

УДК 553.068.5

В. Г. МИЛЛЕР

ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ПРИ ПОИСКАХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА (на примере районов Якутии)

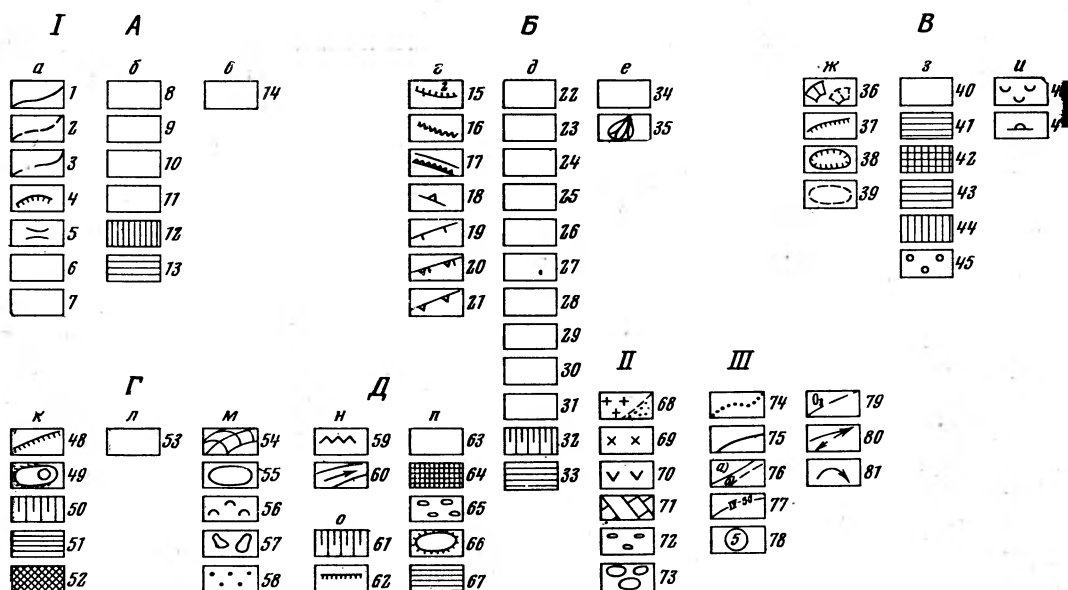
Для поисков и разведки россыпных месторождений золота и других полезных ископаемых наиболее приемлем аналитический, или генетический, метод геоморфологического картирования, при котором основными объектами съемки служат элементарные формы рельефа. В предлагаемой легенде геоморфологической карты россыпей выделено пять генетических типов рельефа: денудационный, флювиальный, криогенный, ледниковый и водно-ледниковый. В каждом типе выделяются деструктивные, деструктивно-аккумулятивные и аккумулятивные формы. Геоморфологическая карта содержит также сведения о рудопроявлениях и месторождениях, россыпных месторождениях и проявлениях, шлиховой изученности территории.

Методике и принципам геоморфологического картирования посвящено много работ различных исследователей. Основные среди них — труды Я. С. Эдельштейна (1947), И. П. Герасимова (1965), К. К. Маркова (1948), А. И. Спиридонова (1952), С. В. Эпштейна (1954), И. П. Карташова (1958), И. С. Рожкова и Б. С. Русанова (1960), Н. В. Башениной и др. (1962).

В выступлении на III пленуме Межведомственной геоморфологической комиссии АН СССР в Ленинграде в 1963 г. акад. И. П. Герасимов (1965) все исследования в этой области сгруппировал в четыре основных методических направления: 1) традиционное или «морфогенетическое», 2) аналитическое или «генетическое», 3) палеогеографическое или «возрастное». В качестве четвертого направления И. П. Герасимов выделил попытки модернизации традиционного направления путем использования понятий морфоструктура и морфоскульптура. Говоря о существующих направлениях. И. П. Герасимов отметил более обобщенную характеристику рельефа при традиционном подходе и более аналитическую при так называемом генетическом. Он считает закономерным развитие в виде аналитического метода все того же традиционного подхода к картированию рельефа.

Исходя из направленности геологических исследований, проводимых на Северо-Востоке СССР в основном с целью поисков и разведки россыпных месторождений различных полезных ископаемых, наиболее приемлемым надо признать аналитический, или генетический, метод. Предложенные в 1958 г. И. П. Карташовым принципы составления карт россыпей и легенда к ним, основанные на генетическом подходе к картированию форм рельефа, наиболее удачно отражали всю ту информацию, которая необходима при поисках россыпей золота. В несколько измененном виде эту легенду с успехом использовали Б. Г. Бычок, В. Г. Миллер и А. Г. Савченко при составлении геоморфологической карты россыпей Индигирского, Чочимбалынского и Учурского золотоносных районов.

Основными объектами геоморфологического картирования, проводившегося путем дешифрирования аэрофотоснимков или в процессе по-



IV

A

Промышленная характеристика	Промышленные месторождения				Непромышленные месторождения				Рудопроявления							Ком. сл.								
	Au	Sn	W	Молиб.	Au	Sn	SnW	W	WMC	Молиб.	Au	AuSn	AuW	Sn	SnW		W							
	т	т	т	т							сл.	0,44%	сл.	0,43%	сл.		0,5%	сл.	0,03%	сл.	0,03%	сл.	0,03%	сл.
Рудные формации																								
1. Редкометалло-кварцевая		○	○			○	○	○	○					△	△									△
2. Редкометалло-силикатная						○	○	○	○				△	△		△	△	△	△	△	△	△	△	△
3. Золото-вещетич. тип	○				○																		△	
	○				○						△	△											△	
	○				○																		△	
4. Золото-вещетич. тип																							△	
5. Неустойчивая форма																							△	

○! 82

△ 83

△ 84

○ 85

○ 86

○ 87

Б

Промышленная характеристика	Месторождения		Проявления			
	Промышленные	Непромышленные	Промышленные	Непромышленные	Промышленные	Непромышленные
1. Золото	4,35	4,33	II	II	II	II
2. Олово-вольфрам	10,14		II	II	II	II
3. Олово	5,2		II	II	II	II
4. Олово						

○ 93 ○ 94 — 95 — 96

88 89

○ а ○ а

○ б ○ б

○ в ○ в

○ г

Условные обозначения к Геоморфологической карте россыпей

I — Геоморфологическая основа. **А** — денудационный рельеф: **а** — деструктивные формы (коричневый цвет): 1 — острые (занозистые) водораздельные гребни; 2 — узкие (<20 м) сложенные водораздельные гребни; 3 — то же, широкие (>20 м); 4 — структурные уступы; 5 — глубокие седловины на водоразделах; 6 — очень крутые (>30–35°) делювиально-осыпные склоны (темно-коричневый цвет); 7 — крутые (20–30°) делювиально-осыпные склоны; **б** — деструктивно-аккумулятивные формы: 8 — делювиально-осыпные склоны водоразделов средней крутизны (10–20°) (светло-коричневый цвет); 9 — то же, пологие (бежевый цвет); 10 — делювиально-солифлюкционные склоны водоразделов средней крутизны (10–20°); 11 — то же, пологие; 12 — плоские участки водоразделов, аструктурные (бежевая штриховка); 13 — то же, структурные; **в** — аккумулятивные формы: 14 — склоны делювиального накопления (светло-коричневый цвет). **Б** — флювиальный рельеф: **г** — деструктивные формы (темно-коричневый цвет): 15 — по-

гоги, водопады и их высота в метрах; 16—врезающиеся русла; 17—улки (<20 м) днища глубоко врезанных долин; 18—резкие изломы продольного профиля долин; 19—бровки речных террас, аккумулятивных; 20—то же, смешанных; 21—то же, коренных; *д*—деструктивно-аккумулятивные формы; 22—поверхности современных пойм (не закрашиваются); 23—31—поверхности речных террас различных циклов (оттенки желтого цвета): 23—I цикла, 24—II цикла, 25—III цикла, 26—IV цикла, 27—V цикла, 28—VI и VII циклов, 29—VIII и IX циклов, 30—X и XI циклов, 31—XII цикла; 32—террасоувалы и сильно трансформированные поверхности террас (оранжевая штриховка на желтом фоне); 33—нециклические террасы в ледниковых районах (синяя штриховка на желтом фоне); *е*—аккумулятивные формы: 34—поверхности аллювиальных равнин (желтый цвет, соответствующий уровню поверхности), 35—конусы выноса. *В*—криогенный рельеф: *ж*—деструктивные формы (темно-малиновый цвет); 36—стенки каров, четкие и нечеткие; 37—различные уступы криогенно-нивального генезиса; 38—термокарстовые воронки и впадины, в ледниковых отложениях; 39—то же, в аллювиальных отложениях (аласы); *з*—деструктивно-аккумулятивные формы: 40—днища каров (малиновый цвет); 41—днища фирновых бассейнов в расширенных верховьях долин (темно-малиновая штриховка на светло-малиновом фоне); 42—плечи трогов и днища сопряженных с ними висячих долин (темно-малиновая штриховка); 43—поверхности нагорных террас; 44—наледные долины; 45—каменные кольца, многоугольники, полосы (малиновые кружки); *и*—аккумулятивные формы (малиновый цвет): 46—солифлюкционные ступени; 47—гидролакколиты (булгуняхи). *Г*—ледниковый рельеф: *к*—деструктивные формы (фиолетовый цвет): 48—экзарационные уступы, ригели и пороги каров; 49—бараны лбы; 50—стенки трогов; 51—днища седловин, обработанные ледником; 52—пологие склоны, выработанные ледником; *л*—деструктивно-аккумулятивные формы; 53—днища трогов (светло-фиолетовый цвет); *м*—аккумулятивные формы (синий цвет): 54—валы конечных и боковых морен; 55—отдельные ледниковые холмы; 56—моренно-холмистый мезорельеф; 57—отдельные эратические валуны; 58—основная морена на склонах различной крутизны. *Д*—водно-ледниковый рельеф: *н*—деструктивные формы (зеленый цвет): 59—маргинальные каналы (ярские долины), внемащтабные; 60—то же, выражающиеся в масштабе; *о*—деструктивно-аккумулятивные формы (зеленый цвет): 61—уступы между поверхностями днщ подпрудных озер, мащтабные; 62—то же, внемащтабные; *п*—аккумулятивные формы: 63—днища спущенных ледниково-подпружных озер (салатный цвет); 64—днища спущенных термокарстовых и остаточных озер на морене (салатная штриховка); 65—флювиогляциальные равнины (синий цвет) 66—озы; 67—камовые террасы (зеленый цвет).

II. Литолого-петрографический фон: 68—интрузивные породы и роговики (сепия); 69—субинтрузивные породы; 70—эффузивные породы; 71—карбонатные породы; 72—аллювиальные отложения, слагающие различные денудационные склоны (желтый цвет); 73—ледниковые отложения, слагающие различные склоны (синий цвет).

III. Прочие обозначения: 74—геологические границы; 75—крупные разрывные нарушения; 76—геоморфологические границы: а) четкие, б) нечеткие; 77—эрозионный цикл и высота бровки в метрах; 78—максимальные мощности рыхлых отложений на отдельных эрозионных уровнях (74—78—сепия); 79—древние водораздельные линии и их предполагаемый возраст; 80—направление древних (отмерших) водотоков; 81—направление перехвата (79—81—цвет черный).

IV. Поисково-разведочные данные. А—рудные месторождения и проявления: 82—неразведанные месторождения вероятного промышленного значения; 83—гидротермальные проявления опробованные; 84—то же, неопробованные. *Морфология рудных тел:* 85—секундные; 86—пластовые; 87—зоны дробления. *Б—россыпные месторождения и проявления. Шлифовые пробы ($г/м^3$):* 88—золото (красный цвет): а—более 5; б—от 0,5 до 5; в—от знаков до 0,5; г—пустые пробы; 89—касситерит (синий цвет): а—более 500; б—от 50 до 500; в—от знаков до 50; 90—вольфрамит (фиолетовый цвет): а—более 500; б—от 50 до 500; в—от знаков до 50; 91—детальность опробования; разведочные линии (черный цвет): 92—шурфовочные; 93—буровые; 94—комбинированные; 95—детально разведанные участки долин; 96—кадастровый номер водотока.

левых работ, были элементарные формы рельефа. Формы рельефа, образованные определенными эндогенными и экзогенными процессами, объединены в группы, названные генетическими типами рельефа, которые не являются картировочными единицами. Формы рельефа, относящиеся к одному генетическому типу и закрашенные оттенками одного цвета, достаточно четко отражают ведущий рельефообразующий процесс. Известно, что происхождение форм рельефа почти всегда сложное и все же определить, какой процесс был ведущим в образовании той или иной формы, обычно нетрудно. В предлагаемой легенде геоморфологической карты россыпей выделено пять основных генетических типов рельефа: де-

нудационный, флювиальный, криогенный, ледниковый и водно-ледниковый. В зависимости от направленности рельефообразующего процесса в каждом типе рельефа выделяются деструктивные, деструктивно-аккумулятивные и аккумулятивные формы рельефа.

1. Денудационный рельеф определяется комплексом протекающих на склонах водоразделов процессов плоскостного смыва, гравитационного смещения рыхлого материала и солифлюкции. По крутизне склонов и интенсивности протекающих на них процессов сноса рыхлого материала можно судить о скорости разрушения коренных источников золота, полноте высвобождения металла в процессе перемещения рудоносного делювия по склону и об условиях формирования россыпей в долинах ручьев и рек. Крутизна склонов и степень выработанности речных долин достаточно полно отражают характер неотектонических движений.

а) К деструктивным формам рельефа относятся водораздельные гребни — острые (альпийского типа), узкие (менее 20 м), сглаженные и широкие (более 20 м); структурные уступы; глубокие седловины на водоразделах; очень крутые (более 30—35°) осыпные и крутые делювиально-осыпные склоны. Для таких склонов характерны малые мощности чехла рыхлых отложений и большая скорость перемещения обломочного материала.

б) К деструктивно-аккумулятивным формам рельефа отнесены делювиально-осыпные склоны водоразделов, среди которых выделены склоны средней крутизны (10—20°) и пологие (5—10°), а также делювиально-солифлюкционные склоны, аналогично расчленяемые по крутизне. В промежуточную группу форм выделены плоские участки водоразделов с уклоном поверхности менее 5°. Необходимость выделения их обусловлена тем, что, распространенные на обширной территории, они свидетельствуют о наличии древней поверхности выравнивания. Как правило, такие поверхности имеют единый уровень и близкие абсолютные отметки. Отражая тектоническую историю района в кайнозое, поверхности выравнивания могут располагаться ступенчато. В некоторых случаях в их пределах угадывается древняя гидросеть, представляющая несомненный интерес для поисков «первичных» россыпей. На некоторых поверхностях в условиях теплого и влажного климатов могли развиваться коры выветривания, являющиеся промежуточными коллекторами высвобожденных полезных ископаемых. Для выделения отдельных участков плоских поверхностей, появление которых вызвано чисто структурными причинами (горизонтальным залеганием пластов и их селективным выветриванием), они разделены на структурные и аструктурные.

Среди выделенных в данной группе форм рельефа особенно важное значение придается склонам. Широкое развитие в районах Северо-Востока СССР многолетней мерзлоты приводит к активному проявлению солифлюкционных процессов на склонах долин. При дешифрировании аэрофотоснимков солифлюкционные склоны легко узнают по характерному темно-серому цвету и полосчатости, направленной в сторону наибольшего уклона и обусловленной преимущественным развитием растительности вдоль полос наибольшего увлажнения. Мощность отложений на таких склонах достигает 7 м и более.

Как правило, делювиально-солифлюкционные отложения, насыщенные значительным количеством илесто-глинистого материала, легко удерживают воду. В результате переувлажнения подвижность такого слоя увеличивается, но вследствие большой вязкости отложений дифференциации кластического материала и проседания золота в них не происходит. При солифлюкционном течении склоновых отложений частицы золота, высвободившиеся из коренных источников, сравнительно быстро доставляются в речные долины. На большую роль указанных выше процессов в транспортировке свободного золота вниз по склону обращали внимание Ю. А. Билибин (1938) и Н. А. Шило (1956). Е. И. Тищенко (1965),

изучавший влияние солифлюкционных процессов на формирование россыпей в Ленском районе, отмечает, что если условия для проявления солифлюкции в одном и том же районе заметно различаются, то и влияние их на образование россыпей должно быть неодинаковым. Там, где активизируется плоскостной смыв и в связи с этим делювиальное течение масс начинает преобладать над солифлюкционным, происходит перераспределение кластического материала и проседание частиц золота на коренной склон. В этих условиях могут формироваться делювиальные россыпи. На таких участках условия поступления золота от коренных источников в долины и концентрация их в аллювии ручьев ухудшаются. Редкие находки россыпей на склонах и широкое развитие их в долинах на Северо-Востоке СССР, по-видимому, объясняются тем, что условия для образования склоновых россыпей в этих районах неблагоприятны, так как солифлюкция быстро смещает частицы золота со склонов в долины.

Таким образом, наличие солифлюкционных процессов на склонах и их высокую интенсивность следует рассматривать как факторы, в высшей степени благоприятные для переноса и концентрации металла в долинах рек.

в) К аккумулятивным формам рельефа отнесены склоны делювиального (осытного и солифлюкционного) накопления или коллювиальные шлейфы; интенсивное их развитие свидетельствует о нарушении равновесия между количеством рыхлого материала, поступающего в долину со склонов и выносимого водным потоком. В таких водотоках россыпи могут оказаться захороненными под мощной толщей накопившихся отложений, а процессы россыпеобразования могут прерваться.

II. Флювиальный рельеф представляет наибольший интерес, так как к нему приурочены все наиболее богатые аллювиальные россыпи полезных ископаемых. Этот тип рельефа объединяет все формы, образованные в процессе деятельности рек в пределах долин. Известно, что золото из-за большого удельного веса обладает ограниченной способностью передвигаться под воздействием водного потока. Существует даже мнение, что крупные и средние частицы золота вообще не передвигаются речными потоками. В результате золото концентрируется в отложениях рек и формируются аллювиальные россыпи.

По характеру долин, их форме, наличию террас и степени выработанности продольного профиля можно судить об условиях образования россыпей. При этом поисковое значение приобретает установление приуроченности россыпных месторождений или проявлений к определенным морфологическим элементам долины.

а) К деструктивным формам флювиального рельефа отнесены пороги, водопады, врезанные русла речьев, узкие днища глубоко врезанных долин (не выражающиеся в масштабе), резкие изломы их продольного профиля. Наличие этих форм свидетельствует о преимущественно положительном знаке неотектонических движений района, следствием которых является интенсивное врезание гидросети. В долинах таких водотоков мощность аллювия незначительна, а местами он полностью отсутствует. Поступающий со склонов рыхлый материал быстро выносится водотоком вместе с содержащимися в нем полезными компонентами. При шлиховом опробовании на участках врезающихся долин с обнаженным коренным ложем (в щелках) можно получить высокие концентрации полезного ископаемого, но из-за незначительной мощности и малых размеров продуктивного пласта промышленного интереса эти объекты иметь не будут. Таким образом, наличие перечисленных выше форм свидетельствует о весьма неблагоприятных условиях для образования россыпей.

К деструктивным формам рельефа отнесены также бровки и склоны речных террас — аккумулятивных, смешанных и коренных.

б) Деструктивно-аккумулятивные формы рельефа представлены поймой, всеми уровнями речных террас, террасоувалами и нециклическими террасами в ледниковых районах. Это наиболее перспективные формы, к которым приурочена большая часть известных россыпей.

Склоны террас, выражающиеся в масштабе, относятся к денудационным и флювиальным формам рельефа и соответственно отображаются на карте. Детально выделяются на карте поверхности речных террас. Густота тонов цветовой закрашки этих поверхностей указывает на их относительный возраст. Наличие и мощность рыхлых отложений отражается дополнительными значками. Поверхности различных террас сравнительно легко узнаются при дешифрировании аэрофотоснимков, причем прослеживание террас рациональнее проводить из главных долин в боковые притоки. Такой порядок увязки поверхностей позволяет проследить переходы террас более высоких уровней в основных долинах в низкие уровни их боковых притоков.

Часто встречаются террасы, поверхность которых деформирована процессами деструкции или аккумуляции. В том и другом случаях она наклонена в сторону реки, иногда со значительными превышениями тылового шва над бровкой. Если в первом случае деформирована поверхность одной террасы, то во втором под склоновыми отложениями могут быть захоронены поверхности террас нескольких уровней. Такие участки террас на Северо-Востоке СССР именуются «террасоувалами» и специально обозначаются. На карте они закрашиваются цветом, соответствующим уровню деформированной поверхности террасы. Если под склоновыми отложениями предполагается захоронение поверхностей террас нескольких уровней, прослеживаемых уверенно выше и ниже этого участка, на бровке такого террасоувала проставляются индексы всех захороненных уровней.

В ледниковых районах в результате перемыва водотоками основной морены и подпрудных отложений вырабатываются террасы различных уровней, не имеющие ничего общего с циклическими террасами в районах, не подвергавшихся оледенениям. Образование таких террас связано с местными изменениями базиса эрозии, выражавшимися в подпруживании водотоков конечными моренами. Такие террасы именуются нециклическими. На карте они обозначаются особо — на бровках таких террас не ставятся индексы циклов, но указывается их высота, а поверхность закрашивается соответственно их уровню.

в) К аккумулятивным формам рельефа относятся аллювиальные равнины и конусы выноса. Наличие аллювиальных равнин в горных или предгорных районах свидетельствует об имевших место процессах преимущественной аккумуляции и, следовательно, о весьма неблагоприятных условиях для формирования россыпей. Однако существование древних плотиковых россыпей в примыкающих к равнинам долинах может служить основанием для поисков на коренном ложе погребенных россыпей. При этом следует предварительно изучить погребенный рельеф геофизическими методами. Примеры нахождения таких россыпей известны на севере Якутской АССР (Куларский район) и в Магаданской области.

Если участки аллювиальных равнин испытывают в настоящее время поднятие и интенсивно расчленяются гидросетью, перемывающей их отложения, то в долинах таких водотоков возможны современные неглубоко залегающие россыпи. Для этого необходимо одно условие — перемыаемый аллювий должен быть в какой-то мере золотоносным. Контуры аллювиальных равнин на геоморфологических картах проводятся в основном по данным полевых наблюдений. Иногда довольно уверенно их выделяют специалисты, хорошо владеющие методом дешифрирования аэрофотоснимков.

III. Криогенный рельеф объединяет формы, образованные процессами мерзлотного, морозного и снежного выветривания, занимающими в

зоне вечной мерзлоты иногда доминирующее положение. Они создают выровненные поверхности горного рельефа.

а) К деструктивным формам рельефа отнесены стенки каров (четкие и нечеткие), различные уступы (снежные забои) криогенно-нивального генезиса, термокарстовые воронки и впадины в ледниковых и аллювиальных отложениях (аласы). Все эти формы отражают главным образом процессы выветривания, развивающиеся на склонах речных долин и поставляющие рыхлый материал, содержащий полезное ископаемое. Интерес представляют термокарстовые явления, специфичные для районов, подвергавшихся оледенениям, и поверхностей аллювиальных равнин. На моренах термокарст представлен четко выраженными провальными воронками и впадинами с крутыми стенками, а на аллювиальных равнинах — блюдцеобразными плавными западинами — «аласами».

б) Деструктивно-аккумулятивными формами рельефа являются днища каров, а также фирновых бассейнов в расширенных верховьях долин и на водоразделах, плечи трогов и днища сопряженных с ними висячих долин, поверхности нагорных террас, наледные поляны, каменные кольца, многоугольники и полосы. Все эти формы дешифрируются сравнительно просто. Для поисков россыпей они бесперспективны.

Особый интерес в этой связи представляют группы форм, именуемых плечами трогов и сопряженных с ними долин. Плечи трогов представляют собой террасоподобные поверхности, располагающиеся иногда над верхней кромкой стенок трога. Уклон этих поверхностей в сторону трога зависит от степени их выработки. В продольном плане он часто совпадает с уклоном самой долины. При полевых исследованиях плечи трогов нередко картируются как ледниковые террасы высоких (100—400 м) уровней, т. е. подразумевается, что первоначально они имели водноэрозионное происхождение.

И. С. Щукин (1960) приводит весьма интересный обзор представлений зарубежных и советских исследователей о процессах формирования этих форм. Большинство исследователей считает плечи трогов реликтами днищ доледниковых и межледниковых долин. Если это так, то основную роль в выработке поверхностей плеч трогов необходимо приписать нормальной эрозионной деятельности рек на определенной фазе их врезания. Однако в обширных горных районах Северо-Востока СССР, переживших многократные оледенения, мы не знаем примеров перехода поверхностей плеч трогов в нормальные эрозионные уровни за границей оледенений. За пределами границ оледенений эти поверхности нигде не прослеживаются.

В выработке поверхностей плеч трогов, с нашей точки зрения, наряду с переуглублением ложа ледника играли важную роль нивальные процессы, интенсивно развивавшиеся на контакте ледника со склонами. В дальнейшем плечи трога подшлифовывались заползавшим на них ледником и водными потоками, стекавшими с его края. Находки моренных и водно-ледниковых отложений на поверхности плеч трогов подтверждают это. Нивальные процессы, вырабатывавшие плечи трогов в склонах доледниковых долин, могли развиваться и в боковых притоках. В этих случаях их днища нивелировались криогенными процессами под один уровень, которым служила верхняя поверхность ледника. Бесперспективность таких форм в смысле поисков россыпей обусловлена тем, что перемывавшийся на поверхности плеч трогов моренный материал, как правило, мало золотоносен.

в) К аккумулятивным формам рельефа отнесены солифлюкционные ступени и гидролакколиты («булгунняхи»). Если последние формы на россыпьеобразовании никакого влияния не оказывают, то наличие первых свидетельствует об интенсивно протекающих на склонах процессах солифлюкции. Они существенно влияют на формирование россыпей вследствие особенностей переноса освобожденного от жильной породы золота или других металлов при солифлюкционном течении масс. Сущность этих процессов излагалась выше.

IV. Ледниковый рельеф. Важность выделения форм этого типа трудно переоценить. Дело в том, что ряд крупнейших золотоносных районов Северо-Востока СССР расположен на территориях, которые на протяжении четвертичного периода неоднократно подвергались оледенениям (Полоусненский, Адычанский, Верхне-Индигирский, Аллах-Юньский и другие районы). Естественно, что изучение роли ледниковых процессов в формировании, сохранении и уничтожении россыпей важно при оценке россыпной золотоносности территорий и при выборе направления геологоразведочных работ.

а) Деструктивные формы ледникового типа рельефа — экзарационные уступы, ригели и пороги каров, бараны лбы, стенки трогов, днища седловин и пологие склоны, обработанные ледником. Наличие деструктивных форм свидетельствует об интенсивной экзарационной деятельности ледника в долинах и о весьма неблагоприятных условиях сохранения доледниковых россыпей.

б) К деструктивно-аккумулятивным формам рельефа отнесены днища трогов. Под этой формой понимается поверхность, на которой развивалось оледенение. Днище может быть коренным или прикрытым основной мореной с остаточными озерами между моренными холмами. В пределах троговых долин речной аллювий обычно содран, а доледниковые россыпи уничтожены глубинной эрозией ледника. И все же экзарационная способность ледника неодинакова в различных его областях. В карах и цирках, т. е. в области питания ледника в результате накопления большой массы снега и его уплотнения преобладали движения всей массы нисходящего характера. Уплотненный в нижней части снег выдавливался в долину, образуя ледниковый язык. В этом случае вместе со льдом выносился за пределы каров и цирков рыхлый материал, ныне выстилающий днища.

Выполнивший речную долину ледник в результате давления на него ледовых масс, поступающих из расположенных выше областей питания, и под влиянием конфигурации самой долины приобретает глыбовую форму движения. Теория воздействия блоково-глыбовых движений ледника на свое ложе разработана в трудах В. Г. Луиса (1955) и А. А. Асеева (1965). В указанных условиях ледник обладает наибольшей экзарационной способностью. Эрозионная долина превращается в трог, аллювиальные отложения выпавиваются, а коренное ложе на отдельных участках переуглубляется. Эта часть ледника выделяется как область интенсивной экзарации. Сохранение здесь доледниковых россыпей вряд ли возможно. В подтверждение высказанной точки зрения следует отметить, что на Северо-Востоке СССР нет примеров нахождения доледниковых россыпей в пределах троговых участков долин, где формы ледниковой экзарации выражены наиболее четко.

В относительно прямолинейных долинах с нечетко выраженными формами трога и небольшой областью питания ледник мог не эродировать свое ложе, так как форма движения его была преимущественно ламинарной. В этих случаях аллювий рек и заключенные в нем россыпи перекрывались основной мореной или частично деформировались. Находка россыпей в таких долинах весьма вероятна.

В концевой части ледника или при выходе его в широкие долины напряжение ледникового поля падает, а поступательное движение приобретает пластичную (ламинарную) форму. На этих участках ледник не ведет никакой экзарационной работы, перекрывая аллювий рек собственной мореной, что подтверждается наблюдениями М. И. Ивероновой (1952) над концевой частью ледников в Тянь-Шане. Это так называемая область разгрузки ледника. Доледниковые россыпи в пределах таких областей консервировались под мощной толщей моренных и озерно-ледниковых отложений.

Таким образом, днища четко выраженных троговых участков бесперспективны для поисков доледниковых россыпей. Наряду с этим в троговых частях долин, при наличии коренных источников на их склонах могут формироваться современные, небольшие по масштабам россыпи.

в) К аккумулятивным формам рельефа отнесены валы конечных и боковых морен, отдельные ледниковые холмы, а также основная морена. Большие площади, характеризующиеся повсеместным распространением морен, выделяются в единый моренно-холмистый мезорельеф. Наличие всех этих форм в рельефе определяет область разгрузки ледника и может служить признаком больших мощностей рыхлых отложений. При хорошем шлиховом и рудном фоне такие площади можно рекомендовать для поисков доледниковых россыпей.

V. Водно-ледниковый рельеф представлен формами, происхождение которых связано с деятельностью вод тающего ледника и с подпруживанием им боковых притоков, долины которых не подвергались оледенению.

а) Деструктивными формами этого типа рельефа являются маргинальные каналы (ярусные долины); они легко выделяются при дешифрировании аэрофотоснимков, а также при внимательном изучении топоосновы. В первом случае это — небольшие депрессии вдоль склонов долин, отмечающие верхний уровень ледниковой поверхности, или желоба, повторяющие формы концевой части ледника. Во втором — малые и крупные боковые притоки, которые текли параллельно троговой долине; вершины их соединялись сквозными долинами. Через эти притоки осуществлялся сток талых вод ледника. Рыхлые отложения таких маргинальных каналов ничем не отличаются от обычных аллювиальных и зачастую принимаются за реликты древней гидросети.

б) Деструктивно-аккумулятивные формы рельефа представлены уступами поверхностей, образованных вследствие подпруживания боковых притоков. При неоднократном подпруживании таких уступов может быть несколько.

в) К аккумулятивным формам относятся днища спущенных ледниковых подпруженных озер в боковых притоках, термокарстовых и остаточных озер, флювиогляциальные равнины, озы и камовые террасы. Формы подпруживания в боковых притоках троговых долин свидетельствуют о том, что собственных ледников эти долины не имели. Накопленные в них рыхлые отложения большой мощности обычно представлены ленточными озерными образованиями, аллювием подпруженного водотока и материалом, поступавшим со склонов. Если в таких ручьях ранее сформировалась россыпь из местных коренных источников, то она окажется захороненной под подпрудными отложениями. В период накопления рыхлого материала процессы россыпеобразования в такой долине прекращались, а металл рассредоточивался по всему разрезу. После снятия подпруды, с наступлением межледниковой эпохи начинался интенсивный перемыв накопившихся золотоносных отложений и концентрация полезного ископаемого в пласт. В том случае, если перемыв не достигал доледникового уровня и был прерван следующей эпохой оледенения и, следовательно, новым подпруживанием, формировалась вторая (висячая) россыпь. В зависимости от количества эпох оледенений и межледниковий в притоках трогов могут формироваться многослойные россыпи, размеры которых будут зависеть от продолжительности процессов перемыва подпрудных отложений. Наиболее крупными будут доледниковые россыпи, наиболее мелкими — современные. Поэтому долины, подпруженные ледниками и имеющие на склонах коренные рудопроявления, перспективны для поисков многослойных россыпей. Таков, с нашей точки зрения, генезис многослойных золотоносных россыпей в бассейнах рек Эльги, Аллах-Юня, Юдомы, а также россыпей в Ленском районе (Казакевич, Вашко, 1965; Миллер, 1969).

Кроме элементарных поверхностей и форм рельефа на геоморфологическую карту наносятся элементы литологии и петрографии, в значительной мере определяющие геоморфологические особенности отдельных бассейнов или площадей. Литолого-петрографические знаки накладываются на цветовую закрашку элементарных форм и не перегружают карту. В основном выделяются интрузивы, роговики и эффузивы, которые образуют формы рельефа, бесперспективные для поисков россыпей золота, а также карбонатные породы, создающие плохой трафарет плотика и изобилующие карстовыми явлениями. При перемыве водными потоками рыхлых отложений большой мощности образуются деструктивные склоны, целиком сложенные либо аллювием, либо ледниковым материалом. Для того чтобы подчеркнуть характер склонов, предусмотрены специальные знаки.

В категорию прочих обозначений отнесены линии геологических и геоморфологических границ, основные разрывные нарушения, линии древних водоразделов, направления отмерших водотоков и перехватов, индексы эрозионных циклов и высоты бровок террас в метрах, а также знак максимальных мощностей рыхлых отложений на различных эрозионных уровнях. Мощности рыхлых отложений определяются по данным разведочных и геофизических работ. Обозначения эти наносятся на карту по общепринятой методике и специального пояснения не требуют.

Как подчеркивалось ранее, геоморфологическое картирование в россыпных районах — не самоцель, а средство для выяснения условий образования россыпей. Поэтому помимо геоморфологической нагрузки, карты россыпей должны нести сведения о результатах поисково-разведочных работ. Все эти сведения разделены на две группы: коренные и россыпные месторождения и проявления. Из общей массы коренных месторождений и рудопроявлений на геоморфологическую карту наносятся только те, которые могут служить источниками россыпей (золота, олова, вольфрама и др.).

Коренные месторождения подразделяются по формациям: редкометалльно-кварцевая, редкометалльно-силикатная и золотокварцевая. С первыми двумя связано основное количество известных россыпей касситерита и вольфрамита, с последней — россыпи золота. Для всех месторождений одной формации подбирается единый цвет внешнего контура знака. Генетический тип отражается различными расцветками внутреннего заполнения.

Все коренные месторождения в зависимости от их промышленной ценности и степени разведанности в свою очередь подразделяются на следующие категории: промышленные (сплошная закрашка внутреннего контура знака), непромышленные (закрашиваются только обводы внутреннего контура знака) и рудопроявления (знаковые — закрашиваются по контуру, с содержаниями — сплошной заливкой). В верхней части над значком месторождения цифрами указываются разведанные запасы золота в тоннах, олова и вольфрама — в тысячах тонн. Над рудопроявлениями представляются содержания полезного компонента. По геоморфологии рудные тела подразделяются на секущие, пластовые и зоны дробления, отображаемые различной законтурной рисовкой знака. Особо выделяются неопробованные гидротермальные проявления.

В зависимости от промышленной ценности и степени разведанности россыпи подразделяются на промышленные, непромышленные и на россыпные проявления. Детально разведанные россыпи (промышленные и непромышленные) наносятся на карту сплошными закрашенными контурами. Рядом с контуром россыпи ставятся цифры, обозначающие подсчитанные запасы золота в тоннах, олова и вольфрама — в тысячах тонн. В этом случае отдельные детальные линии внутри контуров не вырисовываются. Россыпные проявления, установленные по данным поисковых

разведочных работ, расшифровываются по каждой линии. Для этого выработки в линиях объединяются в группы (интервалы) промышленных, непромышленных, знаковых и пустых содержаний полезного компонента и закрашиваются различными цветами. Положение месторождений и поисковых разведочных линий должно с точностью масштаба карты соответствовать положению их на местности, и особенно — тем геоморфологическим элементам, на которых они установлены. Если ширина месторождений или промышленных проявлений такова, что они не укладываются в масштаб карты, допускается некоторое их утрирование. В этом случае ширина контура на карте не должна превышать 0,5 мм.

Предлагаемые к легенде геоморфологической карты цвета закрашки россыпных месторождений и проявлений следующие.

Золото: а) для промышленных месторождений и проявлений: для дражной отработки — малиновый, для подземной отработки — кармин, для открытых работ — розовый; б) для непромышленных месторождений и проявлений — оранжевый; в) для знаковых проявлений — желтый; г) для пустых — серый.

Олово: а) для промышленных месторождений и проявлений — темно-синий; б) для непромышленных — голубой; в) для знаковых и пустых проявлений — серый.

Вольфрам: а) для промышленных месторождений и проявлений — темно-фиолетовый; б) для непромышленных — светло-фиолетовый; в) для знаковых и пустых проявлений — серый.

Комплексные россыпные месторождения и проявления закрашиваются цветом ведущего полезного ископаемого. Рядом с изображением месторождения в таких случаях указывают разведанные запасы металлов, обозначенных индексами. Первая цифра соответствует запасам ведущего компонента, последующие — сопутствующих. Кроме указанных выше сведений о разведочных работах, на карту наносятся результаты шлихового опробования речных долин и изучения склонов. Шлиховые пробы изображаются кружками диаметром в 1,5 мм в месте их отбора. Пометальная раскраска знаков остается прежней. В зависимости от содержания металла кружок закрашивается либо по периферии, либо наполовину, либо полностью. Пустые пробы наносятся сепией. В процессе нанесения данных шлихового опробования в устьевых участках долин ставятся цифры, означающие детальность опробования.

Оценка недр россыпных золотоносных районов с помощью геоморфологических карт россыпей осуществляется геолого-статистическим методом, установлением продуктивности одного погонного километра гидросети или одного квадратного километра площади. С этой целью на обзорной геоморфологической карте масштаба 1 : 500 000, несущей основные сведения по геоморфологии и полезным ископаемым, производится геоморфологическое районирование всей исследованной территории. Выделяемые районы должны различаться по существовавшим в них условиям россыпеобразования и сохранности россыпей. Обычно выделяются четыре категории районов:

1) весьма благоприятные — не подвергавшиеся оледенениям, с нормальным эрозионным развитием рельефа. Процессы образования россыпей здесь не прерывались в течение всего континентального развития района;

2) благоприятные — расположенные в области разгрузки ледников. Процессы образования россыпей в них прерывались оледенениями. Долодниковые россыпи захоронены под мощной толщей моренных и подпрудных отложений, возможна их частичная деформация. В зависимости от количества подпруд (эпох оледенения), возможны находки многослойных россыпей;

3) мало благоприятные — охватывающие троговые участки долин и области интенсивного врезания рек, обусловленные тектоническими

причинами. Доледниковые россыпи уничтожены; в результате перемыва золотоносных морен и материала, поступающего со склонов, в троговых долинах возможны находки современных, небольших по масштабам россыпей;

4) неблагоприятные — охватывающие массивы изверженных и обрамляющих их метаморфизованных пород. В таких районах, как правило, располагаются области питания ледников и создаются формы рельефа, в которых процессы образования россыпей проходить не могут. Для каждого геоморфологического района определяется величина поправочного коэффициента, меняющаяся от 1 до 0.

Следующий этап в оценке недр — замер по каждому геоморфологическому району протяженности разведанной и неразведанной гидросети в километрах. Таким же путем можно замерять и площади. При замере неразведанная гидросеть подразделяется на группы с различной интенсивностью проявлений коренного и шлихового фонов. К группе весьма благоприятных относятся долины, в пределах которых установлены золоторудные проявления, россыпные месторождения или устойчивые шлиховые ореолы, подтверждающие наличие месторождений; к группе благоприятных — долины, в пределах которых имеются редкие золоторудные проявления и шлиховые золотосодержащие пробы; к мало благоприятным — долины, в пределах которых отмечены весьма слабые или вообще отсутствуют коренной и шлиховый фоны. Как и для геоморфологических районов, для каждой группы гидросети определяется поправочный коэффициент — от 1 до 0. Значения поправочных коэффициентов как в первом, так и во втором случаях устанавливаются условно. Для оценки того или иного района определяют средние поправочные коэффициенты каждой группы гидросети (площади) в каждом районе. Это делается путем перемножения коэффициента района на коэффициент группы.

Продуктивность всей разведанной гидросети (площади) определяется делением разведанных в золотоносном районе запасов золота на ее протяженность (площадь) и выражается в килограммах на один погонный (квадратный) километр. Дальнейшие операции по количественной оценке неразведанной гидросети (площади) по группам каждого геоморфологического района не представляют труда. Умножая среднюю продуктивность на средний поправочный коэффициент групп районов, а затем на суммарную протяженность гидросети (площадь) в группах, количественно оцениваем каждую из них. Сумма оценки групп каждого района даст нам близкую к действительности количественную оценку недр неразведанных долин (площади). Естественно, что приведенная методика оценки россыпной золотоносности отдельных крупных районов не всеобъемлюща. Чем больше будет привлечено других факторов (геолого-структурные условия, величина эрозионного среза и др.), тем количественная оценка недр будет точнее.

ЛИТЕРАТУРА

- Асеев А. А. О синхронизации фаз развития последнего оледенения и колебаний климата верхнего плейстоцена.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука», 1965.
- Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. ГОНТИ, 1938.
- Башенина Н. В., Леонтьев О. К., Пиотровский М. В., Симонов Ю. Г. Методическое руководство по геоморфологическому картированию и производству геоморфологической съемки в масштабе 1 : 50 000 и 1 : 25 000. Изд-во МГУ, 1962.
- Герасимов И. П. Методика геоморфологического картирования. М., «Наука», 1965.
- Иверонова М. И. Процессы формирования современных морен в Тянь-Шане.— Тр. Ин-та географии АН СССР, М., 1962, вып. 49.
- Карташов И. П. О принципах построения геолого-геоморфологических прогнозных карт россыпей.— Тр. ВНИИ-1, вып. 37. Магадан, 1958.
- Казакевич Ю. П., Вашко Н. А. Роль ледниковых процессов в сохранении и уничтожении золотоносных россыпей на примере некоторых районов Сибири.— В кн.: Геология россыпей, М., «Наука», 1965.

- Луис В. Г. К теории ледниковой эрозии в долинах.— В сб.: Вопросы геологии четвертичного периода. Перев. с нем. В. Е. Шандер. М., Изд-во иностр. лит., 1955.
- Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. М., Географгиз, 1948.
- Миллер В. Г. Антропогенные оледенения в бассейне реки Эльги и их влияние на процессы россыпеобразования.— В кн.: Проблемы геологии россыпей. Тезисы докл. на III Всес. совещ. по геол. россыпей. Магадан, 1969. Ротапринт.
- Рожков И. С., Русанов Б. С. Значение геоморфологического районирования при поисках россыпей. М., 1960. Ротапринт.
- Спиридонов А. И. Геоморфологическое картирование. М., Географгиз, 1952.
- Тищенко Е. И. Влияние солифлюкционных процессов на формирование золотоносных россыпей в Ленском районе.— В кн.: Геология россыпей, М., «Наука», 1965.
- Шило Н. А. Особенности образования россыпей в зоне вечной мерзлоты.— Сов. геол. № 53, 1956.
- Щукин И. С. Общая геоморфология, т. I. Изд-во МГУ, 1960.
- Эдельштейн Я. С. Краткое методическое руководство для производства геоморфологических наблюдений в поле. М., Госгеолиздат, 1947.
- Эпштейн С. В. Геоморфологические исследования.— В кн.: Методическое руководство по геологической съемке и поискам. М., Госгеолтехиздат, 1954.

**Якутское геологическое
управление**

Поступила в редакцию
26.IX.1969

PRINCIPLES OF THE COMPILATION OF GEOMORPHOLOGICAL MAPS WHILE PROSPECTING FOR GOLD PLACERS

V. G. MILLER

Summary

An analytical or genetic method of geomorphological mapping—when elementary forms of relief serve as the main objects of the survey—is the most suitable method for the purposes of reconnaissance and exploration for placers. In the legend of a geomorphological map of gold placers presented in the article there are five genetic types of relief: denudational, fluvial, cryogenic, glacial and fluvio-glacial. Each type of the relief is subdivided into destructional, destructional-accumulative, and accumulative forms of relief. The geomorphological map also gives special information on ore-bearing areas and ore deposits, on the distribution of different placers, and on the rates of slime exploration of a territory.