

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

РЕКОМЕНДАЦИИ,

НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ
ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ
НОВЫХ ПОИСКОВЫХ КРИТЕРИЕВ,
МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
И РАЗВЕДКИ РОССЫПЕЙ

МАГАДАН

1981 г.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

Для служебного пользования
Экз. №

ЖЕЛНИН
Степан Григорьевич

РЕКОМЕНДАЦИИ,
НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ
ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ
НОВЫХ ПОИСКОВЫХ КРИТЕРИЕВ,
МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
И РАЗВЕДКИ РОССЫПЕЙ

МАГАДАН
1981 г.

Дано обоснование наиболее перспективных типов россыпей, их поисково-оценочных критериев, принципов и методов прогнозирования и разведки. Они рассмотрены на техническом совещании Управления геолого-маркшейдерских работ МЦМ СССР, решением которого предложено внедрение настоящих рекомендаций в практику работы всех геологических организаций Минцветмета СССР, занимающихся разведкой россыпных месторождений золота (Протокол совещания № 22 от 12 мая 1981 г., утвержденный заместителем министра цветной металлургии СССР т. Чепеленко Н. Н.).

Предлагаемые рекомендации являются результатом обобщения многочисленных исследований автора, а также большого фактического материала, сосредоточенного в геологических организациях Севера Дальнего Востока, по поискам, разведке и эксплуатации россыпных месторождений. Рекомендации направлены на повышение эффективности поисково-разведочных работ в условиях высокой степени разведанности территорий деятельности горнодобывающих предприятий.

Издано по решению Ученого совета СВКНИИ ДВНЦ АН СССР от 4 ноября 1981 г.

© Сеzero-Восточный комплексный
научно-исследовательский институт ДВНЦ АН СССР, 1981 г.

Проблема постоянного пополнения сырьевой базы и продления срока службы действующих золотодобывающих предприятий имеет огромное народнохозяйственное значение. Сокращение количества передаваемых запасов горным предприятиям приводит к неизбежному сокращению масштабов добычи золота, поскольку обеспеченность разведанными запасами, сосредоточенными в россыпях, крайне ограничена, а количество золота, добываемого из россыпей на протяжении многих десятилетий, составляет основную часть от общей добычи.

Низкая обеспеченность горных предприятий разведанными запасами обусловлена рядом факторов. Во-первых, отработка россыпей по сравнению с коренными месторождениями ведется ускоренными темпами, что связано со сравнительно простой технологией горных работ и извлечения золота из песков, а также с небольшими удельными (и абсолютными) капиталовложениями; во-вторых сокращаются запасы золота в россыпях благодаря высоким темпам их выявления. Огромные объемы поисково-разведочных работ, ежегодно проводимые на территориях известных золотоносных районов, обусловили высокую степень изученности и разведанности последних и создали определенные трудности в сохранении ранее достигнутого прироста запасов.

Решение поставленной проблемы, по мнению автора, возможно при условии концентрации поисково-разведочных работ на наиболее перспективных площадях, широкого внедрения новых поисково-оценочных критериев и методов прогнозирования и разведки россыпей.

Значение разработанных поисковых критериев и методов прогнозирования заключается в том, что с их помощью на территориях деятельности горнодобывающих предприятий (где разведка и эксплуатация россыпей производятся в течение многих десятилетий) удается определить качественные и количественные характеристики прогнозных запасов россыпного золота, оставшихся в недрах. Эти запасы служат основой текущего и перспективного планирования по приросту и добыче золота для действующих предприятий, дальнейшего направления геологоразведочных работ и повышения их качества и эффективности. Последнее обеспечивается исключением из процесса геологических работ стадии поисков россыпей, которая занимает значительный удельный вес (до 15—20%) в общих затратах.

Применение методики для расчета минимального объема проб

при поисках и разведке позволяет выявить такие россыпи, которые не могут быть разведаны и переданы в эксплуатацию с помощью отбираемых (небольших) объемов проб из скважин ударно-канатного бурения.

1. Учитывая высокую степень изученности и разведанности известных золотоносных площадей, наиболее важной, но весьма сложной задачей представляется выделение и обоснование наиболее перспективных площадей и морфогенетических типов россыпей, за счет которых возможно пополнение сырьевой базы золотодобывающих предприятий.

Анализ всего фактического материала по геологии россыпей известных золотоносных районов, а также намечившиеся устойчивые тенденции к снижению кондиций позволяют к числу перспективных отнести следующие типы россыпей:

— погребенные россыпи во впадинах и депрессиях, а также на участках, перекрытых рыхлыми образованиями различного генезиса, расположенные в пределах или вблизи установленных золотоносных площадей;

— преобразованные россыпи долин высоких порядков, сформированные в особых условиях развития эрозионных процессов;

— техногенные россыпи, образованные в результате полной или частичной отработки месторождений в прошлые годы;

— россыпи с мелким и дисперсным золотом на площадях распространения коренных источников золото-сульфидной и золото-серебряной формаций;

— прибрежно-морские россыпи вблизи известных площадей с коренными и россыпными месторождениями золота на континентальной части (Желнин, 1978).

Погребенные россыпи в настоящее время сравнительно хорошо изучены и установлены не только во впадинах и депрессиях, но и в грабен-долинах, каньонах, долинах современной речной сети, на участках приподнятых древних долин и т. д. (Желнин, 1970, 1976 и др.).

Среди выделенных групп наиболее важное значение имеют россыпи, погребенные во впадинах и депрессиях. Россыпи располагаются в днищах или зонах горного обрамления этих морфоструктур, что обусловлено не только степенью концентрации эндогенной минерализации, но и условиями их формирования. Погребенный рельеф днищ, впадин и депрессий представляет собой поверхности, выровненные под воздействием процессов химического выветривания, интенсивно проявившихся до начала заложения морфоструктур. В связи с этим важную роль в освобождении россыпеобразующих минералов и металлов, а также их пространственном размещении играли линейные коры выветривания.

Относительно спокойный тектонический режим, слабая расчлененность рельефа, а также заполнение впадин и депрессий рыхлыми образованиями с момента проявления новейших движений обусловили слабую переработку зон гипергенеза коренных источников эрозионными процессами. Поэтому кроме аллювиальных россыпей в днищах таких морфоструктур есть все основания предполагать наличие остаточных, связанных с зонами гипергенеза коренных источников.

Общей особенностью россыпей, расположенных в днищах впадин и депрессий, являются их более древний дочетвертичный возраст, потеря связи с современными долинами речной сети, присутствие значительного количества мелкого золота, его слабая окатанность, преобладание в составе продуктивных горизонтов продуктов химического выветривания, своеобразная морфология пласта, его положение на линейных корях выветривания и др.

Россыпи, расположенные в зонах горного обрамления, а также на отдельных блоках выступающих из под рыхлых отложений днищ впадин и депрессий, имеют ряд существенных отличий. Последние обусловлены главным образом восходящими тектоническими движениями этих участков. В связи с этим в россыпях наблюдаются многократные преобразования (размыв и переотложение), смена возраста от более древних к молодым, преимущественно аллювиальный генезис, более крупный состав золота и его лучшая окатанность, расположение россыпей в долинах верхних течений современных водотоков, рассредоточение мелких фракций золота по всей мощности рыхлых отложений в зоне перехода во впадину и т. д. Таким образом, погребенные россыпи во впадинах и депрессиях характеризуют самые различные стадии образования и преобразования, отличаются своим геоморфологическим положением и требуют разработки дополнительных поисковых критериев, а также совершенствования методики поисково-разведочных работ.

Наиболее сложную, но важную группу перспективных объектов составляют преобразованные россыпи на хорошо изученных золотоносных площадях, расположенных в пределах территорий деятельности горнодобывающих предприятий.

При формальном подходе к оценке перспектив таких площадей считается, что возможности выявления здесь дополнительных запасов россыпного золота крайне ограничены или вообще отсутствуют. Выполненные исследования опровергают такой вывод и заставляют обратить особое внимание не на степень разведанности и опискованности, а на качество и соответствие методов и техники поисково-разведочных работ особенностям геологического строения россыпей и условиям их формирования. Учитывая систематическое снижение

требований промышленности к качественной характеристике запасов, автор пришел к выводу, что преобразованные россыпи еще продолжительное время будут являться основой сырьевой базы горнодобывающих предприятий.

Отличительными особенностями этой группы россыпей, располагающихся чаще всего в долинах высоких порядков (V—IX по Хортону, 1948), являются сравнительно небольшая мощность продуктивного горизонта, крайне неравномерное распределение золота в плане и разрезе, его повышенная крупность, а также относительно невысокие средние содержания. Эти особенности обусловлены главным образом многократным перемывом россыпей водным потоком при ритмичном изменении фаз эрозии. Именно в таких условиях происходит концентрация металла в приплотиковой части разреза рыхлых отложений небольшой мощности, характерны также более высокая степень дифференциации зерен золота (и обмолочного материала) по крупности и сложный «гнездовой» характер распределения.

Перспективы выявления значительных прогнозных запасов в преобразованных россыпях связаны с их благоприятным геолого-геоморфологическим положением в пределах установленных золотоносных зон и узлов и подтверждены практикой поисково-разведочных и эксплуатационных работ.

Анализ прироста запасов на хорошо изученных золотоносных площадях Северо-Востока СССР показал, что основная часть прироста (от 50 до 90%) приходится именно на эту группу россыпей. К сожалению, темпы выявления запасов не соответствуют их прогнозной оценке, что связано прежде всего с широким применением ударно-канатного бурения, объемы которого только на территории Магаданской области ежегодно составляют около 2500 тыс. пог. м. Между тем, именно этот метод и техника, хорошо оправдавшие себя при разведке россыпей с равномерным распределением золота и более высокими средними содержаниями, не обеспечивают получение достоверной информации, необходимой для промышленной оценки преобразованных россыпей и подсчета их запасов. Это положение выявляется при сравнительном анализе разведки, проведенной с помощью различных методов и техники, с эксплуатацией. Из анализа фактического материала следует, что чем ниже среднее содержание и крупнее золото в россыпи, тем больше должен быть объем проб. Поэтому россыпи с относительно низкими средними содержаниями, ранее подвергавшиеся разведке с помощью ударно-канатного бурения, подлежат ревизии. Последняя может осуществляться посредством траншей, подземных сечений и разведочно-эксплуатационных полигонов, обеспечивающих отбор валовых большеобъемных проб (Власов,

Желнин, 1964; Желнин, 1965, 1976, 1979; Шило, Желнин, 1970 и др.).

К техногенным относятся ранее отработанные или затронутые эксплуатацией месторождения россыпного золота. Идея рассматривать продукты переработки россыпных месторождений как специфические геологические новообразования, созданные деятельностью человека, принадлежит В. А. Обручеву (1942). Н. А. Шило (1963) в предложенной им схеме классификации россыпей Северо-Востока выделил техногенные месторождения в самостоятельный генетический тип. Они представляют собой сочетание различных морфологически сложных новообразований, среди которых по общим признакам можно выделить два комплекса — отвалный и остаточно-целиковый. К первому комплексу относятся торфовые, галечные, эфельные, галезфельные отвалы, ко второму — бортовые, внутриконтурные и охранные целики (Шило, Желнин, 1970).

Россыпи с мелким и дисперсным золотом являются основным резервом золотодобывающей промышленности в ближайшем будущем. Необходимость изучения условий накопления мелкого золота (менее 0,1 мм в диаметре) стала очевидной после количественной оценки такого золота в россыпях Алданского района (Желнин, 1968, 1970 и др.). К сожалению, темпы выявления их сдерживаются из-за отсутствия более совершенной технологии извлечения мелкого золота, разработка которой не завершена до настоящего времени. Поэтому первоочередными задачами, от решения которых зависит эффективное проведение поисков, разведки и подсчета запасов, автор считает разработку технологии извлечения, а также изучение условий накопления мелкого золота и разработку методов его количественного определения в рыхлых отложениях.

Россыпи с мелким золотом связаны чаще всего с продуктами выветривания зон гипергенеза коренных источников или с констративным аллювием. О масштабах поступления мелких частиц золота можно судить по гранулометрическому составу золота в коренных источниках. В связи с этим наиболее перспективными объектами для поисков россыпей с мелким и дисперсным золотом являются участки и районы распространения коренных источников золото-сульфидной и золото-серебряной формаций, подвергавшиеся процессам химического выветривания. Кроме этого, до 20% дисперсного золота образуется при механическом измельчении крупных и средних частиц золота в ходе формирования продуктивных горизонтов аллювиальных россыпей.

В зонах гипергенеза коренных источников мелкое и дисперсное золото рассеяно в толще пестроокрашенных глин, которые могут оставаться на месте или перемещаться в пониженные участки рельефа.

Необходимым условием концентрации мелкого золота в констративном аллювии является резкая смена гидродинамического режима водного потока, чаще всего наблюдаемая в конечном водоеме, при пересечении потоком структур с нисходящими тектоническими движениями, или на выходе из зон горного обрамления во впадины и депрессии.

Результаты анализа продольных и поперечных профилей долин речной сети, охваченных разведочными или геофизическими работами, а также использование геоморфологических методов позволили автору установить, что на Севере Дальнего Востока кроме впадин и депрессий не менее благоприятными структурами для концентрации дисперсного и мелкого золота являются продольные и поперечные грабен-долины, а также тектонические рвы.

В связи с истощением богатых россышных месторождений на континентальной части в число перспективных для поисков выдвигаются участки прибрежной зоны, расположенные вблизи выявленных золотоносных площадей. Образование прибрежно-морских россыпей возможно за счет преобразования континентальных россыпей различного генезиса, поступления мелких частиц полезных компонентов (размером менее 0,1 мм в диаметре) в составе твердого стока и в редких случаях — за счет разрушения собственно коренных источников при отступании берегов. При этом для каждого вида полезных ископаемых ведущими могут быть как один, так и все перечисленные источники.

Непременным условием образования прибрежно-морских россыпей за счет континентальных является трансгрессия моря, в результате которой может происходить полный или частичный перемыв ранее сформированных россыпей или рыхлых образований различного генезиса, содержащих полезные компоненты в рассеянном состоянии. Особенности таких россыпей является сравнительно крупный размер частиц полезных компонентов (мало отличающийся от континентальных россыпей), а также грубообломочный характер рыхлых отложений.

Прибрежно-морские россыпи с дисперсными частицами полезных компонентов образуются в дельтах рек и в прибрежной зоне морей при условии перемыва аккумулятивных толщ, содержащих полезные компоненты в рассеянном состоянии, волнами и морскими течениями. Для этих россыпей характерен песчаный или илисто-глинистый материал вмещающих отложений.

Россыпи, образованные за счет разрушения собственно коренных источников в условиях отступления берегов, унаследуют особенности полезных компонентов, свойственные данному рудноформационному типу.

2. Для выделения перспективных объектов используются дополнительные критерии: геологические, морфоструктурные и рудноформационные, а также сравнительные результаты разведки и эксплуатации.

Поиски погребенных россыпей предлагается проводить в местах заложения речных долин по линейным корам выветривания, пересекающим рудоносные зоны, за счет размыва которых формируются наиболее крупные аллювиальные россыпи. При этом участки рельефа, отличающиеся умеренными амплитудами поднятия в днищах низменностей и внутриконтинентальных впадин, являются благоприятными для формирования аллювиальных россыпей. Положение линейных кор выветривания и приподнятых блоков в днищах впадин и депрессий рекомендуется определять с помощью геофизических методов (гравиметрия, электрометрия, сейсмометрия и др.).

Для выявления перспективных объектов с мелким и дисперсным золотом необходим рудноформационный анализ, с помощью которого выделяются площади развития коренных источников золото-сульфидной и золото-серебряной формаций. Необходимым условием формирования россыпей является широкое проявление процессов химического выветривания, при котором происходит наиболее полное высвобождение мелкого и дисперсного золота. Положение остаточных россыпей определяется зонами гипергенеза коренных источников, а аллювиальных — участками долин, характеризующихся резкой сменой гидродинамического режима водного потока и аккумуляции рыхлых отложений (грабен-долины, межгорные впадины и т. д.).

При решении вопроса о перспективности объектов с преобразованными россыпями предложено в комплексе с известными критериями учитывать результаты ранее проведенных поисково-разведочных работ. Анализ последних позволяет установить фракционный состав золота в россыпи и ожидаемые средние содержания, с помощью которых по предложенной методике можно определить качественные и количественные параметры прогнозных запасов.

Определение перспективных запасов на выявленных и разведанных россыпях (с балансовыми и забалансовыми запасами) производится с помощью результатов сравнительного анализа разведки и эксплуатации ранее отработанных россыпей, аналогичных по условиям образования. Как показывает практика, в большинстве случаев (особенно по россыпям, характеризующимся средними и крупными запасами) в процессе доразведки и эксплуатации месторождений выявляются дополнительные запасы за счет уточнения морфологии пласта, среднего содержания, новых участков с промышленными концентрациями и т. д.

На ранее отработанных месторождениях, которые могут быть отнесены к перспективным для выявления так называемых техногенных россыпей, решающую роль играют результаты анализа качества способов отработки, происшедших изменений в кондициях, технологии извлечения золота и т. д.

Наконец, дополнительными критериями выделения перспективных площадей для поисков прибрежно-морских россыпей должны являться присутствие месторождения золота на континентальной части или поступлений золота в составе твердого стока.

Анализ накопленной информации по геологии россыпей позволяет дополнить известные критерии выбора перспективных объектов для поисков и коренных месторождений золота. В частности, для коренных источников золото-кварцевой формации Яно-Колымской складчатой системы такими критериями могут являться относительно крупные россыпи, связанные с долинами преимущественно средних и низких порядков, поскольку россыпи крупных долин имеют чаще всего косвенную связь с коренными источниками.

Наиболее благоприятным условием для сохранения запасов золота в коренных источниках является секущее под прямым углом положение золотоносной долины по отношению к простирающему рудным тел, менее перспективным — когда рудные тела ориентированы по отношению к речным долинам под острым углом, а при условии совпадения с простираем речных долин возможность сохранения промышленных запасов в них представляется маловероятной.

Установленные факты «вскрытия» эрозионным врезом наиболее продуктивных горизонтов коренных источников на различной глубине от палеоповерхности указывают на существование вертикальной зональности в распределении средних содержаний рудных тел золото-кварцевой формации. В связи с этим отрицательные результаты опробования рудных тел, обнажающихся на поверхности современных водоразделов, не могут быть приняты за основу выводов об их бесперспективности. В этом случае необходимо учитывать наличие или отсутствие россыпей в речных долинах, дренирующих эти рудные тела, продуктивные горизонты которых могут фиксироваться на террасах.

Основанием для переоценки известных проявлений являются также установленные факты отработки остаточных россыпей в зонах гипергенеза коренных источников в прошлые годы, присутствия в продуктах выветривания мелкого или дисперсного золота, повышенная крупность золота в россыпях, образованных за счет коренных источников золото-кварцевой формации. Переоценка их должна производиться путем отбора проб по методике, предложенной автором.

3. Прогнозирование запасов россыпного золота на выделенных перспективных объектах представляет наиболее ответственный этап, т. к. от этого в значительной степени зависит эффективность разведочных работ на территориях с высокой степенью разведанности.

Необходимость разработки методов прогнозирования на таких площадях стала очевидной после создания в начале 60-х годов самостоятельной геологоразведочной службы горнодобывающих предприятий. В связи с этим для территорий с высокой степенью разведанности были обобщены и предложены основные принципы и методы прогнозирования по объектам в зависимости от степени их изученности и разведанности (Желнин, 1965 и др.). С учетом накопленного опыта по обоснованию прогнозных запасов по новым золотоносным площадям, которыми занимались в разное время Ю. А. Вилибин, В. А. Цареградский, Б. Н. Ерофеев, Е. Т. Шаталов, Н. А. Шило, А. Х. Алискеров, Б. Б. Евангулов, Н. П. Анিকেев, И. Е. Дабкин, И. Н. Скорина, С. Г. Желнин, М. М. Суворов, А. Г. Тычинский, О. Х. Цопанов, М. Е. Городинский, Н. О. Генжин, А. Г. Беккер, И. Б. Флеров и др., предлагаются следующие принципы и методы прогнозирования россыпной золотоносности на территориях с высокой степенью разведанности.

На специальных металлогенических картах мелкого масштаба (предпочтительно м-ба 1:500 000) производится районирование, при котором руднороссыпные проявления и месторождения группируются в поля, узлы, зоны и районы. Последние могут быть объединены в пояса и провинции. Одновременно с этим в каждом металлогеническом подразделении определяется и отображается на картах рудно-формационная принадлежность коренных источников (золото-кварцевая, золото-сульфидная, золото-серебряная и т. д.).

В основу такого районирования должны быть положены структурно-фациальные и тектоно-магматические факторы, в частности, положение золотоносных площадей в геотектонических структурах региона, установленная приуроченность оруденения к глубинным долгоживущим разрывным нарушениям, комплексам магматических образований, зависимость геологии россыпей от их положения в новейших морфоструктурах и т. д. В качестве специальной нагрузки рекомендуется отразить на карте продуктивность основных зон и узлов, выраженную в килограммах или тоннах выявленных запасов, приходящихся на 1 км².

Такие карты рекомендуется составлять для крупных регионов в целях установления общих закономерностей пространственного размещения коренной и россыпной золотоносности, определения их продуктивности в зависимости от принадлежности к различным рудно-формационным группам, установления особенностей геологического

строения россыпей в зависимости от их положения в новейших структурах, выявления общих перспектив выделенных на карте металлогенических подразделений и т. д.

В качестве рабочей основы при составлении металлогенических карт предлагается использовать карты полезных ископаемых м-ба 1:200 000 с обязательным дополнением всей информации, позволяющей установить основные рудоконтролирующие факторы.

Карты средних масштабов (предпочтительно м-ба 1:100 000) составляются в целях установления степени разведанности зоны или узла и носят название карты разведанности. На них наносятся основные сведения по геологии, геоморфологии, стратиграфии рыхлых отложений, геофизике, гидрогеологии. Учитывая назначение данной карты, главное внимание при ее составлении уделяется результатам ранее выполненных поисково-разведочных работ, а также установлению особенностей отдельных руднороссыпных зон или узлов, обусловленных локальными рудноконтролирующими факторами (структурные, литологические, магматические и др.), или положением их в новейших структурах.

Анализ такой карты позволит исследователю найти не только типовые черты данной зоны или узла, отличающие их от общего металлогенического облика руднороссыпного района, пояса или провинции, но и оценить степень разведанности. По этому признаку все перспективные объекты должны быть подразделены на четыре основные группы: неразведанные, ранее разведывавшиеся, разведанные и находящиеся в эксплуатации, отработанные россыпи (Желнин, 1965).

Крупномасштабные карты (предпочтительно м-ба 1:25 000) составляются на площади с перспективными объектами трех последних групп и называются картами россыпей. Они должны содержать необходимую информацию для обоснования прогнозных запасов на перспективных объектах, в связи с чем наиболее полными должны быть сведения по геоморфологии долин, стратиграфии рыхлых отложений и геологии россыпей. В частности, на карту должны быть вынесены и отражены специальными знаками поверхности выравнивания, все флювиальные и ледниковые формы рельефа, генетические типы рыхлых отложений и их возраст, установленные россыпные и коренные проявления и месторождения, их генетическая и рудноформационная принадлежность, морфология, размеры, масштабы и т. д.

В числе поисково-разведочных и эксплуатационных данных на карту выносятся сведения о положении и видах пройденных геолого-разведочных выработок и способов отработки месторождений, результаты опробования всех видов выработок, крупность, морфология, пробы золота и т. д.

Вспомогательными материалами для выделения и обоснования качественных и количественных показателей прогнозных запасов по каждому объекту или площади служат специальные таблицы и планы эксплуатационных и разведочных работ (обычно в м-бе 1:2 000).

Выбор методов прогнозирования для каждой группы зависит главным образом от степени геологической изученности и разведанности, а также площади прогнозируемых объектов. В частности, при прогнозировании россыпной золотоносности по неразведанным объектам наиболее приемлемым является геолого-статистический метод. Он предполагает наличие своеобразного «эталона» в виде хорошо изученного и разведанного района, зоны, узла, месторождения, по которым определен «выход» запасов золота на 1 км² площади или на 1 пог. км разведанной гидросети. При условии неполной аналогии в геолого-геоморфологическом строении значение «выхода» запасов на 1 км² или на 1 пог. км гидросети «эталонной» площади распространяется с тем или иным поправочным коэффициентом на прогнозируемую, что дает возможность определить общие прогнозные запасы. При наличии различных типов коренных источников районирование площадей проводится на основе рудноформационного анализа, позволяющего дифференцировать перспективные площади на отдельные участки, различающиеся масштабами и количеством россыпей в зависимости от продуктивности коренных источников. Достоверность прогнозной оценки в значительной мере может быть также повышена, если учитывать существующую зависимость продуктивности золотоносных долин от их порядков, а также от положения в новейших структурах.

Основным методом оценки отдельных перспективных объектов является обоснование параметров россыпи (протяженность, ширина, мощность продуктивных горизонтов, глубины залегания, среднее содержание на пласт или горную массу), значение которых принимается по аналогии с россыпями, выступающими в качестве прототипов. Под прототипом понимаются россыпи с определенными условиями образования, начиная с формационной принадлежности коренных источников и кончая степенью преобразования россыпей.

Для объектов, ранее подвергавшихся разведке, при обосновании принимаемых параметров учитываются результаты ранее проведенных разведочных или ревизионных работ. Для месторождений с учетными балансовыми и забалансовыми запасами прогнозирование производится различными методами. По известному, полностью обработанному прототипу, проводится сравнительный анализ данных разведки и эксплуатации, на основании которого выводятся поправочные коэффициенты на среднее содержание и объемы песков. Полученные коэффициенты могут быть рассчитаны и для разведанных месторож-

дений. Для эксплуатируемых месторождений коэффициенты выводятся по отработанным участкам или отдельным блокам с учетом возможного увеличения объемов за счет доразведки флангов россыпи и т. д.

Методика определения прогнозных запасов в техногенных россыпях основана на установленной зависимости между средними содержаниями металла в техногенных россыпях и россыпях *in situ* (Шило, Травин, Желнин, 1969). Математическая обработка материалов на ЭВМ позволила выразить эту зависимость следующей формулой:

$$Y = aX - 0,8$$

где X — среднее содержание золота в россыпи естественного залегания, в абсолютных цифрах;

Y — среднее содержание золота в техногенной россыпи, в процентах от X ;

a — некоторый коэффициент, варьирующий в определенных пределах, о чем свидетельствует математическая обработка фактического материала (на практике можно использовать три его значения: 22, 44; 44, 66 и 77, 62, соответственно для минимального, среднего и максимального вариантов прогнозной оценки среднего содержания золота в техногенных россыпях). Остальные параметры, необходимые для определения прогнозных запасов, принимаются по данным разведки и эксплуатации, ранее проведенных на месторождении.

Полученные расчеты, кроме того, сравниваются с результатами разведки или эксплуатации, если они проводились в прошлые годы на этом объекте.

Таким образом, при выделении перспективных объектов по степени разведанности используются не только рекомендуемые поисковые критерии и способы подсчета прогнозных запасов, но методы и техника поисково-разведочных работ. Многообразие последних обусловлено особенностями геологического строения россыпей и их положением в современном рельефе.

Следует заметить, что предлагаемые принципы и методы прогнозирования при условии тщательного сбора и обработки исходных данных позволяют получить достоверные качественные и количественные характеристики запасов по каждому объекту и тем самым отказаться от постановки поисковых работ. Результаты сравнения прогнозных оценок, выполненных тематической партией объединения «Северовостокзолото» совместно с лабораторией геологии россыпей СВКНИИ (научный руководитель С. Г. Желнин), с данными разведки и эксплуатации более чем по 300 объектам показывают хорошую сходимость по основным параметрам (средние содержания, мощности торфов и песков, запасы золота и т. д.) и поз-

воляют значительно повысить эффективность разведочных работ.

4. Какой бы точностью ни обладали предлагаемые методы прогнозирования, реализация прогнозных запасов возможна лишь в том случае, если их разведка будет проводиться такими методами и техникой, которые соответствуют особенностям геологического строения россыпей.

К числу таких особенностей следует отнести прежде всего сравнительно низкие средние содержания золота в россыпях, но рентабельные для отработки, крупный размер и сложное распределение золота в плане. Перечисленные особенности требуют обоснования нового подхода к методике опробования, поскольку выработанные практикой объемы проб, применяемые при поисках и разведке россыпей, имеющих более высокое содержание, оказываются неприемлемыми. Особенно это относится к преобразованным россыпям, которые, как правило, многократно подвергались разведке, но выявлялись лишь в том случае, когда по ним отбирались пробы большого объема (в десятки и даже сотни кубометров) из траншей, разведочных полигонов или подземных сечений.

Предложенная автором методика определения минимального объема проб основана на установленной зависимости от среднего содержания, количества золотинок, их среднего веса и процентного соотношения между золотинокми различных размеров.

Для разработки метода автор использовал фактический материал по россыпям Яно-Колымского золотоносного пояса.

Результаты ситовки золота по 127 месторождениям позволили выделить четыре группы россыпей, образованных за счет разрушения определенных структурно-морфологических типов коренных источников золото-кварцевой формации и различающихся между собой процентным соотношением золота различной крупности. Каждая группа включает от 8 до 79 россыпей (табл. 1).

Средний вес золотинок разных фракций определен на основании изучения объединенной пробы золота (по трем месторождениям) весом 51,837 кг, в которой содержалось 8760589 золотинок, представляющих все морфологические разновидности, встречающиеся в россыпях Яно-Колымского золотоносного пояса.

Исходя из процентного соотношения золота различных фракций и среднего веса золотинок, удалось определить для каждой группы общее количество золотинок в 1 м³ продуктивного пласта при среднем содержании 1000 мг/м³ и вычислить объем, приходящийся на одну золотинок (табл. 2).

Характеристика выделенных групп по крупности золота

Группы месторождений и количество их в группе (в скобках)	Средний размер золотин, мм							
	менее 0,25	0,37	0,75	1,5	3	6	более 8	
Выход золота по фракциям, %								
I (8)	19,72	31,25	29,22	14,42	4,16	1,06	0,15	
II (13)	10,53	22,24	24,78	18,46	14,81	6,20	2,75	
III (79)	1,79	5,30	15,41	26,70	29,70	14,04	7,37	
IV (27)	0,62	1,98	6,38	10,27	30,34	26,28	24,10	
Исходные данные (3)	0,38	2,11	1,94	23,46	45,51	18,58	8,01	

**Расчетное количество золотин,
приходящихся на 1 м³ при среднем содержании 1000 мг/м³**

Группы месторождений и количество их в группе (в скобках)	Средний размер золотин, мм						
	0,25	0,37	0,75	1,50	3	6	более 8
	Количество золотин (шт., числитель) и объем (м ³ , знаменатель, приходящийся на 1 золотину)						
I(8)	2465,0 0,0004	919,2 0,001	245,5 0,004	19,5 0,05	1,0 1,0	0,02 50,0	0,0003 3333,3
II(13)	1316,2 0,0007	654,1 0,0015	208,2 0,005	25,0 0,04	3,6 0,28	0,1 8,33	0,006 166,6
III(79)	223,7 0,004	155,9 0,006	129,5 0,008	36,2 0,028	7,3 0,137	0,27 3,70	0,016 62,5
IV(27)	77,5 0,013	58,2 0,017	53,6 0,018	13,9 0,072	7,4 0,135	0,5 2,0	0,053 18,87
Исходные данные (3)	47,5 0,021	62,66 0,015	16,3 0,061	31,79 0,031	11,13 0,09	0,355 2,817	0,017 58,82
Вес 1 золотины, мг	0,08	0,34	1,19	7,38	40,89	523,32	4538,05

Исходными данными для расчета служат группировка россыпей по крупности золота (см. табл. 1), расчетный объем, приходящийся на одну золотину (см. табл. 2), и эмпирическая формула:

$$V = \frac{V_p \text{ (или } V_{п})}{K_1} \times K_2$$

где V — минимальный объем проб;

V_p (или $V_{п}$) — объем проб для разведки (V_p) или поисков ($V_{п}$), рассчитанный для среднего содержания 1000 мг/м³;

K_1 и K_2 — коэффициенты, соответствующие по своему значению величине ожидаемого среднего содержания (K_1) и мощности пласта (K_2).

Методика расчета объема проб по этой формуле рекомендуется для внедрения в практику геологических организаций, ведущих поисково-разведочные работы на россыпное золото. Для получения максимального эффекта от внедрения предлагается применение двух вариантов расчетного минимального объема пробы — для поисков ($V_{п}$) и для разведки (V_p).

Для поисков рекомендованы рассчитанные объемы, полученные путем исключения крупных золотинок, количество которых не превышало 8,95%, а для разведки — 24,1%. Правомерность такого подхода очевидна, поскольку в первом случае задача выявления промышленных россыпей решается путем отбора единичных проб, в связи с чем объем их должен обеспечивать минимальный риск пропуска промышленных объектов. Во втором случае в соответствии с требованием подсчета запасов, качественные и количественные характеристики по отдельным блокам и в целом по россыпи обосновываются большим числом проб, отобранных из выработок. Участие в подсчете большого количества проб усредняет и повышает их достоверность, в связи с чем может быть принят меньший объем (Желнин, Ким, Фридрих, 1979).

Расчеты, выполненные по предложенной методике по ныне действующим кондициям для Яно-Колымского золотоносного пояса, позволили установить, что для поисков минимальный объем проб (в м³) должен составлять (с I по IV группы): 0,02; 0,12; 0,62; 8,27, а для разведки соответственно: 0,002; 0,017; 0,06; 0,88. Если учесть, что из скважины ударно-канатного бурения можно отобрать пробу объемом лишь 0,03 м³, становится очевидной причина низкой эффективности геологоразведочных работ на россыпных месторождениях с крупным золотом.

Приведенные расчеты позволили обосновать ряд практических рекомендаций по методике и технике разведки. Прежде всего, рекомендовано применение «кустового» бурения скважин на одной точке, суммарный объем пробы по которому должен соответствовать рассчи-

танному минимальному объему пробы. При этом целесообразность проходки скважины «кустом» для отбора минимального объема пробы должна определяться экономическими расчетами или сравнением суммарной стоимости проходки скважин со стоимостью проходки других видов выработок. Во всех других случаях для отбора рекомендуемого объема проб необходима проходка траншей или подземных сечений.

Предложенная методика может быть применена и для определения минимального объема пробы для поисково-разведочных работ на коренных месторождениях золота. В связи с этим автором выполнен анализ крупности золота по тем россыпям, образование которых за счет конкретного типа источников не вызывает сомнения. Таких россыпей оказалось в I группе (зоны и штокерки) — 8, во II группе (жилы) — 26 и в III группе (дайки) — 23. Установленная крупность золота по россыпям этих групп была распространена на коренные источники (табл. 3).

Таблица 3

**Группировка коренных месторождений
Янс-Кольимского пояса по крупности золота**

Группы месторождений и их количество в (скобках)	Средний размер зерен, мм						
	менее 0,25	0,37	0,75	1,5	3	6	более 8
Распределение золота по фракциям, %							
I (8)	19,72	31,25	29,22	14,42	4,16	1,06	0,15
II (26)	1,30	3,25	11,0	30,13	29,53	15,15	9,70
III (33)	1,4	3,2	10,6	20,0	32,4	20,9	11,5

Выполненные расчеты (табл. 4) позволили установить, что при разведке коренных месторождений с крупностью золота по I группе минимальный объем пробы должен составлять при среднем содержании 5 г/т—0,8 кг, 10 г/т—0,4 кг и 20 г/т — 0,2 кг. Для жил соответственно — 27,6, 13,8 и 6,9 кг и даек — 500, 250 и 125 кг. В действующих методических указаниях объем проб в зависимости от коэффициента вариации рекомендуется в пределах от 2,5 до 7,5 кг. На основании этого автор пришел к выводу о необходимости проведения переоценки всех ранее установленных рудопроявлений, относящихся ко II и III группам.

**Расчетный минимальный вес проб
для разведки коренных месторождений золота**

Среднее содержание золота, г/т	Вес проб по группам месторождений, кг		
	I	II	III
0,4	10,0	345,0	6250,0
1,0	4,0	138,0	2500,0
2,0	2,0	69,0	1250,0
4,0	1,0	34,5	625,0
6,0	0,67	23,0	416,5
8,0	0,5	17,25	312,5
10,0	0,4	13,75	250,0
15,0	0,3	9,0	166,5
20,0	0,2	6,75	125,0

Методика определения минимального объема проб в зависимости от фракционного состава, среднего содержания и веса золотины может быть успешно использована при решении других не менее важных задач. В частности, зная фракционный состав золота и объемы проб, которые отбирались при разведке россыпи, можно легко решить обратную задачу: установить, какие наиболее крупные фракции и какое количество в них золота не участвовало в подсчете. Решение таких задач очень важно для правильного подсчета запасов и учета так называемых пиковых проб, для обчета запасов по эксплуатационным полигонам, для ревизии и переоценки ранее проведенных поисково-разведочных работ по объектам с крупным золотом и т. д.

Наконец, данная методика дает возможность теоретически обосновать целесообразность применения пробирного анализа при разведке россыпей с мелким и дисперсным золотом. В этом случае должны быть проведены специальные исследования по определению возможных форм связей золота с рудными минералами в россыпи, а также использованы специальные приемы при отборе и подготовке проб на анализ. Отсутствие разведанных россыпей, характеризующихся мелким и дисперсным золотом, объясняется применением шлихового метода, с помощью которого выявить и разведать такие россыпи невозможно.

Предлагаемые рекомендации целесообразно внедрить в практику работы всех геологических организаций страны, которые проводят поиски, разведку и эксплуатацию месторождений золота.

Для организации работ по внедрению необходимо проведение семинаров по регионам, создание тематических групп (партий) при производственных и производственно-геологических объединениях с целью проведения переоценки известных золотоносных районов и выполнения расчетов минимального объема проб по предложенной методике.

Научный руководитель работ и автор рекомендаций --
Желнин Степан Григорьевич, заместитель директора Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института ДВНЦ АН СССР, заведующий лабораторией геологии россыпей, кандидат геол.-минерал. наук, старший научный сотрудник.

**Данные о публикациях автора
по предлагаемым рекомендациям**

А. В открытой печати

1. Пути повышения эффективности геологоразведочных работ в условиях высокой степени разведанности территории деятельности горных предприятий. — Колыма, Магадан, 1965, № 10, с. 39—43.

2. Сырьевая база горнодобывающей промышленности Магаданской области и перспективы ее развития. — Тр. ВНИИ-1, 1968, т. 27, Магадан, с. 63—72.

3. Горно-геологические особенности россыпей Северо-Востока и основные принципы их прогнозной оценки. — В кн.: Проблемы развития производительных сил Магаданской области: Материалы II науч. совещ. по проблемам развития и размещения производит. сил Магаданской обл., 1968 г., Магадан, 1969, т. I, с. 109—118. (Совместно с Н. А. Шилов, Ю. А. Травинным).

4. Состояние сырьевой базы золотодобывающей промышленности и дальнейшее направление геологоразведочных работ на территории деятельности горных предприятий. — В кн.: Проблемы развития производительных сил Магаданской области: Материалы II науч. совещ. по проблемам развития и размещения производит. сил Магаданской обл., 1968 г., Магадан, 1969, т. I, с. 102—109.

5. Принципы и методы прогнозирования россыпной золотонности. — В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970, с. 38—49. (Совместно с Н. А. Шилов, И. Е. Драбкиным и др.).

6. Пути увеличения сырьевой базы на территории деятельности горнодобывающих предприятий. — В кн.: Проблемы развития производительных сил Якутской АССР. М.: Недра, 1970, с. 196—204. (Совместно с Н. А. Шилов).

7. Геологические особенности россыпной золотонности Северо-Востока СССР — основа дальнейшего направления поисково-разведочных работ. — В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, 1975, вып. 22, с. 171—178.

8. Основы теории россыпеобразования и критерии выбора перспективных объектов для поисков месторождений золота. Магадан, 1976, с. 1—61.

9. Принципы и методы прогнозирования минерального сырья в

россыпных месторождениях. — В кн.: Количественная оценка прогнозных запасов и перспективных ресурсов минерального сырья при региональных металлогенических исследованиях: Тез. докл. Всесоюз. семинара. ВСЕГЕИ, 1978, с. 63—64.

10. Рудноформационный принцип прогнозирования золотого оруденения при металлогенических исследованиях. — В кн.: Количественная оценка прогнозных запасов и перспективных ресурсов минерального сырья при региональных металлогенических исследованиях: Тез. докл. Всесоюз. семинара. ВСЕГЕИ, 1978, с. 92—93. (Совместно с А. А. Сидоровым).

11. Теоретическое обоснование объема проб при поисках и разведке россыпных месторождений золота. — Колыма, Магадан, 1979, № 9, с. 29—34. (Совместно с И. А. Кимом, Б. А. Фридландом).

Б. В закрытой печати

12. Проблемы экономической эффективности геологоразведочных работ. — В кн.: Проблемы развития экономики Северо-Востока на перспективу. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, ч. I, 1963, с. 161—179. (Совместно с Н. В. Черским, К. Г. Кондаковым).

13. Горно-геологические особенности сырьевой базы Северо-Востока в десятой пятилетке. — В кн.: Материалы научно-практической конференции «Основные направления научно-технического прогресса в горнодобывающей промышленности производственного объединения «Северовостокзолото» на 1976-80 г.г.». Магадан: ОТИ, 1976, с. 57—65.

14. Карта россыпной золотонности Северо-Востока СССР м-ба 1:1 500 000. Магадан: Картпартия СВТГУ, 1975, 6 л. (Совместно с Ю. А. Травиным, В. Г. Шахтыровым, Ю. В. Шумиловым).

15. Металлогеническая карта юго-восточной части Яно-Колымского золотоносного пояса. Магадан: Картпартия СВТГУ, 1977, 2 л. (Совместно с Ю. А. Травиным, В. Г. Шахтыровым, А. П. Соболевым, В. Г. Ковалевым и др.), **м-б 1:500000**.

16. Прогнозные запасы золота в россыпях — основа планирования горнодобывающей промышленности. — В кн.: Комплексное экономическое и социальное развитие Магаданской области в ближайшей и долгосрочной перспективах: Тез. докл. и сообщений. Секция 12, Магадан, 1980, с. 181—186. (Совместно с П. Д. Волошиным, Б. Ф. Лопушинским, И. Е. Рождественским, Ю. А. Травиным, В. М. Хребтовым).

17. Научные основы повышения эффективности поисково-раз-

ведочных работ на россыпных месторождениях. — В кн.: Комплексное экономическое и социальное развитие Магаданской области в ближайшей и долгосрочной перспективах: Тез. докл. и сообщений. Секция I, Магадан, ч. I, 1980, с. 12—14.

18. Россыпи золота долин высоких порядков — важный источник пополнения минерально-сырьевой базы. — В кн.: Комплексное экономическое и социальное развитие Магаданской области в ближайшей и долгосрочной перспективах: Тез. докл. и сообщений. Секция I, ч., I, Магадан, 1980, с. 10—12. (Совместно с Ю. А. Травиным, П. Д. Волошиным, Б. Ф. Лопушинским, И. Е. Рождественским).

Желнин
Степан Григорьевич

**РЕКОМЕНДАЦИИ,
НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ
ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ПОИСКОВЫХ КРИТЕРИЕВ,
МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И РАЗВЕДКИ РОССЫПЕЙ**

Сдано в набор 6.11.81 г. Формат 60x90/16.
Объем 1,5 усл. п. л. Заказ 4209. Тираж 400. Бесплатно.

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский
институт ДВНЦ АН СССР.
685010, Магадан, Портовая, 16.

Ольская районная типография
686010, пос. Ола, Магаданская область,
пер. Коммунальный, 10.

Сканирование - *Беспалов, Николаева*
DjVu-кодирование - *Беспалов*



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

РЕКОМЕНДАЦИИ,

НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ
ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ
НОВЫХ ПОИСКОВЫХ КРИТЕРИЕВ,
МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
И РАЗВЕДКИ РОССЫПЕЙ

МАГАДАН

1981 г.