрация и рассеяние полезных компонентов в долинах" 1985 г.

Структура и объем работы. В диссертации 6 глав, введение и заключение, 206 страниц машинописного текста, 51 рисунок и 27 таблиц, список литературы из 126 наименований общим объемом 277 страниц.

Каждому из уровней исследования россыпей посвящены отдельные главы (4-6). Эволюция системы рассмотрена на примере анализа концентрации и рассеяния проецирования шлихового золота (глава 3). Исходная позиция и общая методология изложены в первых двух главах.

Автор выражает признательность чл.-корр. АН СССР И.С.Рожкову, доктору геолого-минералогических наук Ю.Н.Трушкову, поставивших исследования в этом направлении, и академику В.И.Смирнову, одобрявшему его. Нельзя не вспомнить с благодарностью своих

коллег и сотрудников, так или иначе способствовавших появлению этой работы.

Глава I. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМЫ КОРЕННОЙ ИСТОЧНИК-РОССЫЛЬ

Впервые о формировании россыпи за счет разновременного поступления порций золота свидетельствовал Ю.А.Билибин (Избр. тр., т. IV, 1963). О том, что россыпи являются проекциями металла на экзогенную поверхность обратил внимание А.В.Хрипков. Продольное смещение золота во время вертикальной эрозии обосновал Е.З.Горбунов (1959), противопоставляя ему консервацию металла на месте прежнего контура в течение горизонтальной эрозии. Детальные исследования влияния фаз врезания, равновесия и накопления на россыпеобразование проводил И.П.Карташов (1972). Богатейший опыт позволил Ю.Н.Трушкову (1972) объединить подобные принципиально важные данные в единую концепцию, связав функциональными зависимостями важнейшие параметры источника и россыпи. Если до Ю.Н.Трушкова россыпи рассматривались главным образом как толща осадочных отложений определенного возраста с рассеянным в ней полезным компонентом, то этот исследователь основополагающим считал изучать в динамике собственно полезный компонент. Не случайно в его формулировке россыпями называются проекции зерен полезных компонентов от местоположения их в источнике до рассматриваемого местоположения в днище долины и выделяются стадии их развития. Он же предложил изучать распределение их в плане и продольном профиле, взяв за основу классификацию фракций равного проецирования.

О терминологии и месте объекта исследования в структурной организации Земли

В процессе исследований были сформулированы ряд новых терминов и понятий.

Общей системой КИР называется концепция формирования россыпей, анализирующая их строение как результат трансформации роев полезного компонента под влиянием экзогенных условий из связанного состояния в свободное с последующим их перераспределением в движущихся потоках.

Системой россыпных месторождений КИР называются генерализованные типы распределения золота, сформированные как результат наиболее вероятного сочетания элементарных россыпей. Рас-

четная часть параметров россыпного месторождения состоит из расчетов входящих в него элементарных КИР.

Системой элементарных россыпей (КИР, ЭР) называется множество объектов с расчетными и прогнозируемыми общими свойствами и признаками, характеризующихся взаимосвязанными закономерностями изменения в геологическом времени. Варианты формирования ЭР контролируются сочетанием морфологии источника и динамическим направлением развития долины.

Множество парагенезов шлихового золота, находящихся во взаимодействии и сложной иерархической взаимосвязи, составляют с и с - т е м у п а р а г е н е з о в .

Автор предлагает различать простые, составные и сложные парагенезы.

Простые парагенезы – совместное нахождение в данном пункте россыпи частиц шлихового золота (ПК) одинаковой степени обработанности, сортированности и дифференциации, закономерно спроецированных с одного гипсометрического уровня. В идеальном случае источник представлен в форме гнезда.

Составные парагенезы – совместное нахождение в рассматриваемом пункте россыпи частиц разной морфологии и обработанности, закономерно перемещенные вертикальной эрозией с разных гипсометрических уровней одного коренного источника.

Сложные парагенезы – совместное нахождение частиц металла различной крупности, толщины и обработанности, закономерно перемещенных вертикальной эрозией с разных расстояний и высот в данную точку из нескольких денудированных рудных тел.

В силу дискуссионности вопроса об уровнях материальной субстанции мира (Попов, 1955; Горшков, 1967; Высоцкий, 1971; Круть, 1978; и др.) составные части общей системы КИР, по-видимому, охватывают как минимум три уровня по вертикали: минеральный, породный и геоформационный. Еще труднее определить место КИР по горизонтали в ряду одноранговых систем. Фактически систем, аналогичных КИР, нет. Каждая геологическая дисциплина, будь то геоморфология или рудная геология, может быть расчленена на несколько подобных по строению систем. При отсутствии аналогов

приходится ориентировочно располагать ее на участке условной циклической спирали последовательного преобразования вещества в эндогенных и экзогенных условиях.

При разработке количественной основы рассматриваемой системы не обошлось без определенных ограничений, усреднения, идеализации и допущений. Например, наиболее серьезным допущением является принятие в виде постоянных констант результатов многих экзогенных процессов, обуславливающих перемещение и превращение минерального вещества в приповерхностных условиях, которые в принципе результируются итоговой проекцией роя золотин от местоположения в источнике к современному.

Глава 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА РОССЫПЕЙ

Основопологающим шагом системного анализа россыпей является формализация их изучения, выделение внутренних взаимосвязей между компонентами на каждом уровне и – внешних взаимосвязей между составляющими уровнями. Эта формализация выполнена с максимальным соответствием предлагаемых построений всему известному фактическому материалу. Формализованными вехами системы ш л и х о в ы х п а р а г е н е з о в являются их классификация по основным признакам и свойствам в зависимости от местоположения навесок в продольном профиле россыпи, стадий эволюции отдельных ее частей, ориентировки и формы коренных источников. Формализованными вехами системы э л е м е н т а р н ы х р о с с ы п е й являются: классификация их вариантов и методика расчетов взаимосвязей параметров источников с параметрами россыпи. Формализованными вехами системы р о с с ы п н ы х м е с т о р о ж д е н и й являются классификации источников и наиболее типичных сочетаний элементарных россыпей.

Система шлиховых паратенезов состоит из компонент минерального и, с известной долей относительности, – породного уровней. Отдельные зерна несут информацию о минерале как таковом, а вся навеска полезного компонента содержит информацию о времени ее существования в россыпи (Избеков, 1985) и истории поступления отдельных ее порций в данную точку россыпи, – т.е. породного уровня.

В свою очередь система элементарных россыпей КИР представлена уже подсистемами вещественного и надвещественного уровней. К первому относятся собственно парагенезы ПК, ко второму – коллективные классы свойств, признаков, событий и отношений элементарных россыпей: содержания, вертикальный линейный запас, длина, ширина ее, скорость движущегося потока, морфология зерен ПК, особенности их перемещения в фазы вертикальной и горизонтальной эрозии и т.д. Они, хотя и не являются материальными вещами, но тем не менее квалифицируются теоретическими и эмпирическими конструктами количественного и качественного характера.

Россыпные месторождения являются экстенсивной системой в коллективном смысле. По своим коллективным классам она относится к надвещественному уровню.

Некоторые ориентиры системы КИР

Общая система КИР имеет границы, форму и структуру.

Формой существования системы является проецирование роя частиц (в среднем для золота 10^{10} – 10^{14} зерен) от исходной начальной позиции до конечной за определенный промежуток времени. В каждый конкретный момент времени форма движения частиц отражает внутреннюю структуру КИР, элементы которой взаимосвязаны благодаря этому движению. Фактически – это геологическое движение минерального вещества, синтезирующее более простые виды движения и контролируемое балансом масс.

Если форма существования системы отражается геологическим движением, то сущностью ее и материальным носителем является полезный компонент. Единство системы заключается в проецировании одних и тех же материальных вещей (частиц золота), отображенных первоначально в нашем сознании рудой коренного источника, а затем, после принятия нового качества и обличья, – россыпью; первичное распределение металла при этом трансформируется в новый, более совершенный вид распределения.

Геологическое движение системы доказывается дифференциацией ее носителя как по фактическим параметрам (весу, толщине, гидрокрупности и т.п.), так и по химическим (удаляются примеси); оно запечатлевается на конкретных золотилах как во внешнем облике, так и во внутренней структуре. Объем упомянутой информа-

ции зависит от длительности геологического движения; частично данный вопрос рассмотрен автором раньше (Избеков, 1974).

Классификация естественных пространств и соответственно их границ для объектов, подобных рассматриваемому, не производилась. В целом под пространством общей системы КИР подразумевается воображаемый участок некоторого объема литосферы как существующий, так и уничтоженный движущимися потоками и энергетическими полями, включающий все рудопоявления (источники) как эродированную их часть, так и скрытую в недрах; известные россыпепоявления, связанные со срезанными частями источников, а также пути проецирования частиц, как в промежуточные стояния (законсервированные в рельефе или полностью уничтоженные), так и в современное местоположение. Это пространство (и границы) довольно-таки относительно, неоднородно по сути, изменчиво с течением времени, но вместе с тем статично на каждый рассматриваемый промежуток времени и может быть выражено метрически; оно поддается усреднению в виде определенных объемов при анализе большого количества естественных объектов. Изменчивость основных составляющих системы внутри пространства с одной стороны имеет закономерные тенденции, но с другой скорости их изменения не всегда коррелируются между собой. В связи со сложностью пространства системы оно условно подразделяется на "отработанное" или "срезанное", включающее некоторый объем эродированной части рудных тел и промежуточных состояний исследуемой россыпи, и "прогнозируемое" или оставшееся "незатронутым" экзотенными процессами.

Возрастной интервал развития системы охватывает сотни тысяч – десятки миллионов лет по крайней мере в поздние металлогенические эпохи. Ранняя граница системы исчисляется с момента вскрытия коренных и иных источников, условно принимаемого за начало формирования россыпных концентраций золота выше определенных значений.

Элементы внутренней структуры и эмерджентность

На каждом уровне общей системы КИР различаются элементы внутренней структуры и признаки, которыми характеризуется их развитие.

В системе россыпных месторождений такими элементами являются сложные сочетания простых КИР. Нами ранее (Избеков, 1985)

выделено 58 вариантов простых КИР. Каждый из этих вариантов является определенным видом россыпи, сформированной за счет одного рудного тела определенной морфологии, залегания и положения относительно оси долины при определенных путях геоморфологического развития площади. Каждый такой вид россыпи представляет элемент (ячейку), претерпевшей все стадии зрелости эволюционного развития. Если простых ячеек намечается 58, то двузначных их сочетаний будет уже 3360, четырехзначных — $1,1 \cdot 10^7$, восьмизначных — $1,2 \cdot 10^{14}$; с учетом стадий эволюции — $7,8 \cdot 10^{56}$. Поэтому в природе не существует двух одинаковых по внутренней структуре россыпных месторождений; этим также объясняется сложность распределения концентраций золота (или других ценных минералов) в них.

В системе простых россыпей к элементам внутренней структуры относятся шлиховые парагенезы головки, середины и хвоста простого распределения полезного компонента. Естественно они имеют отличия во всех 58 вариантах системы.

В системе шлиховых парагенезов к высшему рангу внутренней структуры относятся отдельные порции зерен золота, поступившие в данную точку россыпи с различных горизонтов среза и разного расстояния из различных эродированных рудных тел.

Эмерджентность любой системы выражается обычно в наличии у нее свойств целостности. Следует отметить, что Л.И.Четвериков (1986) в качестве эмерджентного свойства месторождения полагал определение "промышленное скопление", хотя эта категория включает в себе экономический аспект. Геологическим аспектом целостности проявления россыпных месторождений является сложное многомодальное распределение концентраций полезного компонента как вдоль долины, так и поперек ее, вследствие наложения накоплений элементарных россыпей друг на друга.

В качестве основного эмерджентного свойства элементарных россыпей выступает их морфология в совокупность с одномодальным распределением ценных минералов.

Целостностью любого парагенеза шлихового золота выступает метрический состав (по крупности, толщине, весу, гидрокрупности), так как каждая отдельная золоти́на несет информацию только о себе.

Глава 3. КОНЦЕНТРАЦИЯ И РАССЕЯНИЕ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ (ПК) В ДОЛИНАХ

Концентрацией зерен полезных компонентов в россыпи называется степень их обогащения по сравнению с содержанием в коренном (или промежуточном) источнике. Рассеяние – процесс обратной концентрации (Избеков, 1985). В отличие от И.Б.Флерова и В.С.Трофимова (1977), рассматривавших концентрацию ценных минералов как случайное отклонение в процессе их рассеяния, автор обнаруживает определенные закономерности концентрации зерен ПК во времени и пространстве.

Проецирование ПК в движущихся потоках

В основе формулы Ю.Н.Трушкова (1972) исследовалось тождество отношений $\frac{S}{H} \approx \frac{V_{гор.}}{V_{верт.}} \approx \frac{C}{V}$ и все они привязывались к $tg \alpha$ - углам проецирования конкретных фракций. S – дальность сноса частиц определенной фракции от источника, H – высота его среза, $V_{гор.}$ – геологическая скорость горизонтального смещения, $V_{верт.}$ – геологическая скорость вертикального смещения, C – средняя скорость суммарного движущегося потока,

V – гидрокрупность рассматриваемой порции частиц ПК. В этом тождестве более или менее определенными величинами (для каждого отдельного статистического момента) признаются " S " и " V " (гидрокрупность частиц). Дальность сноса увеличивается по мере эволюции россыпей, но так как нам известны россыпи, законсервированные на разных стадиях развития, то и величину " S " мы находим для каждой из них конкретную, как разницу между местоположением источника или его корней и центрами распределения исследуемых фракций ПК.

Гидрокрупность золотин в процессе эволюции россыпи также меняется. В целом она увеличивается вследствие удаления посторонних минералов, обматия выступов и уплотнения зерен золота в целом. Однако вместе с тем значительному увеличению гидрокрупности препятствует обратная тенденция – уменьшение ее за счет уплощения золотин.

Высота среза источника (H), геологические скорости горизонтального ($V_{гор.}$) и вертикального ($V_{верт.}$) смещений находятся путем реконструкций. Скорость движущегося потока – по формуле Шези: $C = K \sqrt{m i}$, где K – коэффициент Штриклера,

m - мощность водного потока, l - уклон. Водный поток воздействует на частицы золота опосредственно, через "структурный поток", в той или иной мере насыщенный разного размера обломками. Одновременно установлено, что золотины определенной гидрокрупности (ГК) подвергаются воздействию разных слоев движущегося потока в усредненном геологическом времени. Например, "легкие" частицы с ГК равной 4-6 см/сек поднимаются турбулентными струями в верхние наиболее скоростные слои структурного потока со скоростями движения не менее 120 см/сек. Наоборот, "тяжелые" частицы с ГК порядка 30-40 см/сек и более вступают в контакт с медленно перемещающимися слоями - скоростями порядка 5-15 см/сек. Итоговые углы проецирования ($tg\alpha$) находились нами с использованием опытных данных на установках горизонтального потока (УГП) конструкции В.Е. Филиппова (табл. I).

Таблица I

Углы проецирования золота

Расчетные				Опытные					
C см/с	V см/с	$tg\alpha$		Полевые		УГП-I		УГП-2	
		рад.	град.	$tg\alpha$	V	$tg\alpha$	V	$tg\alpha$	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	70	0,08	5	-	-	0-4	77	0-7	73
8	60	0,13	7	-	-	4-10	59	7-14	60
11	50	0,22	12	-	-	10-16	54	14-20	51
15	40	0,38	21	-	-	16-22	41	20-27	37
22	30	0,72	36	-	-	34-41	25	34-40	29
30	20	1,5	57	45-51 51-56 61-67	36 24 19	41-48	21	46-51	19
60	10	6	81	-	-	-	-	66-70	12
120	6	20	87	-	-	-	-	-	-

В ходе исследований вышеупомянутого тождества появилась формула: $S = \frac{H}{n} \sqrt{\frac{C}{\sigma}}$, где n - коэффициент-поправка на количество эрозионных циклов. Эта формула Ю.Н. Трушкова дала возможность количественно оценить концентрацию и рассеяние кон-

кретных монофракций на разных стадиях эволюции того или иного вида россыпи и подойти к пониманию основных закономерностей распределения частиц ценных минералов в долинах.

Зависимость углов проецирования частиц золота от их гидрокрупности и морфометрических данных

Использование параметра крупности золота для расчетов по вышеупомянутой формуле приводит к грубым ошибкам. Поиски более надежного параметра по митрационной способности золотин заставило обратиться к изучению их толщины, уплощенности, веса, гидрокрупности, обработанности (Избеков, 1974; Избеков, Сергеев, 1975; Трушков, Избеков, Сергеев, 1975; Избеков, Яковлев, Бичус, 1975). Основным результатом этих исследований следует признать обоснование выделения фракций равного проецирования (ФРП). Была показана также вслед за М.И. Львовичем (1938) важность показателя гидравлической крупности при изучении россыпей золота. В лабораторных условиях фракции равного проецирования золота были выделены на вышеупомянутых установках горизонтального потока (УП-1, УП-2). Проведение работ по способам классификации шлихового золота позволило установить пределы размерности золотин во фракциях проецирования (табл. 2).

Таблица 2

Предельные метрические показатели золотин
во фракциях проецирования

ФРП в град.	Кол. зер!	ГК см/с!	Длина, ширина, толщина в мм	Уплощенность	Масса, мг	Объем мм ³
1	2	3	4	5	6	7
0-4	10	64-89	2,8x2,1x1,9-8,9x5,8x1,9	1,4-3,8	75-900	10-100
4-10	17	41-69	1,2x0,9x0,7-8,6x3,9x1,4	1,5-5,4	7-275	0,8-40
10-16	42	36-69	1,1x1x0,9-6,8x4,9x0,8	1,1-6,8	14-215	1-33
16-22	51	24-59	1x0,9x0,8-5,6x3,4x0,4	1,1-10,2	6-75	0,3-12
22-28	56	20-69	1,2x0,6x0,3-3,6x2,5x1	1,5-10,5	2-35	0,2-7
28-34	69	16-45	1,1x1,1x0,5-3,7x2x0,7	2,1-9,0	1,6-22	0,3-5
34-41	45	19-34	1,2x1,1x0,3-3,1x1x0,5	2,8-7,4	2-18	0,3-4
41-48	14	14-26	1,3x1,1x0,4-3,9x1,8x0,3	3,1-16,2	2-14	0,2-2,5

Несмотря на кажущийся большой размах метрических показателей золота в каждой ФРП, мода встречаемости золотин определенной размерности занимает довольно узкие пределы. Например, во фракции $10-16^0$ крайние ее значения по гидрокрупности можно принять за случайные (это 36 и 69 см/сек). Вместе с тем 83% золотин этой фракции имеют ГК в пределах 50-60 см/сек.

Даже визуально навески золота головок россыпей представлены обычно субизометричными или таблитчатыми зернами, а хвоста россыпи пластинчатыми различной крупности. Практика показывает, что в парагенезах головки размер зерен может быть любой; гранулометрический состав здесь наиболее разнообразный, в парагенезах хвоста нередко доминируют фракции 0,5-1 и 1-2 мм, хотя встречаются и более крупные - 4-6 мм золотины, но в виде тонких пластинок.

Концентрация и рассеяние

Известные направления изучения этого аспекта, являющегося узловым в генезисе россыпей, носят классификационный характер и отражают физико-механическую сторону проблемы. Так, Г.В.Нестеренко выделяет два основных типа концентрации - гравитационный и косовый. Б.М.Осовецкий (1981) различает три механизма концентрации тяжелых минералов: гравитационный, гидродинамический и косовый. Ю.В.Шумилов (1981) обращает внимание на 4-е механизма концентрации: гравитационно-диффузионный, сегрегационный, миграционно-остаточный и миграционный.

Решение этой проблемы автор видит в исследовании геологической ее стороны, которая заключается прежде всего в ретроспективном анализе системы - от начала ее возникновения до распада. Стержнем ее является моделирование концентраций и рассеяние монофракций во времени и пространстве. В методологическом плане важны классификация исходных позиций и обоснование выбора параметров анализируемого объекта (Избеков, 1985).

Начало развития системы обязано высвобождению зерен ПК от обломков пород в элювиальную и делювиальную стадии, т.е. необходимо, чтобы скорость выветривания ($V_{\text{в.в.}}$) была больше скорости денудации ($V_{\text{ген.}}$). Место обогащения и разубоживания россыпи на фоне стадий ее эволюции показано на рис. 1.

Рисунок отражает принципиально важное явление - возрастание концентраций металла по мере среза коренного источника;

после окончания его денудации наступает рассеяние ПК в связи с дифференциацией фракций равного проецирования.

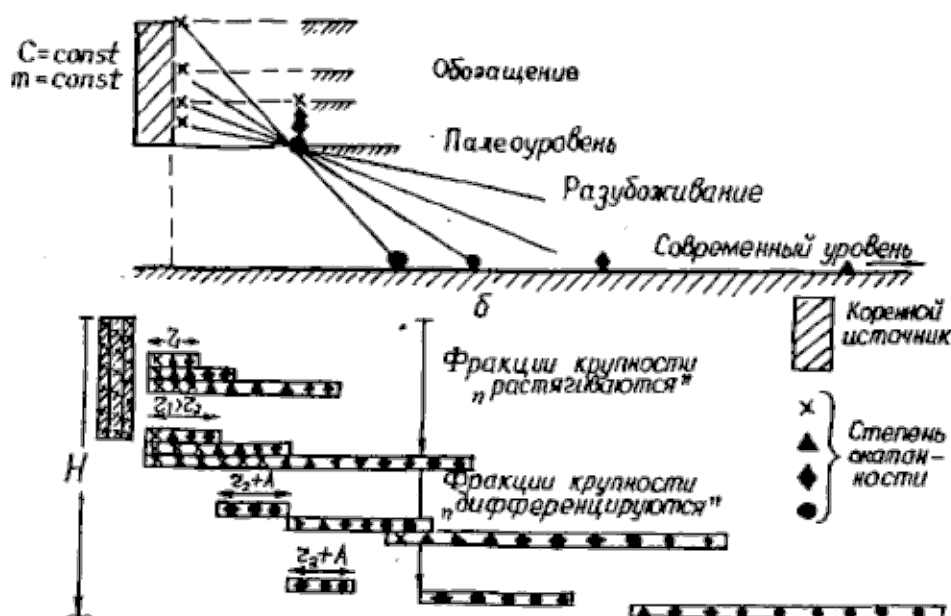


Рис. 1. Этапы обогащения и разубоживания россыпи (по В.Е. Филиппову – вверху, расшировка автора – внизу).

К геологической стороне проблемы относится и познание двух категорий концентраций шлихового золота; одна из них заключается в последовательном наложении зерен одной монофракции друг на друга при денудации объемного или продольного источника, другая – проявляется за счет перекрестного наложения зерен из разных монофракций друг на друга при денудации столбообразного или поперечного источника (рис. 2).

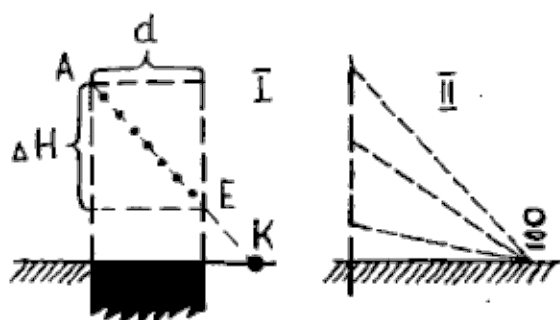


Рис. 2. Концентрация за счет зерен: I – монофракции, II – разных фракций.

В первом случае степень обогащения прямо пропорциональна сопряженному пути (AE). Под сопряженным путем понимается отрезок длины проецирования зерен металла одной и той же фрак-

ции в рудном теле: $AE = \sqrt{d^2(\ell^2) + \Delta H}$, где ΔH — высота проецирования в рудном теле, $d(\ell)$ — диаметр объемного тела или длина продольной рудной зоны. Чем больше этот отрезок, тем больше зерен с одинаковым углом проецирования интегрируется в конечном пункте. Во втором случае в последнем встречаются золотины, проецировавшиеся под разными углами, из разных по высоте участков рудного тела. А так как в рудном теле потенциально присутствует множество монофракций с разными углами проецирования, то степень обогащения будет прямо пропорциональна количеству фракций.

Предельные концентрации монофракций и зависимость их от стадий эволюции россыпи

Для понимания принципов концентрации и рассеяния зерен ПК и упрощения расчетов приходится подвергать значительной формализации весь сложный комплекс исходных условий при одновременном выборе из него нагляднейших позиций (Избеков, 1985). Почти все они во времени и пространстве весьма динамичны, изменяются; но в каждый текущий момент при определении необходимых характеристик россыпи оцениваются конкретными цифрами. Некоторые из них даны в усредненном виде в таблице 3. Это скорости движущегося потока, в большей мере взаимодействующие с той или иной фракцией ПК, углы их геологических проекций, характеристика ПК в источнике (по фракциям): содержание, грансостав-распределение, гидрокрупность, вес одной золотины.

Принципиально важным в поставленной проблеме является факт формирования россыпей либо с крупным, либо с мелким золотом за счет источника одного и того же формационного типа при одинаковых исходных содержаниях и фракционном составе. Его существование обуславливается концентрацией первой категории — за счет конкретной монофракции и наличием двух полярных (с позиций россыпеобразования) положений источников относительно простираения долины. Представим одно из них поперечной металлоносной жилой (дайкой, зоной), а другое продольной, при вертикальном их падении. В случае размыва поперечного источника сопряженный путь и соответственно наибольший коэффициент концентрации (КК) отмечается в крупных фракциях — 40–65,3 (см. табл. 3); при денудации продольного источника наибольший КК характерен для мел-

Таблица 3

Предельные концентрации шлихового золота в россыпи

Исходные позиции				Предельные концентрации за счет:												
ПК источника				Пространства			Поперечн. ист-ка, мощн. 2 м					Продольного ист-ка, 2 м				
Содержание, г/т	Распреде- ние, %	ПК, см/с	Вес I зерна, г	Скорость (с) см/с	радиан	градус	Высота прое- цирования, м	Сопряженный путь, м	Коэффициент концентрации	Содержание в россыпи, г/м ³	Распределение %	Длина прое- цирования, м	Сопряженный путь, м	Коэффициент концентрации	Содержание в россыпи, г/м	Распреде- ние, %
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,02	5	70	400	5	0,08	5	25	25,1	65	1,3	24,9	0,8	10	26	0,05	0,2
0,008	2	60	200	8	0,13	7	15,4	15,5	40	0,33	6,2	1,3	10	26	0,2	0,6
0,024	6	50	80	11	0,22	12	9,1	9,3	24	0,59	11,3	2,2	10,2	26,5	0,6	2,0
0,068	17	40	60	15	0,38	21	5,3	5,7	14	1,0	19,1	3,8	10,7	28	1,9	6,0
0,128	32	30	25	22	0,72	36	2,8	3,4	9	1,13	21,6	7,2	12,5	32,8	4,1	13,1
0,084	21	20	12	30	1,5	57	1,3	2,4	6	0,52	10,0	15	18	47	3,9	12,4
0,04	10	10	0,2	60	6	81	0,3	2,02	5	0,21	4,1	60	61	158	6,3	20,0
0,028	7	6	0,03	120	20	87	0,1	2,0	5	0,14	2,8	200	200	520	14,5	45,7
0,4	100%									5,23					31,8	

^x - вес пробы в тоннах, в которой вероятна 100% встреча I зерна данной фракции.

ких - 158-520 - за счет поперечных источников, штоквержов, столбов и т.п. формируются россыпи с крупным золотом, а за счет продольных - с мелким; и все это - при одном и том же исходном фракционном составе рудного металла (табл. 3).

Казалось бы, что чем моложе россыпь, тем ближе гранулометрический состав металла россыпи таковому источнику. Однако полевые исследования и расчеты по моделированию россыпеобразования свидетельствуют, что достаточно нескольких метров вреза движущегося потока в металлоносное рудное тело, чтобы распределение металла по фракциям в россыпи резко изменилось по отношению к таковому в источнике. Это происходит потому, что предельные концентрации золота достигаются сравнительно быстро, даже в течение одного эрозионного цикла. Так, поперечная жила метровой мощности дает предельные концентрации в мелкой фракции при срезе в 1 метр, в крупной - 13 метров, промежуточные - между указанными цифрами. В дальнейшем, сколько бы она по вертикали не денудировалась, предельные концентрации во фракциях сохраняются постоянными, т.е. теоретически для всех стадий эволюции поперечное рудное тело метровой мощности дает в россыпи постоянные концентрации. Повышение его мощности в 2, 5, 10, 100 раз; равно как и увеличение исходных содержаний, пропорционально увеличивают коэффициенты концентрации и содержания, но не сказываются на изменении гранулометрического состава, который остается постоянным на протяжении положительного (пока срезается рудное тело) развития россыпи. При отрицательной эволюции, когда металлоносный источник полностью денудирован и не дает подпитки, происходит растягивание и дифференциация монофракций, уменьшение концентраций, т.е. разубоживание, а гранулометрический состав меняется в сторону укрупнения.

Вместе с тем общие содержания золота в каждой точке россыпи складываются из суммы содержаний разных фракций. Эта сумма будет больше в пункте их максимального совместного наложения (головке) и меньше в середине (арифметической) и хвосте россыпи, где отсутствуют фракции с крутыми и средними углами проецирования. Детальное изучение многочисленных россыпей в этом плане с подобными расчетами свидетельствуют о непромышленном валовом содержании их источников как типичном природном явлении.

Предыстория и понятийный смысл

Детальное изучение шлихового золота в связи с эволюцией россыпей позволило автору различать в каждой исследуемой навеске, взятой из определенного пункта месторождения, отличающиеся друг от друга порции. Эти отличия обусловлены тем, что такие порции поступили в данный пункт россыпи из разных источников и разной высоты их среза. Были определены внешние и внутренние параметры золота, характеризующие эти порции и дана их классификация и терминологическая трактовка.

Само слово "парагенез" (П) предложил Э.Митчерлих в 1819 г. Ф.А.Брайтгаупт при изучении изоморфизма углубил и расширил это понятие, опубликовав в 1849 г. монографию о парагенезах (Высоцкий, 1977). По смыслу оно аналогично "смежности минералов" — как совокупного пребывания двух или более минералов в определенном месте, введенном В.М.Севергиным в 1798 г. В дальнейшем В.И.Вернадский дал понятие парагенеза химических элементов, а Н.С.Шатский и Н.П.Херасков — парагенеза пород.

Следует четко отличать собственно парагенез-вещь и парагенезис-явление (Круть, 1978, с. 77). В данной работе основное внимание уделено первому. Это связано с тщательным изучением внешних параметров (толщина, уплощенность, обработанность и т.п.) и внутренних структур золота. Общее понимание шлихового парагенеза сводится к понятию совместного нахождения в каждом пункте россыпи совокупностей частиц золота с конкретными морфометрическими и генетическими характеристиками, отличающимися от таковых, расположенных выше или ниже (в продольном профиле россыпи). Эта совокупность частиц имеет по своему происхождению значительные пространственно-временные границы и является специфической частью тяжелой фракции или "минеральной" ассоциации.

Определение причин возникновения конкретного анализируемого парагенеза шлихового золота требует с одной стороны детальной оценки путей развития рельефа, а с другой — морфологии тел источников питания, их количества и ориентировки относительно направления движущихся сред. Преобразование парагенезов связано со стадиями эволюции россыпи. Вторая группа факторов, наряду

со стадией зрелости, контролирует длину распределения того или иного распределения. Обычное россыпное месторождение, подпитываемое несколькими источниками состоит, главным образом из сложных парагенезов, интегрирующих целый ряд простых и составных парагенезов.

Признаки, свойства и классификация парагенезов

Выделяются основные (первичные) и приобретенные (вторичные) признаки золота. Понятия эти сугубо относительные. В экзогенной среде претерпевают те или иные изменения практически все первичные признаки и свойства золота, за исключением, может быть, атомарной решетки. Поэтому следует различать первичный гранулометрический состав золота, первичную морфологию, — состав как самого золота, так и элементов-примесей, первичные включения, — внутреннюю структуру и т.д. В процессе эволюции россыпи золотины уплотняются, лишаются включений и примесей, перекристаллизуются, приобретают массивную, уплотненную форму независимо от исходной (в дальнейшем из уплотненной в определенных условиях могут формироваться комковидные и т.д.). Широкий размах гранулометрического спектра золота начальной стадии сменяются узко размерными сортированными и отдифференцированными фракциями по толщине, гидрокрупности, уплотненности и т.п. на поздних стадиях зрелости. Первичные включения (кварц, рудные минералы) сменяются вторичными (рубашками гидроокислов железа, марганца и т.д.), выщелачивается серебро, повышается пробоность и т.п.

Уже на молодой стадии развития россыпи в приповерхностных частях внутреннего строения золотины появляются следы пластических деформаций (в результате развальцевания выступов).

В целом оптимальная характеристика признаков и свойств простых парагенезов золота производится по следующему плану:

- морфология шлихового золота по фракциям с указанием количества (%) выделений комковидных, таблитчатых, пластинчатых и тонкопластинчатых форм;

- морфометрический состав (по крупности, толщине, гидрокрупности и т.п.), широта спектра (количество фракций); степень сортировки, средняя крупность, толщина в каждой монофракции (по методу средневзвешенного);

- обработанность выступов (% их развальцевания), западин, в целом поверхности рельефа, торцов пластинок и табличек.

Конфигурация в плане, сечении и т.п.;

- цвет, блеск (выступов, ямок), в целом;

- остатки включений рудных и нерудных минералов, "рубашек", пленок, налетов;

- отпечатки минералов (в западинах, на гранях) первичные, приобретенные; штриховка, царапины (их свежесть);

- твердость;

- состав золота основных порций навески, классифицированных по количеству источников и высоте их среза;

- элементы-примеси в тех же порциях;

- внутреннее строение.

Для выработки единого их понимания каждый из признаков заслуживает детальнейшей систематизированной характеристики.

Классификация парагенезов выполнена на основе геологической концепции образования и эволюции россыпей (Трушков, Избеков, 1977). В результате этого парагенез шлихового золота из каждого пункта россыпного месторождения несет информацию о коренных источниках, количестве пройденных эрозионных циклов, стадии зрелости и т.п.

Обычно в парагенезах шлихового золота (ПШЗ) преобладают золотины одного минерального типа рудных источников, иногда двух и более. Гораздо реже известны примеры обнаружения в ПШЗ (в условиях сложной геологической обстановки) частиц металла равной формационной принадлежности. В целом этот вопрос слабо изучен и нами здесь опускается. За основу классификации источников взяты не минеральные типы, а усредненная морфология рудных тел. Общее количество элементарных россыпей, сформированных за счет различных по морфологии и ориентировке источников равно многим десяткам. Их можно объединить в три основные комплекса: источник поперечный - ИПО, источник продольный - ИПР, источник объемный - ИО. Дополнительно можно различать еще: источник гнездовой - ИГ, источник столбообразный (колонна) - ИС и источник залежеобразный (горизонтальный) - ИЗГ. Затем к индексу источника добавляются буквенные знаки равномерности распределения зерен ПК в нем (ничего - в случае равномерного и "Н" в варианте неравномерного) и протяженности его по вер-

тикали (А – при ограниченном срезе источника и Б – при большой величине среза источника).

Стадии формирования россыпи обозначаются буквами: а, б, в, г. В итоге общая схема иерархии системы парагенезов такова:

Коренной источник (ИПО, ИПР, ИО)	Комплексы
Равномерность распределения ПК (равномерное, неравномерное – Н)	Подкомплексы
Протяженность по вертикали (ограниченная – А, условно неограниченная – Б)	Группы
Стадии эволюции россыпи (ЭР) (а, б, в, г)	Типы
Участок россыпи (головка – 1, середина – 2, хвост – 3)	Парагенез

Часть общей классификации парагенезов приведена в таблице 4. Познание этой системы открывает путь к составлению "Атласов шлихового золота". В теоретическом плане тщательное изучение шлиховых парагенезов золота раскрывает следующую информацию:

В отношении источников(ка):

- многоисточниковость, их количество;
- расстояние между ними;
- высоту среза каждого из них;
- количество металла, поступившего из конкретного источника;
- его формационную принадлежность и минералогический тип;
- положение тела источника относительно долины;
- его усредненную морфологию.

В отношении особенностей формирования россыпи:

- количество наложенных порций металла из разных источников;
- степень дифференциации металла в целом по россыпи и для наиболее крупных источников, в частности;
- зависимость от степени участия в россыпеобразовании вертикальной или горизонтальной эрозии;
- участки элементарных россыпей наложенных друг на друга;

Таблица 4

Из классификации шлиховых парагенезов золотин

Источники	Стадии ЭР							головка	середина	хвост	
	А	Б					г				
			а	б	в						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Поперечные	А			а				ИПО(А)а1	ИПО(А)а2	ИПО(А)а3	
	А				б			ИПО(А)б1	ИПО(А)б2	ИПО(А)б3	
	А					в		ИПО(А)в1	ИПО(А)в2	ИПО(А)в3	
	А						г	ИПО(А)г1	ИПО(А)г2	ИПО(А)г3	
			Б	а				ИПО(Б)а1	ИПО(Б)а2	ИПО(Б)а3	
			Б		б			ИПО(Б)б1	ИПО(Б)б2	ИПО(Б)б3	
			Б			в		ИПО(Б)в1	ИПО(Б)в2	ИПО(Б)в3	
			Б				г	ИПО(Б)г1	ИПО(Б)г2	ИПО(Б)г3	
	Продольные	А			а				ИПР(А)а1	ИПР(А)а2	ИПР(А)а3
		А				б			ИПР(А)б1	ИПР(А)б2	ИПР(А)б3
		А					в		ИПР(А)в1	ИПР(А)в2	ИПР(А)в3
		А						г	ИПР(А)г1	ИПР(А)г2	ИПР(А)г3
			Б	а				ИПР(Б)а1	ИПР(Б)а2	ИПР(Б)а3	
			Б		б			ИПР(Б)б1	ИПР(Б)б2	ИПР(Б)б3	
			Б			в		ИПР(Б)в1	ИПР(Б)в2	ИПР(Б)в3	
			Б				г	ИПР(Б)г1	ИПР(Б)г2	ИПР(Б)г3	
Объемные		А			а				ИО(А)а1	ИПР(А)а2	ИПР(А)а3
		А				б			ИО(А)б1	ИПР(А)б2	ИПР(А)б3
		А					в		ИО(А)в1	ИПР(А)в2	ИПР(А)в3
		А						г	ИО(А)г1	ИПР(А)г2	ИПР(А)г3
			Б	а				ИО(Б)а1	ИО(Б)а2	ИО(Б)а3	
			Б		б			ИО(Б)б1	ИО(Б)б2	ИО(Б)б3	
			Б			в		ИО(Б)в1	ИО(Б)в2	ИО(Б)в3	
			Б				г	ИО(Б)г1	ИО(Б)г2	ИО(Б)г3	
	Гнездообразные	А			а				ИГa1	ИГa2	ИГa3
		А				б			ИГб1	ИГб2	ИГб3
		А					в		ИГв1	ИГв2	ИГв3
		А						г	ИГг1	ИГг2	ИГг3
Столбчатые			Б	а				ИСа1	ИСа2	ИСа3	
			Б		б			ИСб1	ИСб2	ИСб3	
			Б			в		ИСв1	ИСв2	ИСв3	
			Б				г	ИСт1	ИСт2	ИСт3	

- начало времени формирования россыпи;
- стадии эволюции составляющих ее элементарных россыпей;
- наиболее продуктивный этап россыпеобразования.

Краткая характеристика парагенезов всей системы приведена в рукописных работах автора.

Глава 5. СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ РОССЫПЕЙ

Понятие об элементарных или простых россыпях, сформированных за счет одного рудного тела, существуют давно. По-видимому, начальные упоминания о них встречаются у П.К.Яворовского (1896); как безусловно существующие они отражены у И.С.Рожкова (1959). Типичные их признаки-такие как одномерность распределения линейных запасов, наличие зон нарастания концентраций, их максимума и спада, расшифровал Б.В.Рыжов (1968). Несмотря на большую важность изучения подобных россыпей, они не привлекли внимания исследователей, отчасти потому, что большинство известных россыпей представляют собой сложные сочетания элементарных, при отсутствии критериев их разбраковки.

Такие критерии были найдены нами и на их основе была создана система (Избеков, 1976), развернутое описание которой было опубликовано позже (Избеков, 1985). Эту работу автор и рекомендует читателю. Здесь же даются лишь принципы и общая классификационная схема.

Сопоставление распределения металла в россыпных месторождениях разной стадии эволюции, расположенных в разных металлоносных районах, обнаруживает зависимость их от следующих трех групп природных условий: морфологии рудных тел и особенностей оруденения; пространственного их положения относительно оси долины; направленности геоморфологического развития долины.

На рис. 3. А-Г показано несколько (из многих) рудных тел различной морфологии, за счет которых образуются простые россыпи, отличающиеся друг от друга по концентрации металла, линейным запасам, крутизне и местоположению моды накопления металла и, наконец, длине. Коэффициент обогащения (O) является функцией высоты среза рудного тела (H), его диаметра (d)

или площади (S) при прочих равных условиях (содержаний, фракционном составе и т.п.).

И. Простые источники

А. Залежь (про-
межуточный
коллектор)



Б. Изометричное
тело



В. Трубообра-
зное тело

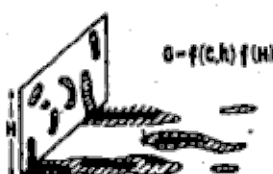


Г. Конусооб-
разное тело



II Сложные источники

Д. Поперечная жила (зола) с рудными телами



Д. Продольная жила (зола) с трубообразными рудными телами

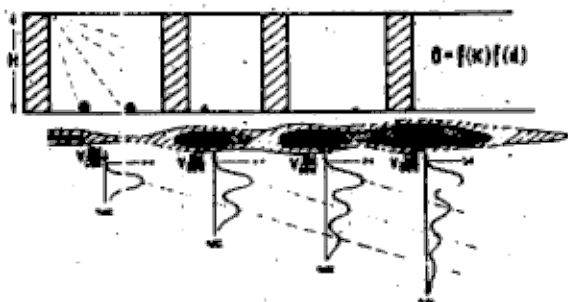


Рис. 3. Влияние морфологии рудных тел на концентрацию золота в россыпи. 1-3 - концентрации, 4 - уплотненность.

При рассмотрении сложных источников, состоящих из простых рудных тел, необходимо учитывать их положение относительно долины. Полярными при этом являются две обстановки (рис. 3 Д-Е): поперечная зона с рудными телами и продольная - относительно оси долины. В первой обстановке формируется многоструйчатая россыпь небольшой длины и значительной ширины. Причем обогащение струй зависит от морфологии и объема рудных столбов. Во второй ситуации формируется длинная россыпь за счет последовательного наложения друг на друга нескольких элементарных россыпей.

К специфическому виду источников следует отнести неправильной формы залежи вторичных зон обогащения рудных месторождений. Важно также подчеркнуть влияние объемов источника на россыпеобразование; например, значительные россыпные месторождения контролируются штокверковыми телами. Ниже в опорной классификационной схеме (рис. 5) к простым телам отнесены и жилы, хотя автор и осознает относительность такого шага.

Существует целый ряд классификаций геоморфологического развития того или иного участка земной коры. Нами принята наибо-

ЖК п/п	ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА			ГОРБОРАЗРУШЕНИЕ, Н=200-400м				ПНЕЙПАЕИЗАЦИЯ	ДЕКУПАЦИЯ НА ПЛАТФОРМЕ, Н=100м		ГОРБОБРАЗОВАНИЕ $V_{\text{накл}} < V_{\text{выс}}$
	МОРФОЛОГИЯ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ИХ ПОЛОЖЕНИЕ В РЕЛЬЕФЕ			ДАНТЕАЛЬНАЯ ПОСТАПНАЯ ВЕРТИ- КАЛЬНАЯ ЭРОЗИЯ	ДАНТЕАЛЬНАЯ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ЭРОЗИЯ	СОЧЕТАНИЕ ВЕРТИ- КАЛЬНОЙ ЭРОЗИИ С ОБОСТОРОННЕЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ	НАКЛОННЫЕ РЫСКИ ТРАК В ДО- ЛЖЕ (ОБЕСКАЮ- ЩИЙСЯ БАК)	ВЫПОЛАЖИВАНИЕ СКАЗОВ	ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ВРЕЗ	ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ЭРОЗИЯ	
1	ЖИЛА, ЗОНА	ПОПЕРЕК ДОЛИНЫ	ПАДЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЕ	+	+	+		++	+	+	+
			ПАДЕНИЕ ВНИЗ ПО ТЕЧЕНИЮ 45°	++	++	+		+	++	++	+
			ПАДЕНИЕ ВВЕРХ ПО ТЕЧЕНИЮ 45°	●	+	●		+	●	+	●
		КОСО К ОСИ ДОЛИНЫ 45°	ПАДЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЕ	+	●	+		+	+	●	+
			ПАДЕНИЕ ВНИЗ ПО ТЕЧЕНИЮ 45°	++	+	++		++	++	+	+
			ПАДЕНИЕ ВВЕРХ ПО ТЕЧЕНИЮ 45°	●	+	+		++	●	+	●
		ВДОЛЬ ДОЛИНЫ	ВДОЛЬ ОСИ	+++		+++			+++		++
			ВДОЛЬ СКАЛА	⊥	+	●		++	●	●	●
				//	+++	+++		+++	+++	+++	+++
			ВДОЛЬ СКАЛА	+++	+++	+++		+++	+++	+++	+++
2	ШТОКВЕРК	В ДНИЩЕ	ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ДОЛИНЕ	+++		+++			++		+
			ПАДЕНИЕ ВНИЗ ПО ТЕЧЕНИЮ 45°	++		++			+++		+
			ПАДЕНИЕ ВВЕРХ ПО ТЕЧЕНИЮ 45°	+++		+++			+++		+
		НА СКАЛКЕ	ПАДЕНИЕ ⊥ СКАЛКЕ	+++	+++	+++		+++	+++	+++	+
			ПАДЕНИЕ ВНИЗ ПО ТЕЧЕНИЮ 45°	+++	+++	+++		+++	+++	+++	+
			ПАДЕНИЕ ВВЕРХ ПО ТЕЧЕНИЮ 45°	+++	+++	+++		+++	+++	+++	+
			ПАДЕНИЕ // СКАЛКЕ	+++	+++	+++		+++	+++	+++	+
		В ВЕРШИНЕ РУЧЬЯ		++		+			++		+
	3	ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ЗАЛЕЖЬ		+	●	●			+	●	●
	4	ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОМПЛЕКТ		+	●	+		+	+	●	

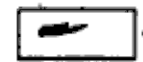
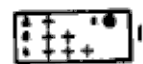


Рис. 5. Опорная схема основных вариантов развития системы "коренной источник - россыпь".
1 - обогащение: а - слабое, б - значительное, в - весьма значительное, г - эквивалентное
содержанию в источнике; 2 - длина россыпи: а - короткая, б - средняя, в - длинная; 3-6 -
морфология россыпи: струйчатая (3, 4), плащеобразная (5), гнездовидная, перистая (6).

лее упрощенная – двухступенчатого строения. С позиций россыпеобразования необходимо различать такие большие события как горообразование, гороразрушение, пенеппенизация и денудация на платформе. На их фоне следует выделять такие направления динамического развития долины (рис. 4) как вертикальный врез (А), горизонтальная эрозия (Б), террасирование (В), переотложение россыпи (Г), выполаживание (Д) и рост крутизны склонов (Е). Безусловно, они неравнозначны и по времени и по особенностям механизмов денудации^{и их} по значимости. Они обозначены по специфичности формируемых концентраций металла, отличающиеся друг от друга внутренней структурой его распределения.

А. При вертикальной эрозии рудного тела происходит смещение металла прямо пропорциональное высоте вреза, его обработка и сортировка по гидрокрупности. Степень концентрации соответствует высоте среза (Н) источника и объему (Р) дезинтегрированной и перемытой металлоносной массы.

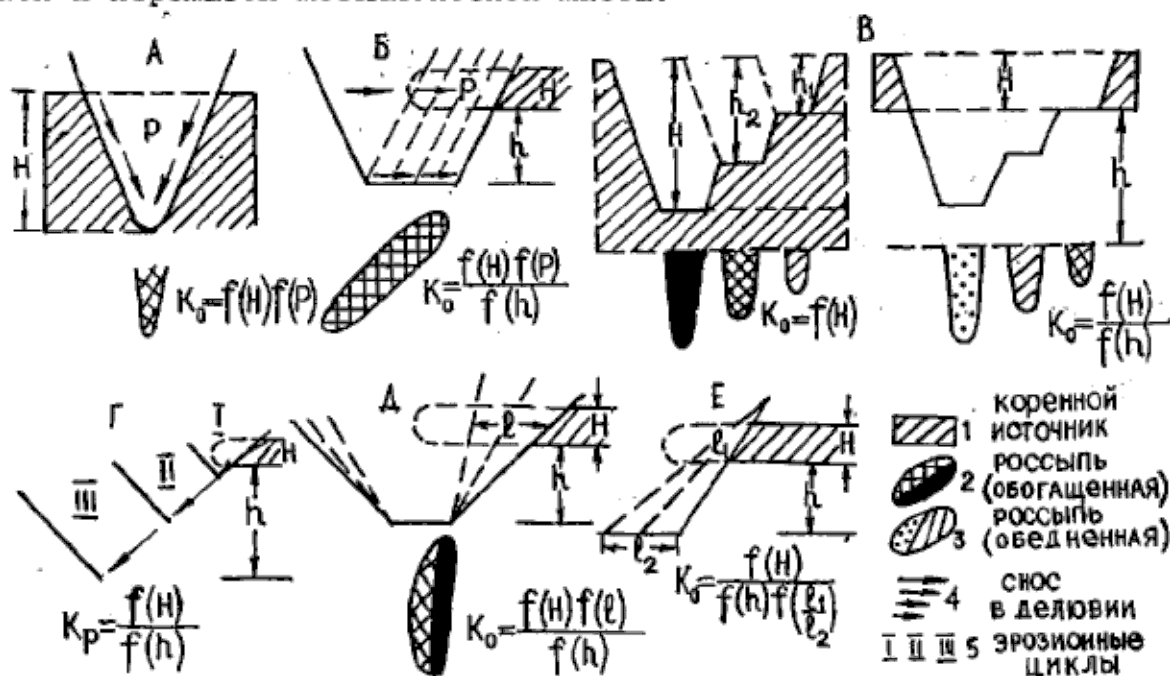


Рис. 4. Влияние динамического развития долины на концентрацию золота в россыпи (при $\frac{V_6}{V_9} > 1$).

Б. Результаты горизонтальной эрозии отличаются отсутствием сортировки и обработанности зерен золота и захоронением его вблизи (под) источником. Коэффициент концентрации прямо пропорционален H и P и обратно – величине превышения (P) рудного тела над дном долины.

В. При террасировании формируемое россыпное месторождение имеет сложную морфологию в плане с участками металла разной степени концентрации и окатанности зерен. Различаются два типа богатых накоплений: а – на нижнем уровне в тальвеге современной долины, за счет всего объема вреза, представляющего рудную массу и б – на верхнем уровне при размыве водораздельной залежи; переотложение ее на нижние уровни обусловило рассеяние металла прямо пропорциональное высоте переотложения.

Г. Неоднократное переотложение (без террасообразования) металла из залежи в привершинных древних частях рельефа уничтожает прямые признаки (наличие в россыпи золота субрудного облика) присутствия законсервированного источника.

Д. Выполаживание склонов способствует формированию богатых концентраций узкой полосой вдоль борта долины близ источника. Коэффициент концентрации прямо пропорционален мощности залежи (Н), степени выполаживания (ℓ) и обратно пропорционален превышению ее над днищем долины. Последнее относится к случаю последующего переотложения россыпи.

Е. Рост крутизны склонов характерен для этапа (эпохи) интенсивного расчленения рельефа. В этом случае россыпь не образуется, вследствие рассеяния небольшого объема денудированной части залежи на большую площадь днища долины.

На рис. 5 дана общая классификация системы элементарных россыпей, описание которой приведено нами ранее (Избеков, 1985).

Типовые расчеты элементарных россыпей показаны на примере таблицы 5. В ней вычисляются с одной стороны содержание и фракционный состав золота в россыпи и частота встречаемости I зерна каждой фракции на $I \text{ м}^2$ россыпи с другой. Относительно первой линии последовательность расчетов следующая. Известные позиции – это графы 1, 3, 4, 6 соответственно: состав по фракциям, содержание металла в каждой фракции проецирования, усредненный вес зерна в них и углы проецирования. Общий запас металла находится, исходя из денудлируемых объемов руды и усредненного содержания, а по фракциям – умножением полученной цифры на цифры процента содержания каждой фракции. Длина распределения (гр. 7) каждой фракции вдоль россыпи определяется умножением высоты среза источника (задается от 10 до 400 м, здесь 200 м) на $\text{tg} \alpha$. Линейный запас металла в граммах на I пог. м россыпи

Таблица 5

Параметры элементарной россыпи, сформированной при
вертикальной эрозии поперечной жилы

№ п/п	И с т о ч н и к			Р о с с ы п ь									
	Запас, кг	Содерж. г/т	Вес I зерна, г	Число золотин шт.	tg α	S-H м	Линейн. запас, г/пог.м	Число золот. на I пог.м	Частота встреч. на I м ²	Верт. запас г/м ²	Содерж. г/м ³	Гран. состав %	
	%												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2,3	0,86	0,009	30	28	0,08	17	49,5	I	0,005	0,25	-	
2	1,1	0,41	0,004	4	103	0,12	24	16,9	4	0,02	0,08	-	
3	6,6	2,47	0,026	0,8	3088	0,21	42	58,3	72	0,36	0,29	-	
4	13	4,86	0,053	0,15	3,2 10 ⁴	0,38	76	63,5	423	2,11	0,32	0,32	37,4
5	29	10,85	0,116	0,02	5,4 10 ⁵	0,72	145	74,7	3733	18,6	0,37	0,37	43,9
6	21	7,86	0,084	0,0025	5,2 10 ⁶	1,54	308	25,5	17017	85,1	0,13	0,13	15,2
7	16	5,99	0,064	0,0004	1,5 10 ⁷	6,13	1226	4,9	12206	66	0,02	0,02	2,9
8	11	4,11	0,044	0,0001	4,1 10 ⁷	19,08	3816	1,1	10793	54	0,005	0,005	0,6
Сумма		37,44	0,4				294,4				1,47	0,95	

{гр. 8) находится делением россыпеобразующего металла той или иной фракции (гр. 2) на длину ее распределения в россыпи (гр. 7); вертикальный запас (гр. II) - делением линейного запаса (гр. 8) на ширину россыпи, в данном случае на 200 м; содержание при мощности пласта в I метр идентично вертикальному запасу, но в этой графе (I2) убираем значения содержаний тех фракций, частота встречаемости I зерна которых на I м² площади меньше единицы. Распределение золота (в %) различных фракций равного проецирования в общей навеске находим делением частных содержаний на их сумму и умножения на 100%.

Вторая линия расчетов необходима для выявления частоты встречаемости зерен той или иной фракции на I м² площади россыпи, что особенно важно для изучения встречаемости частиц крупных фракций.

Вначале находится общее число россыпеобразующих золотинок в каждой фракции равного проецирования делением запаса фракции на средний вес I зерна в ней. Затем рассчитывается число зерен на I пог. м россыпи опять же по фракциям делением общего числа золотинок в каждой из них на соответствующую длину распределения и, наконец, определяется частота встречаемости золотинок каждой фракции на I м² делением числа золотинок приходящих на I пог. м россыпи на ширину россыпи.

В итоге выполненные расчеты позволяют сравнить по основным показателям различные варианты россыпеобразования.

Глава 6. СИСТЕМА РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Россыпные месторождения, как правило, состоят из элементарных россыпей разной стадии эволюции, наложенных друг на друга в весьма сложных сочетаниях, которые образуют внутреннюю структуру рассматриваемых объектов. В итоге общие распределения золота в продольном и поперечном профилях долины, в плане и разрезах находится в прямой зависимости от этих сочетаний и в свою очередь контролируются комплексами источников, главнейшие из которых следующие: поперечные (I), продольные (II), косые (III), объемные (штокверковые) (IV), комбинации продольных с оперяющими поперечными (V), поперечных с оперяющими продольными (VI), объемных и линейных источников (VII). Несколько особняком выделяются распределения, сформированные за счет промежу-

точных коллекторов (УШ) (рис. 6).

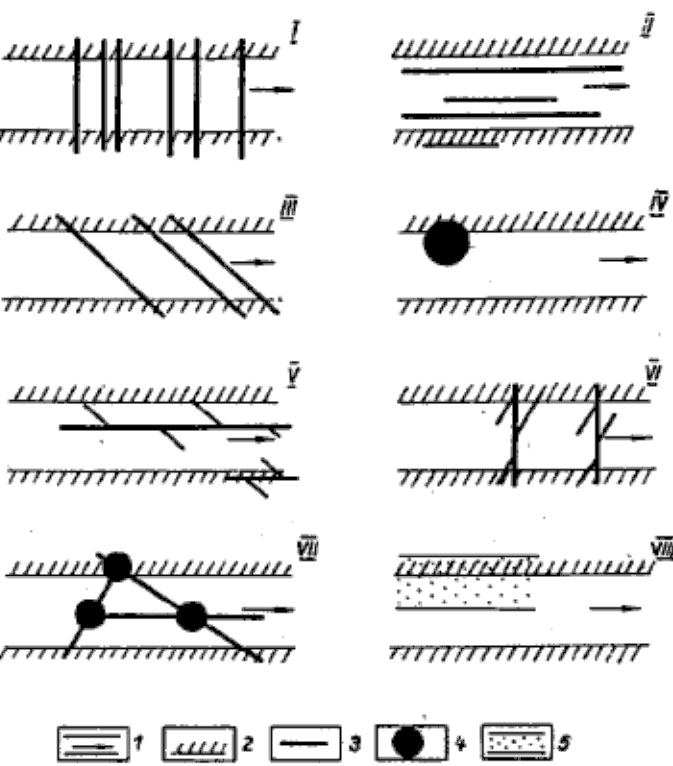


Рис. 6. Схема основных комплексов источников, формирующих генерализованные типы распределения золота в россыпных месторождениях. Источники: I - поперечные, II - продольные, III - косые, IV - шток-верковые, V - сочетания продольных с косыми, VI - поперечных с косыми, VII - объемных и линейных, VIII - промежуточный коллектор. Условные обозначения: 1 - направление течения, 2 - борта долины, 3 - линейные источники, 4 - объемный источник, 5 - промежуточный коллектор.

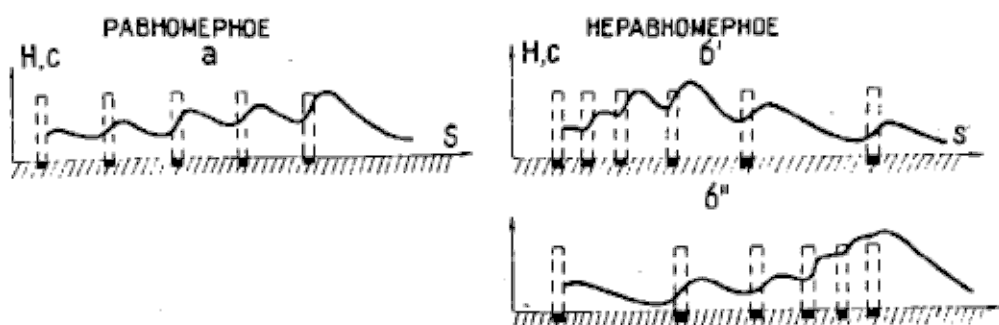
При денудации каждого комплекса упомянутые распределения подразделяются

на конкретные, отличающиеся друг от друга виды, обуславливаемые количеством и равномерностью распределения рудных тел в плане долины, уровнем и высотой их среза, преобладанием либо вертикальной, либо горизонтальной эрозии и т.п. В представленной работе вначале освещаются основные признаки типов россыпных месторождений, сформированных за счет того или иного комплекса, а затем даются расчеты и характеристики видов внутри комплекса. К примеру систематизация поперечных источников, контролирующих тот или иной вид россыпных месторождений, представлена на рис.7.

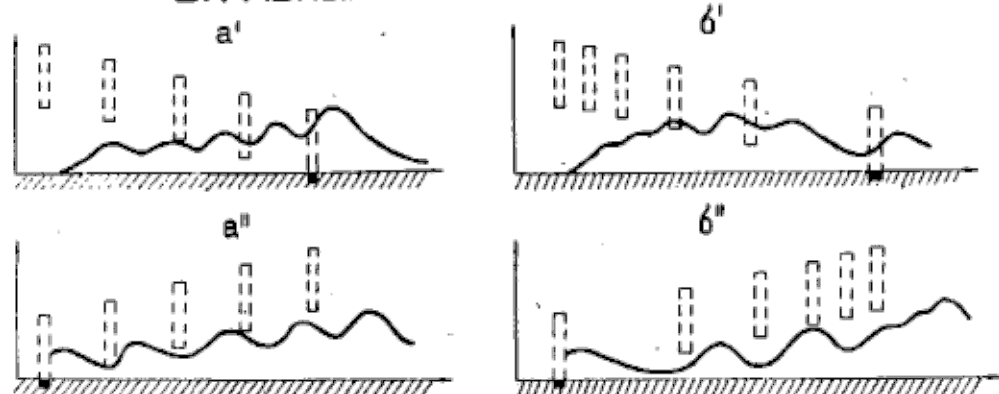
Виды сгруппированы в варианты: одноуровневого среза коренных источников (КИ) на тальвеге долины (А), равного среза КИ, но на разных гипсометрических отметках (Б) и разного среза КИ как на уровне современного тальвега, так и на разных высотах (В). Варианты подразделяются на подварианты в связи с равномерностью или неравномерностью размещения рудных тел вдоль долины.

Итоги расчетов и полевые наблюдения свидетельствуют, что продольное накопление металла в подварианте Аа волнообразно увеличивается в зоне нарастания запасов и достигает максимума в районе последнего по течению источника (если расстояние между ними будет меньше 200 м). В случае неравномерного расположения источ-

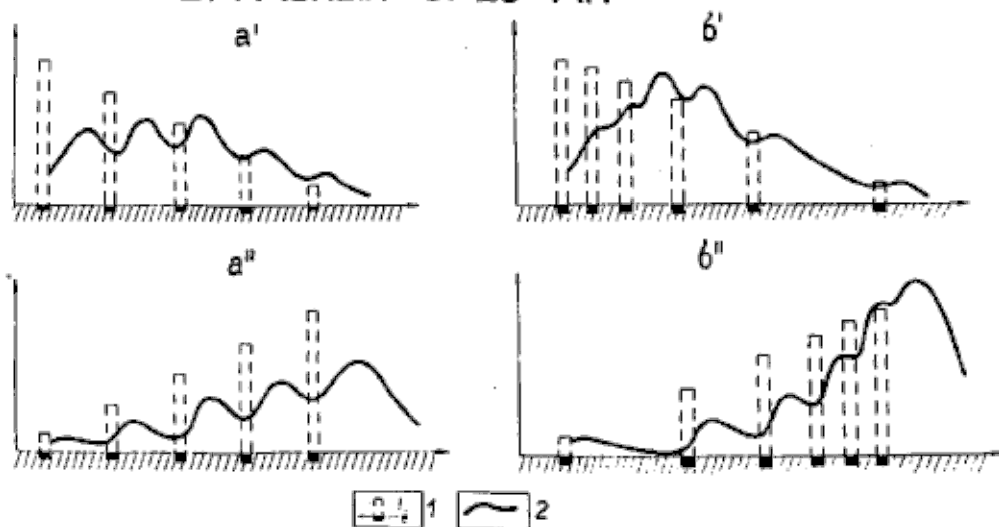
А. ОДНОУРОВЕННЫЙ СРЕЗ КИ



Б. РАВНЫЙ СРЕЗ КИ НА РАЗНЫХ ВЫСОТАХ



В. РАЗНЫЙ СРЕЗ КИ



1 2

Рис. 7. Систематизация поперечных источников по различным вариантам и подвариантам (объяснение в тексте). 1 - денудированная (I) и оставшаяся в недрах (II) части источника, 2 - ориентировочное распределение линейных запасов в продольном профиле россыпного месторождения.

ников пик запасов может быть как в верхней (рис. 7 А^{б^I}), так и в нижней части россыпи (рис. 7 А^{б^{II}}).

Несколько иное накопление металла вдоль россыпи отмечается при срезе одинаковых по основным параметрам коренных источников, но расположенных на разных гипсометрических отметках (рис. 7 Б). При равномерном размещении источников друг от друга отмечается **равномерно-ступенчатое нарастание запасов**; причем наиболее контрастные пики накоплений отмечаются близ источников, срезанных в поздние эрозионные циклы, а относительно пологие пики — близ источников, срезанных в ранние этапы формирования россыпного месторождения (рис. 7 Б^I, а^{II}).

В случае неравномерного размещения источников максимальное накопление металла вдоль россыпи отмечается близ ступени источников, независимо от того находятся ли они в головке россыпи или в хвосте. Причем, чем выше (гипсометрически) размыв источник, тем полнее кривая накопления, поступившего из него в россыпь металла, суммирующаяся в данном пункте и накоплениями металла от других источников (рис. 7 Б, σ^I и σ^{II}).

При разной величине среза источников максимальный пик накопления наиболее богатой элементарной россыпи характеризует источник с наибольшей величиной среза по вертикали. Также отмечается ступенеобразное или волнообразное продольное распределение металла в зависимости от количества источников и объемов денудированной рудоносной массы (рис. 12 В). Сравнительно равномерное распределение пиков свидетельствует о равномерном размещении источников вдоль долины. При их ступени резко увеличивается накопление металла ниже последнего из таких источников (рис. 7 В, σ^I , σ^{II}).

Типовые расчеты распределения металла в россыпных месторождениях выполнены путем мультипликации расчетов соответствующих элементарных россыпей той или иной стадии эволюции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе изложены теоретические основы общей системы коренной источник — россыпь. Благодаря формализации условий образования и развития россыпей получена возможность дробного их изучения на трех уровнях по вертикали и естественным количеством членов на каждом из них по горизонтали. На всех уровнях исполь-

зована атрибутика системного анализа в определенных пространственно-временных границах. Данный анализ применим для объектов послесреднепалеозойской эпохи.

Основополагающим явлением на всех трех уровнях является концентрация и рассеяние вещества. Первая происходит как следствие интеграции золотин различных фракций в рассматриваемом пункте россыпи из разных точек пространства, так и как следствие наложения зерен одной и той же монофракции друг на друга при их проецировании в пространстве размываемого рудного тела. Второе обязано дифференциации металла вследствие разных углов проецирования, **обычного разубоживания**, растягивания и т.п. Автором предложена методика расчетов как предельно возможных концентраций для фракций равного проецирования при россыпеобразовании, так и текущих, в зависимости от морфологии рудных тел, величины их среза в тех или иных геоморфологических условиях и т.п. При этом обращает внимание тот факт, что за счет одних и тех же параметров рудного тела (содержание, гранулометрический состав металла) могут быть получены россыпи как с мелким, так и с крупным золотом в зависимости от конкретных исходных обстановок.

Результаты проведенного системного анализа позволили предложить математический аппарат расчетов параметров россыпи по известным параметрам источника; при этом предложен алгоритм программы и блок-схема для использования простейших компьютеров. Полученные цифры расчетов близки к таковым природных объектов.

Изучение системы парагенезов шлихового золота показало большое их разнообразие, взаимосвязь между составляющими элементами и возможность извлечения из них информации о исходных и промежуточных условиях становления россыпи, в том числе количестве источников, ориентировки их относительно долины, степени концентрации и рассеяния конкретных фракций и т.д.; дана аббревиатура их классификации, которая может быть в дальнейшем использована при составлении атласов шлихового золота.

Система элементарных россыпей рассмотрена отрывочно в связи с раскрытием ее в предыдущей работе автора. Тем не менее выделение ее убеждает, что изучение ЭР должно предшествовать исследованию любого россыпного месторождения.

Предложенные автором генерализованные комплексы источников, контролирующих россыпные месторождения и примеры методики расчета содержаний и линейных запасов в них являются очередной ступенью в познании объекта исследований.

Важно отметить, что все выделенные ячейки систем трёх уровней обнаруживают как отличия друг от друга, так и корреляционные связи по мере эволюции систем. В работе широко учитывается дифференциация металла и сложный механизм его перемещения в геологическом времени. Принятые автором условные ограничения, обусловленные отсутствием необходимого количества исходных данных, компенсируется значительной степенью усреднения и идеализации конкретных обстановок.

Основное преимущество выполненных исследований по сравнению с предшествующими заключается в новом иерархизированном подходе к изучению россыпных месторождений и установлении количественных взаимосвязей параметров источника и россыпи, результаты использования которых позволяют объяснить известные спорные вопросы образования и эволюции россыпей.

В целом подобный системный подход может рассматриваться в различных аспектах: с одной стороны — как следствие качественно нового уровня познания, и с другой стороны, как более совершенный инструмент изучения материальных объектов.

Рассматриваемая проблема ставит на повестку исследований следующие крупные задачи: составление детальной программы — количественной парадигмы системы КИР; широкую заверку экспериментами полученных закономерностей развития систем всех 3-х уровней; исследование пространственно-временных границ объекта в иные более ранние геологические эпохи.

Основные работы, опубликованные по теме диссертации

1. Избеков Э.Д. Закономерности условий формирования и размещения россыпей Прииндигирской зоны: Автореферат дис. канд. геол.-мин. наук. — Якутск, 1967. — 24с.
2. Избеков Э.Д. К вопросу о корреляции террас на территории Северо-Востока СССР// Труды ЦНИГРИ, 1967. — вып. 72. — С. 169-183.
3. Избеков Э.Д. Особенности древнего обломочного материала верховьев р. Индигирки// Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии/ Под редакцией К.Б. Мокшанцева. — Якутск, 1968. — С. 293-303.
4. Избеков Э.Д. Особенности россыпного золота Вилюйской синеклизы и прилегающих районов// Россыпи золота Якутии и их связи с коренными источниками/ Под ред. Ю.Н. Трушкова. — Якутск, 1972. — С. 178-199.
5. Избеков Э.Д. О золотоносности долины р. Индигирки в Предпорожном районе// Там же. — Якутск, 1972. — С. 200-209.

6. Избеков Э.Д. Определение минимально допустимой навески для производства гранулометрического анализа золота// Там же -Якутск, 1972,- С. 209-215.

7. Трушков Ю.Н., Избеков Э.Д., Самусиков В.П., Сергеенко А.И., Скрябин А.И., Ижурбаев Ф.И.. Россыпи как закономерные проекции коренных источников на тальвеги долин// IУ Всесоюз. сов. по геол. россыпей: Тез. докл.- Киев, 1973. -С. 21-23.

8. Избеков Э.Д. Обработанность золота как критерий возраста россыпей современных долин //Вопросы рудоносности Якутии/ Под ред. Г.Н.Гамянина.- Якутск, 1974. -С. 187-199.

9. Трушков Ю.Н., Избеков Э.Д. Транспортировка полезных компонентов как следствие эволюции формирования россыпей// Транспортировка полезных компонентов в аллювиальных россыпях: Тез. докл. Всес. научн. конф. 10-12 июня 1975г.- Якутск, 1975.- С. 5-7.

10. Избеков Э.Д., Сергеенко А.И. Роль гидравлической крупности полезных ископаемых при их транспортировке в процессе формирования аллювиальной россыпи// Там же.- Якутск, 1975.- С. 106-107.

11. Трушков Ю.Н., Избеков Э.Д., Сергеенко А.И. Основные факторы перемещения золота в россыпях// Поиски и опыт реконструкции коренных источников золота по разведанным россыпям/ Под ред. Г.П.Михалёва.- Якутск, 1975. -С. 29-49.

12. Избеков Э.Д., Яковлев Я.В., Бичус Б.Я. Опыт изучения связи россыпи с её коренным источником на примере объектов Лазо и Неизвестный// Там же.- Якутск, 1975. -С. 67-107.

13. Избеков Э.Д., Шаров Г.Н. К вопросу о поисках рудных тел в бассейне Ченкеленьи и на террасах р. Адычи// Там же.- Якутск, 1975.- С. 149-160.

14. Trushkov Yu.N., Izbekov E.D. Evolution of placer// 25-Th International Geol. Congr., Abst., Vol.1, Australia, 1976, P. 226-227.

15. Трушков Ю.Н., Избеков Э.Д. Эволюция россыпей// Минеральные месторождения/ Под ред. В.И.Смирнова.- Москва, 1976.- С. 147-155.

16. Избеков Э.Д. Изучение россыпей// Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов: Тез. докл. II Всес. межвуз. конф. 27-30 января 1976 г.- Москва, 1976.- С. 315-316.

17. Избеков Э.Д. Об особенностях золота мезозойских и палеозойских коллекторов Вилюйской синеклизы// Древние и погребённые россыпи СССР. Т.2/ Под ред Н.П.Семененко.- Киев, 1977.-С. 82-86.

18. Избеков Э.Д. Система "коренной источник - россыпь"// Закономерности проявления эроз. и русл. процессов: Тез. докл. III Всес. конф. 22-24 декабря 1981 г.- Москва, 1981.- С. 396-397.

19. Избеков Э.Д. К вопросу использования в качестве поисковых признаков особенностей распределения золота в россыпных месторождениях// Особенности россыпей золота и их поисковое значение.- Якутск, 1980. -С. 154-158. -ДСП.

20. Избеков Э.Д. О возможности формирования приплотиковых пластов россыпей с мелким золотом// Мелкие ценные минералы в аллювии: Тез докл.- Пермь, 1982.- С. 38-39. -ДСП.

21. Избеков Э.Д. Россыпи долин высоких порядков// Исследования русловых процессов для практики народного хозяйства: Тез. докл. Всес. конф. 22-24 декабря 1983.- Москва, 1983.- С. 291-292.
22. Избеков Э.Д. Реконструкция размещения древних россыпей по особенностям металла// Происхождение и размещение россыпей Якутии.- Якутск, 1983.- С. 20-28. -ДСП.
23. Избеков Э.Д. Шаровидное пустотелое золото как индикатор формирования древних береговых зон (на примере восточной части Сибирской платформы// Там же.- Якутск, 1983.- С. 50-58. -ДСП.
24. Избеков Э.Д. Концентрация и рассеяние полезных компонентов при эволюции россыпи// Концентрация и рассеяние полезных компонентов в аллювиальных россыпях: Тез. докл. Всес. научн. конф.- Якутск, 1985.- С. 176-177.
25. Ивочкина Л.Г., Избеков Э.Д. Концентрация металла в аллювиальной россыпи в течение нескольких эрозионных циклов (экспериментальные данные)// Там же.- Якутск, 1985.- С. 27-28.
26. Избеков Э.Д. Критерии дифференциации золота в аллювиальных россыпях// Докл. АН СССР, т. 281, №5, 1985.- С. 1173-1177.
27. Избеков Э.Д. Образование и эволюция россыпей.- Новосибирск: Наука, 1985.- 192с.
28. Избеков Э.Д., Копылов Р.Н., Филиппов В.Е., Хмелёва Н.В., Ивочкина Л.Г., Елисеева О.А. Экспериментальные исследования при изучении эволюции россыпей// Информация ВИЭМС, 138/5, 1987.- С. 5-6.
29. Избеков Э.Д. О генезисе природной обработанности шлихового золота// Докл. АН СССР, т. 298, № 2, 1988.- С. 429-431.
30. Избеков Э.Д., Копылов Р.Н., Шумилов Ю.Н. О генезисе структуре атласа самородного золота// Колыма.- 1989.- № 2.- С. 12-16.
31. Избеков Э.Д. Систематика россыпей // Россыпи складчатых (орогенных) областей: Тез. докл. IX Всес. сов. по геологии россыпей. - Бишкек, 1991. - Ч. I. - С. 9-12.

Технический редактор О.М.Вараксина

Подписано к печати 03.02.92.

Бумага 60х84/16. Печ.л. 2,25. Уч.-изд.л. 2,2.

Тираж 100. Заказ 68.

Объединенный институт геологии, геофизики
и минералогии СО РАН
Новосибирск, 90. Ротапринт.