

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 551.4 : 553.068.5

Н. Н. АРМАНД, Н. Г. ПАТЫК-КАРА, Ю. Н. НИКУЛИН**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
РОССЫПЕЙ В СРЕДНЕГОРНЫХ РАЙОНАХ**

На примере Иппата-Мерекского рудно-россыпного оловоносного района, расположенного в горном узле на стыке Буреинского и Дуссе-Альиньского хребтов, рассмотрены важнейшие черты развития расчлененного среднегорного рельефа, определившие условия вскрытия рудных проявлений, нашедшие отражение в размещении и составе россыпей. Выделены главные направления специализированного геоморфологического анализа в изучении системы коренной источник — россыпь.

Диапазон геоморфологических условий, в которых формируются россыпные месторождения, практически не ограничен; однако тип рельефа и история его развития контролируют набор морфогенетических типов россыпей, их возраст, положение в рельефе и важнейшие детали строения. Несмотря на пристальный и вполне обоснованный интерес, проявляемый к сложным типам россыпей денудационных и аккумулятивных равнин, остается актуальным изучение условий формирования россыпей в горных районах. Динамичность рельефообразующих процессов, высокие темпы наращивания эрозионного среза, разрушение ранее сформированных концентраций россыпных минералов в ходе врезания, а в районах развития оледенения и за счет экзарационной деятельности ледников — все это создает здесь довольно жесткие условия для формирования и сохранности россыпей. Вместе с тем пространственная, в первую очередь вертикальная, разобщенность разновозрастных эрозионно-денудационных уровней и ледниковых образований, отчетливая ярусность рельефа позволяют с известной детальностью проследживать изменение пространственного соотношения долин с коренными источниками, определяющего условия поступления полезного компонента в россыпи. Важное место в этом анализе занимают такие вопросы, как геоморфологическое положение коренных источников и их приуроченность к разновозрастным ярусам рельефа; стадийность вскрытия рудных тел в ходе развития эрозионно-денудационных процессов; отражение свойств коренного источника в составе и размещении россыпи.

Рассмотрим эти вопросы на примере Иппата-Мерекского оловоносного района, расположенного на сочленении Буреинского хребта с хребтом Дуссе-Алинь. Общие представления о характере и развитии рельефа горных массивов Буреинского поднятия сформулированы в работах Ю. Ф. Чемекова (1959, 1961, 1963), который отмечает сохранность реликтов древней поверхности выравнивания при значительной расчлененности рельефа и наличие следов неоднократных (до 3—4) горно-долинных плейстоценовых оледенений.

Оловоносность Иппата-Мерекского района связана с Дуссе-Алиньским массивом позднемеловых гранитоидов, который обнажается в центральной части сводового поднятия, орографически выраженного в виде горного узла, соединяющего Буреинский и Дуссе-Алиньский хребты. В районе известно более десяти вольфрамит-касситеритовых россыпных проявлений, расположенных в верховьях бассейнов рек Мерек, Иппата, Серегекта. Источниками питания россыпей служит серия вольфрамо-оловянных рудопроявлений касситерито-кварцевой формации, локализованных в зоне экзо- и эндоконтакта Дуссе-Алиньского гранитного массива — Верхнеиппатинское, Серегектинское, Верхнемерекское, Нижнемерекское и др. (Усенко, Чеботарев, 1973).

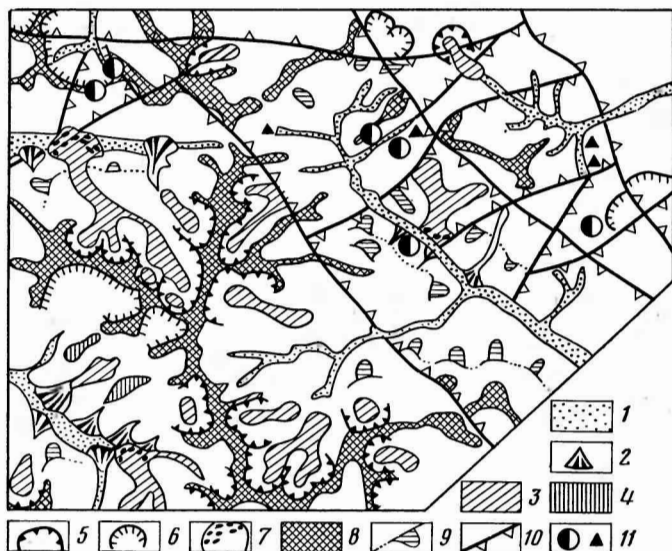


Рис. 1. Геоморфологическая схема Иппата-Мерекского района

1 — днища долин; 2 — конусы выноса; 3 — морены позднеплейстоценового оледенения; 4 — проблематичные морены среднеплейстоценового оледенения; 5 — кары 2-й генерации; 6 — кары 1-й генерации; 7 — конечноморенные валы; 8 — выровненная поверхность междуречий; 9 — денудационные уровни на склонах долин; 10 — разломы, выраженные в рельефе; 11 — оловянно-вольфрамовые месторождения и рудопроявления

Формирование россыпей Иппата-Мерекского оловоносного района происходило в условиях интенсивно расчлененного рельефа, свойственного сводовому поднятию. Абсолютные отметки водоразделов составляют в основном 1400—1700 м, иногда достигая 2000 м. Водоразделы преимущественно узкие, но в ряде случаев отмечаются обширные выровненные участки с фрагментами линейных кор выветривания, фиксирующие, по данным Ю. Ф. Чемякова (1963), положение деформированной и расчлененной палеогеновой поверхности выравнивания. Реликты этой поверхности отмечаются на абс. отметках от 800 до 2000 м. Глубина расчленения современного рельефа достигает 600—1000 м. Склоны водоразделов крутые, покрытые крупноглыбовыми осыпями и курумами. Долины рек самых низких порядков характеризуются крутыми уклонами и V-образной формой поперечного профиля, если не несут следов ледниковой переработки. Однако уже у долин 3—4 порядка появляется плоское днище, и они приобретают ящикообразную форму. На склонах долин повсеместно сохранились небольшие пологонаклонные площадки и уступы, которые при прослеживании вдоль долин образуют выдержанные уровни, имеющие тот же уклон, что и современные долины (рис. 1). Это позволяет рассматривать их в качестве фрагментов эрозионно-денуда-

пционных поверхностей, фиксирующих последовательное наращивание эрозионного вреза. В долине р. Мерек, заключающей главную россыпь района («Светлую»), с различной степенью отчетливости выделяется четыре таких уровня, из которых два нижних прослеживаются на высоте около 100—130 и 200 м над современным дном долины; их абс. отметки соответственно 700—800 и 900—1050 м. Верхние уровни сохранились хуже и выделяются условно по плечеобразным перегибам в средней и верхней части склонов на высотах 300—350 и 450—500 м над дном долины (рис. 2). Кроме того, в днище долины сохранился погребенный

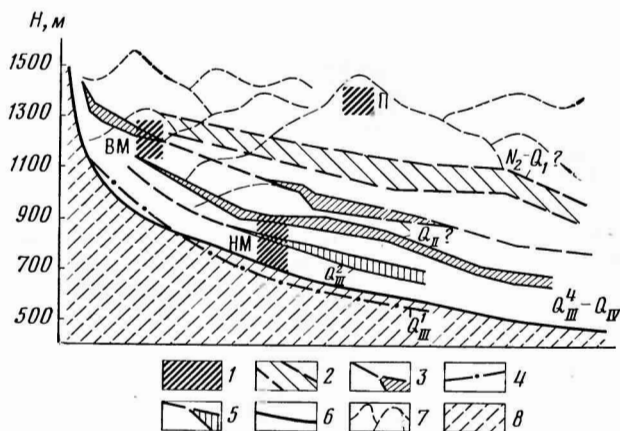


Рис. 2. Важнейшие эрозионно-денудационные уровни в бассейне р. Мерек и последовательность вскрытия коренных источников, расположенных в разных ярусах рельефа

1 — гипсометрический диапазон выходов на поверхность рудопроявлений: Перевального (П), Верхнемерекского (ВМ) и Нижнемерекского (НМ); 2—6 — разновозрастные денудационно-эрозионные уровни: 2 — плиоцен-раннеплейстоценовый (?), 3 — среднеплейстоценовые (?), 4 — начала позднего плейстоцена, 5 — середины позднего плейстоцена, 6 — современный; 7 — совмещенный профиль междуречий; 8 — коренные породы. Возрастная индексация уровней предположительная

тальвег, фиксирующий одну из последних стадий развития долины. Продольные уклоны нижних уровней в целом соизмеримы с уклоном современной долины ($\sim 0,025$); несколько круче уклон погребенного тальвега. Самый высокий уровень, образованный плечеобразными перегибами на высоте 450—500 м над дном долины, значительно положе и имеет уклон всего 0,015. Датировка уровней (рис. 2) произведена путем корреляции их с комплексами ледниковых экзарационно-аккумулятивных форм различной сохранности, а также датированными на основании спорово-пыльцевых анализов аллювиальных и озерных отложений, слагающих низкие террасы и выполняющих погребенный врез. Наиболее проблематична датировка самого верхнего уровня. Этот уровень углублен относительно сохранившихся участков выполоченных междуречий на 200—350 м; он расположен на склонах гипсометрически выше древних каров среднеплейстоценового (?) оледенения и значительно положе всех остальных уровней, что косвенно свидетельствует о его синхронности локальной поверхности выравнивания плиоцен-раннеплейстоценового возраста (Патык-Кара, 1966).*

В рельефе Иппата-Мерекского района сохранились следы трех оледенений. От первого из них остались полуразрушенные кары преимущественно на склонах южной экспозиции, где они не переработаны более поздними оледенениями (рис. 1). Тип оледенения неясен. О горно-долинном характере первого оледенения с известной долей условности свидетельствует проблематичная морена в устьевой части долины руч. Ясного (притока Иппаты) под аллювиальными галечниками, подстилающими в свою очередь морену позднеплейстоценового оледенения.

Наиболее полно сохранились следы следующего оледенения, представленные второй генерацией каров, лежащих на отметках 1250—1500 м преимущественно на склонах северной экспозиции, и моренами, опускающимися в долины. Хорошая сохранность последних дает основание говорить о карово-долинном характере оледенения, которое на отдельных участках (истоки р. Сулук) переходило в сетчатое. Подпруживание некоторых долин, например р. Верхней Иппаты, ледниками и оставшимися после них моренами обусловило локальную аккумуляцию, продолжавшуюся до начала голоцена. В кары второго оледенения почти повсеместно вложены кары последней генерации, расположенные на высотах 1400—1600 м. Это третье, последнее оледенение (стадия?) существенно не повлияло на развитие долин, поскольку, за редким исключением, ледники относились к каровому типу. Они сопоставляются соответственно с алданским (Q_{II}), муниканским (Q_{III}^2) и селитканским (Q_{III}^4) оледенениями по схеме Ю. Ф. Чемякова (1961).

Наиболее древние оловоносные осадки, зафиксированные в разрезе рыхлых отложений долин, относятся к среднему плейстоцену. Однако анализ геоморфологического положения вольфрамо-оловянных проявлений и приуроченности выходов рудных тел к разновозрастным ярусам рельефа дает возможность хотя бы схематично проследить историю вскрытия коренных источников и формирования россыпей с наиболее раннего времени (рис. 2).

В верхнем ярусе рельефа, соответствующем уровню реликтов древней (палеогеновой?) поверхности выравнивания, вскрываются рудные тела Перевального рудопроявления, зафиксированные на абс. высотах 1320—1400 м (таблица). Судя по положению в современном рельефе, рудопроявление, выведенное на поверхность к палеогену, в более поздние этапы истории развития района было исключено из сферы непосредственного воздействия эрозийных процессов и не участвовало в формировании молодых россыпей. В более выгодном положении оказались Верхнеиппатинское месторождение (рис. 3, В), а также Серегектинское и Среднеиппатинское рудопроявления, первоначально вскрытые в том

Положение в рельефе и последовательность вскрытия оловянно-вольфрамовых рудопроявлений

№ п.п.	Положение в рельефе коренных источников			Условное время начала вскрытия коренных источников	Возраст установленных россыпей и россыпных проявлений
	наименование проявлений	абс. высота выходов рудных тел в современном рельефе, м	высота выходов рудных тел над дном современных долин, м		
1	Перевальное	1320—1400	500—700	Pg	?
2	Среднеиппатинское Верхнеиппатинское Серегектинское	2350—1400	80—150	Pg^1	Q_{III-IV}
3		1100—1400	80—300		
4	Верхнемерекское Олово-вольфрамовое руч. Рудного Вольфрамовое руч. Рудного Оловянное руч. Перевального Вольфрамовое руч. Перевального	1150—1260	0 (?)—260	N_2	Q_{III-IV}
5		1100—1250	0 (?)—200		
6		1250	40—80		
7		1200	100		
8	Вольфрамовое руч. Перевального	1150	40—60		
9	Нижнемерекское	700—900	0—200	Q_{III}	Q_{III-IV}

¹ Продолжается активное вскрытие и в более поздний период.

же ярусе рельефа, но находящиеся в зоне влияния более молодых эрозионных врезов. Результатом явились значительный вертикальный интервал вскрытия рудного поля в современном рельефе (до 300 м) и сравнительно небольшая отн. высота выходов рудных тел над дном современных долин (80—300 м). Можно предполагать, что рудные тела Серегектинского, Среднеиппатинского и Верхнеиппатинского проявлений, будучи вскрыты практически одновременно с рудопроявлением Перевальным, продолжали служить источниками питания оловоносных россыпей и в более поздние этапы развития рельефа района. На примере россыпи руч. Ясного, образованной за счет рудных тел южного фланга

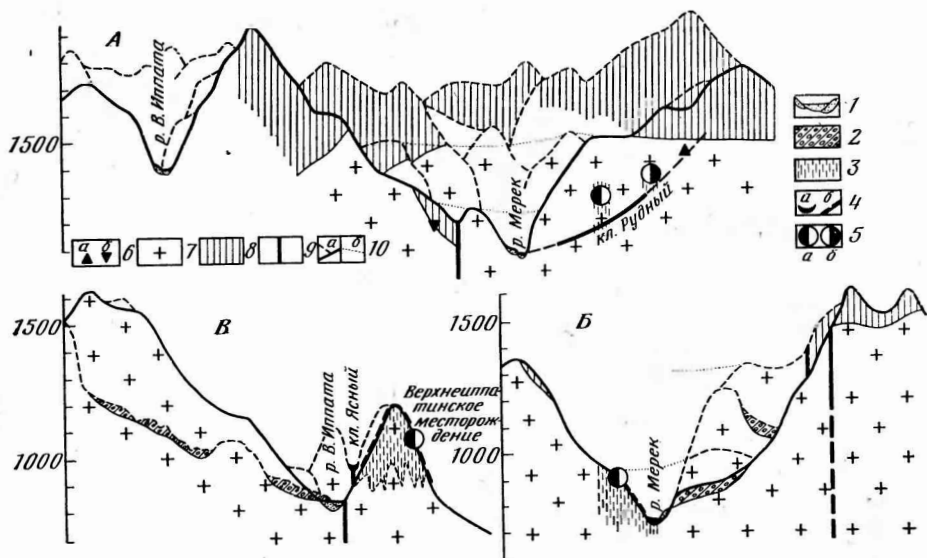


Рис. 3. Положение коренных источников россыпей в рельефе

А, Б — в бассейне р. Мерек, В — в долине р. Иппата. 1 — аллювий; 2 — морены; 3 — рудные поля, показаны условно; 4 — россыпи и россыпные проявления: аллювиальные (а) и склоновые (б); 5 — месторождения оловянно-вольфрамовые (а) и существенно оловянные (б); 6 — рудопроявления оловянно-вольфрамовые (а) и молибденовые (б); 7 — гранитоиды; 8 — контактово-измененные породы; 9 — разломы, выраженные в рельефе; 10 — линии профиля: основного и спроектированного (а), восстановленных денудационных уровней (б)

рудного пояса Верхнеиппатинского месторождения, видно, что в этих условиях металлоносность свойственна всем генерациям верхнеплейстоценового — современного аллювия (древнего тальвега, 1-й надпойменной террасы и поймы).

Наибольшее количество рудопроявлений расположено в районе на абс. отметках 1100—1250 м при высоте над днищами современных долин от 0 до 260 м (таблица). Гипсометрическое положение наиболее высоких выходов рудных тел этой группы проявлений коррелируется с интервалом высот самого высокого эрозионно-денудационного уровня, выделяемого на склонах в бассейне р. Мерек и условно датируемого поздним неогеном — ранним плейстоценом (рис. 2). Это дает основание предполагать, что именно в это время и произошло вскрытие группы рудопроявлений, расположенных в этом ярусе рельефа. Участие указанных источников питания в формировании верхнеплейстоценовых — современных россыпей обусловлено их положением в пределах современных долин, расчленивших поздненеогеновый — раннеплейстоценовый уровень, однако во всех случаях последующее переотложение материзала на наиболее низкие уровни привело к значительному уменьшению концентраций полезного компонента в аллювии.

Нижнемерекское вольфрамо-оловянное рудопоявление, питающее наиболее значительную в районе россыпь в долине р. Мерек, значительно отличается по своему положению в современном рельефе. Рудное поле расположено в нижней части правого борта и в днище долины (рис. 3). Рудные тела вскрываются как на склоне долины, так и в коренном ложе погребенного плейстоценового и современного тальвегов. Протяженность промышленной части россыпи практически ограничена отрезком долины, пересекающим рудное поле. Вертикальный диапазон вскрытия месторождения в современном рельефе составляет 200 м и совпадает с глубиной вреза, сформированного за период с конца среднего плейстоцена. В этот временной интервал укладывается формирование погребенного тальвега в долине р. Мерек, всех террасовых уровней, сложенных аллювием, и современной поймы. Слагающие их осадки металлоносны, в том числе к погребенному тальвегу (Q^1_{III}) приурочен нижний, а к 1-й надпойменной террасе и пойме — верхний промышленные пласты россыпи. Древний пласт не подвергался активному воздействию ледников муниканского оледенения и был захоронен лишь толщей аллювиальных и аллювиально-пролювиальных осадков (3—7 м), синхронных селитканскому оледенению, которые в значительной мере предохранили его от разрушения в голоцене.

Геоморфологическая позиция Нижнемерекского рудопоявления в условиях данного района обеспечивает наиболее благоприятную обстановку для полнейшего извлечения и захоронения в россыпи полезного компонента, содержащегося в эродированном рудном объеме.

Проведенный анализ показывает, что в районах интенсивно расчлененного среднегорья задача прогнозной оценки россыпей в долинах унаследованного врезания тесно связана с решением ряда вопросов. Среди них — определение положения коренного источника питания по отношению к молодым врезам и сравнительный анализ объема эрозионного «выреза» за период времени, зафиксированный в сохранившихся отложениях долин. Положение оловоносных горизонтов в разрезе осадков свидетельствует, что, с другой стороны, в рассматриваемом районе оледенение сыграло положительную роль, обусловив погребение верхнеплейстоценовых россыпей и предохранив их этим от размыва.

Особенности рельефа Иппата-Мерекского района и позиция коренных источников определяют такие черты строения россыпи, как отраженная гипогенная и миграционная зональность. Предпосылкой для этого служит исходная зональность коренных источников, преломленная в ходе нарастающего эрозионного вреза, который обусловил глубокое, но неравномерное по площади вскрытие рудных тел, принадлежащих к разным горизонтам интервала оруденения.

По данным С. Ф. Усенко и М. В. Чеботарева (1973), рудным проявлениям района, принадлежащим к кассатерито-кварцевому типу, свойственна отчетливая вертикальная зональность. Она выражена в последовательной смене минеральных ассоциаций: на глубине преобладает вольфрамит, в средних горизонтах рудных тел — касситерит, в верхних возрастает роль сульфидов и прежде всего арсениоприта. Удаётся проследить гипсометрическое и геоморфологическое положение этих зон, например, в бассейне рек Иппата и Серегекта на Серегектинском и Усманском проявлениях верхняя граница существенно вольфрамитовой зоны лежит на отметках 1000—1100 м, т. е. в доплейстоценовом ярусе рельефа.

Таким образом, анализируя положение различных горизонтов оруденения в современном рельефе, можно говорить, что на данном участке вскрытие существенно касситеритовых коренных источников произошло уже к плейстоцену, в то время как рудные тела, обогащенные вольфрамитом, участвовали только в питании более молодых россыпей, в результате чего состав россыпных проявлений испытал значительные преобра-

зования за период наращивания вреза. Сходная картина намечается и в пределах других рудных полей. С приближением к кровле гранитоидного массива в составе рудных тел существенную роль начинает играть касситерит, что хорошо видно на примере коренных источников, питающих россыпи и россыпные проявления бассейнов рек Мерек и Ян-Макит. В соответствии с рассмотренной выше последовательностью вскрытия коренных источников в ходе углубления долин исходная зональность нашла отражение и в составе россыпей. Россыпи притоков р. Мерек, вскрывших оруденение в интервале высот 1000—1200 м (рис. 3, А), характеризуются существенно касситеритовым составом ($Sn:WO=10-35$). В то же время в верхнеплейстоцен-голоценовой россыпи р. Мерек, образовавшейся за счет рудных тел, вскрытых эрозией в интервале 700—950 м, отношение $Sn:WO$ колеблется от 2,8 до 6,6, что отражает значительную долю участия вольфрамита в составе концентрата. Наименьшая доля вольфрамита характерна для россыпного ореола в склоновых отложениях, сопровождающего рудопроявление Перевальное, расположенное в верхнем ярусе рельефа на высотах 1320—1400 м (таблица).

Исходные различия рудного материала, поступающего в россыпи Иппата-Мерекского района, продолжают сказываться и в ходе его транспортировки. Различная устойчивость касситерита и вольфрамита в водно-аллювиальной среде приводит к быстрому нарастанию олово-вольфрамового отношения от источника питания вниз по россыпи. Причем в условиях значительных продольных уклонов долин, больших скоростей потока, валунно-галечного аллювия преимущественное истирание вольфрамита происходит несравненно быстрее, чем в комплексных россыпях, формирующихся за счет сходных по составу коренных источников в условиях низкорного рельефа или денудационной равнины. Приведем некоторые цифры. В россыпи руч. Константиновского (приток р. Мерек) скорость возрастания олово-вольфрамового отношения вниз по долине достигает 5 *ед/км*, а в россыпи р. Мерек составляет 1—5 *ед/км*, в то время как в комплексных россыпях, сформированных за счет сходных коренных источников, но расположенных в областях с менее контрастным, низкорным рельефом, эта же величина исчисляется лишь десятками долями (0,3—0,5 *ед/км*), т. е. на порядок меньше, чем в расчлененном среднегорном рельефе. Кроме того, скорость нарастания олово-вольфрамового отношения максимальна в непосредственной близости от локального источника питания (в последнем примере она равна 1) и убывает в хвостовой части россыпи. Выявленная закономерность дает основание для дифференцированной оценки вольфрамитовых россыпей в зависимости от направленности развития и типа рельефа.

Таким образом, специализированный геоморфологический анализ при оценке россыпей ближнего сноса был и остается одним из главных методов комплексного анализа совокупности факторов, определяющих возможность формирования россыпей. Сопряженное изучение системы коренной источник — россыпь, условий вскрытия оруденения и его пространственного соотношения с формами рельефа, служащими коллекторами россыпей, открывает значительные возможности для оценки локальных металлоносных площадей. В этом отношении районы среднегорного расчлененного рельефа, пережившие неоднократные оледенения в плейстоцене, представляют характерный эталон площадей, где развитие рельефа и вскрытие оруденения четко маркируются геоморфологическими уровнями, позволяющими с достаточной детальностью проследить развитие процесса россыпеобразования в плейстоцене. Перечислим важнейшие объекты геоморфологического анализа: положение оруденения в современном рельефе и по отношению к разновозрастным палеоповерхностям; гипсометрический уровень оруденения; отражение гипогенной зональности рудопроявлений в россыпях в зависимости от направленности эрозионно-денудационных процессов; стадийность разви-

тия эрозионного вреза и формирования рудоносного объема, принимающего участие в питании россыпей.

ЛИТЕРАТУРА

- Патык-Кара Н. Г. Различия в генезисе поверхностей выравнивания Дальнего Востока. «Вестн. МГУ. Сер. V, геогр.», № 3, 1966.
Усенко С. Ф., Чеботарев М. В. Геология и оловоносность Приамурья. М., «Недра», 1973.
Чемеков Ю. Ф. Основные этапы развития рельефа Приамурья и Западного Прихотья. «Материалы Второго геоморф. совещ. ОГГН АН СССР». М., 1959.
Чемеков Ю. Ф. Проблемы четвертичного оледенения Северо-Востока и Дальнего Востока СССР. «Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер.», т. 64, 1961.
Чемеков Ю. Ф. Морфология, генезис, возраст и условия формирования древних поверхностей выравнивания на юге Дальнего Востока СССР. «Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер.», т. 90, 1963.

ВИМС
Географический факультет МГУ
ДВГТУ

Поступила в редакцию
28.1.1979

GEO MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF PLACERS FORMATION AT MIDDLE MOUNTAINS

N. N. ARMAND, N. G. PATYK-KARA, YU. N. NIKULIN

Summary

In middle mountains with dissected topography when erosion opens metalliferous deposits it can be easily traced by geomorphic levels, fixing changes in spatial relations of valleys to metal sources. Most important tasks of special geomorphological analysis are discussed using as a case study the Ippata-Merek region (Bureya Ridge) with tin-tungsten ores. The tasks are defines as follows: to study primary ore-bearing rocks in relation to paleo-surfaces of different age; to distinguish stages of erosion; to define manifestations of hypogenous zonation of ore-bearing rocks in the placers' composition and location.
