

Summary

Submarine topography of the region has been shown at the physiographic map which was compiled by the author according to the methods worked out at the Institute of Oceanology of the Academy of Sciences of the USSR. A short description of the floor topography has been given for submarine margins of North-West Europe and East Greenland, deep-sea troughs and Middle-Ocean ridge within the limits of the Norway-Greenland basin. Boundaries of main morphological regions are defined.

УДК 551.4:553.411.3(235.34)

Л. Г. ВАСЮТИНА, А. П. КУСКОВ

**СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
И ЧЕРТЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ
ЦЕНТРАЛЬНО-СТАНОВОГО РЕГИОНА**

Для центральной части Станового хребта характерно чередование небольших (до 100 км²) полигональных участков с различным рельефом (от низкогогорного до высокогорного), что создает мозаично-блоковый рисунок распределения абсолютных отметок вершинной поверхности в пределах субшироко вытянутой области. К северу и югу от нее рельеф однородный с плавной сменой высот, причем на севере он имеет характер нагорья, на юге — низкогогорья.

Рельеф Станового хребта является как бы связующим звеном между рельефом южной части Зейско-Нюкжинского низкогогорья и северной части Алданского нагорья. Анализ геолого-геоморфологического строения этих трех областей показывает, что их можно рассматривать как самостоятельные морфоструктурные единицы.

История геологического развития территории может быть восстановлена со времени образования базитового фундамента (4,5 млрд. лет), представленного кристаллическими сланцами, которые испытали региональный метаморфизм и гранитизацию. Аналогов подобных условий, по-видимому, в другие эпохи не было. В конце архея возник пояс повышенной проницаемости, пространственно совпадающий с современной областью Станового хребта. Таким образом, уже на древнейшем этапе намечается различие в геологическом развитии областей. В начале протерозойской эпохи Становая область представляла собой подвижную, легкопроницаемую «плутоногенную» зону (Ставцев, 1968; Ицкисон, Красный, 1970), Алданская — зону относительной стабилизации, а в пределах Зейско-Нюкжинской области происходили поднятия, сопровождавшиеся интрузиями гранитоидов. Становой «плутоноген» расширялся, вовлекая в свою сферу участки соседних областей. В средне-позднепротерозойскую эпоху масштабы интрузивной деятельности возрастают. Алданская область вовлекается в поднятия, которые затем сменяются режимом относительной стабилизации и накопления красноцветной молассы (Нужнов, Ярмолюк, 1959). Становая область дробится на блоки с разнонаправленными движениями. На месте Зейско-Нюкжинской об-

ласти в конце эпохи, по-видимому, была горная страна, которая, понижаясь к северу, в Становой области сменялась низкогорьем (?), а в Алданской — равниной.

В палеозое начиная с вендского времени Алданская область вовлекается в опускания, сопровождающиеся трансгрессией и накоплением осадков, Зейско-Нюкжинская область слабо воздымается, в Становой области происходят разнонаправленные движения. С раннекембрийского времени регион претерпевает этап платформенного развития, в течение которого на территории Восточной Сибири сформировался пенеплен (Коржуев, 1969).

Мезозойская эпоха знаменует начало нового этапа резкой тектономагматической активизации. С юрского времени области вовлекаются в линейно-сводовое поднятие, ось которого располагалась в южной части Становой области. По периферии поднятия образовались прогибы, выполненные угленосной молассой (Кац, 1970). В юре происходила миграция оси поднятия с юга на север, что фиксируется проявлением магматизма. Анализ юрских образований свидетельствует о мощном горообразовании в Зейско-Нюкжинской области. В меловое время отмечается оживление движений, причем если в начале этапа пояс максимальной тектонической активности был приурочен к центральной части Становой морфоструктуры, то впоследствии он сузился и сместился на юг. На месте мигрировавшей осевой части поднятия образовались субшироотно-вытянутые компенсационные впадины и грабены, выполненные континентальными осадочными образованиями неокомского возраста. Состав конгломератов аллювиально-пролювиального генезиса, присутствие в них прослоев фангломератов, ориентировка гальки и ко-сой слоистости показывают, что впадины были окружены массивами резко расчлененных высоких гор (Васютина, 1970). Начиная с аптского времени формирование впадин сопровождалось излияниями лав, образованием вулканоструктур, а по периферии впадин шло внедрение по трещинам комагматичных даек и силлов (Васютина, 1970).

К концу мезозойской эпохи в Алданской области сформировался среднегорный, в Зейско-Нюкжинской — высокогорный, в Становой области — резкорасчлененный мозаично-блоковый рельеф с серией широтно-вытянутых межгорных впадин.

В ходе мезозойского этапа внутреннее строение областей усложнилось в связи с образованием морфоструктур низких порядков: в Алданской и Зейско-Нюкжинской областях это консолидированные глыбы, в Становой области — мобильные блоки, впадины, вулканоструктуры и ослабленные зоны (рис. 1). Для Становой области мезозой явился металлогенической эпохой, а золото — ее важнейшим элементом (Коген, 1969; Матей, 1969 и др.). Поэтому при прогнозировании на коренное и россыпное золото важно изучение истории становления морфоструктуры после завершения эпохи мезозойской активизации. В этом периоде развития региона выделяются два этапа: позднемеловой — олигоценый и миоценоголоценовый.

Позднемеловая — олигоценовая эпоха ознаменовалась выравниванием мезозойского рельефа и образованием единого пенеплена (Коржуев, 1969) в условиях теплого влажного климата, способствовавшего интенсивному химическому выветриванию (Воскресенский, 1968; Васютина, Кусков, 1970; Матей, 1969). Н. П. Херасков (1967) и С. С. Коржуев (1969) считают, что для образования кор выветривания необходимо существование подвижной зоны окисления и фильтрации, обеспечивающих глубокую химическую переработку коренных пород.

По-видимому, разрушение мезозойских горных сооружений протекало на фоне медленного поднятия, темпы которого соизмеримы со скоростью корообразования. При этом происходило как образование коры выветривания, так и ее разрушение и вынос вещества в тонковзвешен-

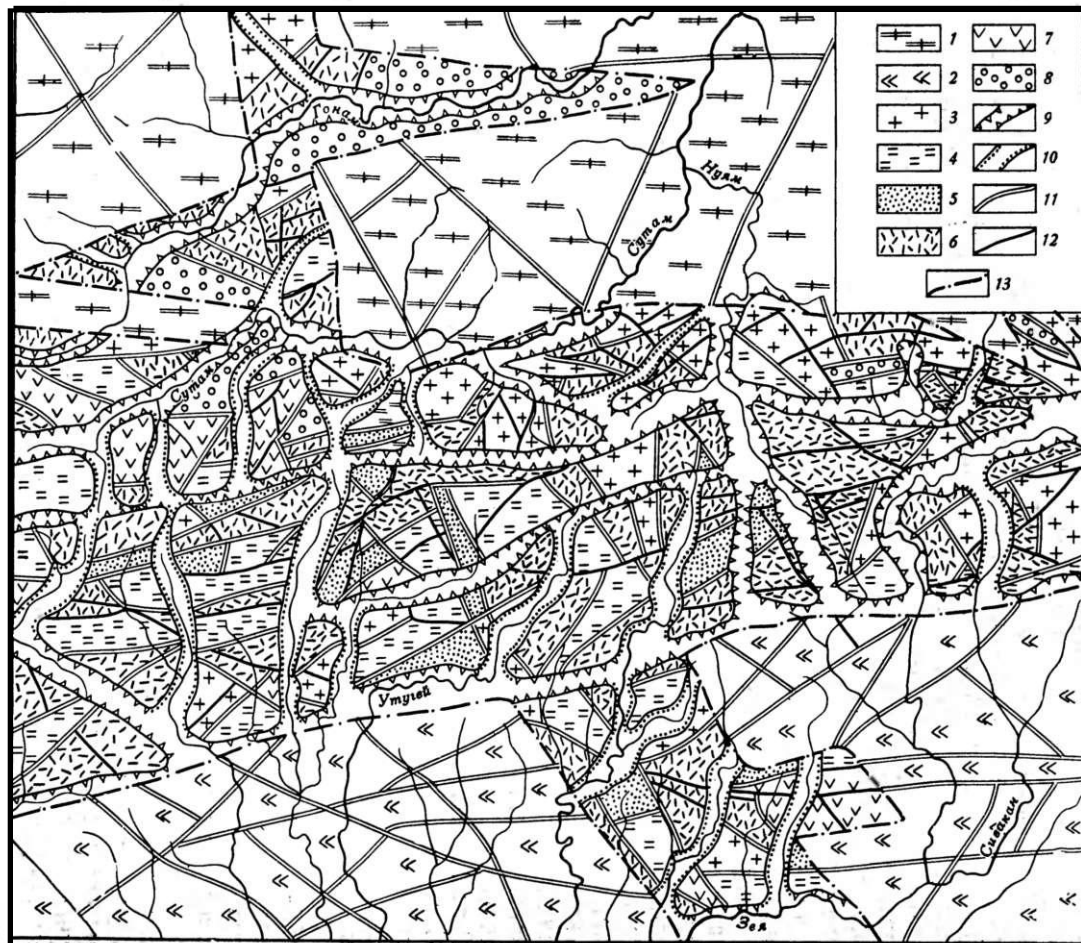


Рис. 1. Структурно-геоморфологическая схема центральной части Станового хребта.

Алданская морфоструктурная область: 1 — консолидированные гомогенные глыбы с устойчивыми интенсивными поднятиями — массивы однородного среднегорья ($H=2500$, $h=700$ м); Зейско-Нюкжинская морфоструктурная область: 2 — консолидированные гомогенные глыбы с переменными равноамплитудными движениями — однородное низкое горье ($H=2000$, $h=400$ м); Становая морфоструктурная область, мобильные гетерогенные блоки (3—7): 3 — с устойчивыми интенсивными поднятиями — участки высокогорья ($H=1500$, $h=600$ м), 4 — с умеренными поднятиями — участки среднегорья ($H=1000$, $h=400-500$ м), 5 — со слабыми поднятиями — участки низкого горья ($H=800$, $h=300$ м), 6 — с переменными малоамплитудными движениями — участки сопочного рельефа ($H=500$, $h=250$ м), 7 — с умеренными поднятиями — палеовулканооструктуры — участки резко расчлененного среднегорья ($H=500$, $h=400$ м), 8 — межблоковые депрессии, наследующие мезозойские впадины, частично инверсионные — участки низкого горья ($H=500$, $h=150-170$ м), 9 — ослабленные зоны — тектонические понижения, сопряженные с поднятиями, выраженные в рельефе как линейно-вытянутые депрессии, частично используемые современной гидросетью, 10 — сквозные поперечные долины, приуроченные к зонам растяжения или расположенные на участках ундуляций поднятий, 11 — разломы, многократно обновлявшиеся, четко выраженные в рельефе, — границы мобильных блоков, 12 — разломы, четко выраженные в рельефе, частично используемые современной гидросетью, — границы частных блоков, 13 — границы морфоструктурных областей. (H — величина денудационного среза за позднемеловое — олигоценное время, h — величина комплексного эрозивно-денудационного среза за миоцен-среднеплейстоценовое время)

ном и коллоидном состоянии. Вероятно, таким механизмом можно объяснить отсутствие палеогеновых моласс во всем регионе при доказанной пенеппенизации мезозойского рельефа. В рельефе Становой области отмечаются элементы унаследованности: на месте мезозойских впадин образовались равнины, вулканоструктуры и т. д., что определило неравномерную величину денудационного среза — от 500 до 1500 м и более. В пределах Алданской области она составляет 2500—2800 м, в Зейско-Нюкжинской — 2000—2400 м. Если принять среднюю скорость денудации равной 0,005 см/год, то общая величина среза за позднемеловую — олигоценовую эпоху (40 млн. лет) составит 2 км, что приблизительно соответствует скорости плейстоценовой денудации в Тянь-Шане, вычисленной Н. М. Богдановой (устное сообщение). Присутствие в россыпях «нового» золота, соотношение золота и серебра (1:10) в золоторудных проявлениях (Матей, 1969), характерное для древних кор выветривания (Крейтер, Аристов, 1958), свидетельствуют, что в период пенеппенизации начинается высвобождение золота из коренных источников и формирование россыпей.

С миоцена весь регион был вовлечен в линейное сводово-глыбовое поднятие. Становая область находилась в его осевой части, Алданская и Зейско-Нюкжинская — на крыльях. На новейшем этапе наследуется основной план древнейших морфоструктурных областей. Становая область сохраняет черты наибольшей мобильности. В раннем миоцене отмечаются первые дифференцированные движения, сопровождающиеся излиянием базальтов. В конце миоцена наступила стабилизация и началось формирование наиболее древней придолинной поверхности выравнивания (Васютина, Кусков, 1970). В начале плиоцен-раннеплейстоценовой эпохи вновь отмечается воздымание, а затем стабилизация и образование следующей придолинной поверхности выравнивания. В начале среднего плейстоцена новая волна поднятий фиксируется излиянием базальтов и усилением регрессивной и глубинной эрозии. После стабилизации, в течение которой образовалась среднеплейстоценовая придолинная поверхность выравнивания (III терраса), на рубеже позднего плейстоцена территория вновь испытывает поднятие: изливаются мощные потоки базальтов и существенно перестраивается орогидрографический план. Таким образом, для Становой области на новейшем этапе характерно чередование эпох тектоно-магматической активизации с эпохами относительной стабилизации, интенсивное проявление базальтового вулканизма, формирование разнородного мозаично-блокового рельефа. Положение разновозрастных базальтов, придолинных поверхностей выравнивания и участков максимальной сейсмичности свидетельствует о миграции зоны максимальной тектонической активности в направлении с юга на север в пределах морфоструктуры за миоцен-голоценовое время (рис. 2). В этом же направлении происходило и смещение водораздельной линии Станового хребта на расстояние более чем 15 км (Коржуев, 1969; Кусков, 1971). В ходе миграции зоны активности границы области менялись, шло дробление морфоструктур низких порядков: мобильных блоков, межгорных депрессий и пр.

На современном этапе мобильные блоки имеют небольшие размеры (25—100 км²), сложные линейно-вытянутые очертания. В строении блоков принимают участие образования различных геотектонических эпох, что обуславливает неоднородность их геомагнитного поля (Коген, 1969) с амплитудами напряженности от 2 до 10 тыс. гамм. В пределах каждого блока развит однородный рельеф, зависящий от характера неотектонического режима (таблица). В Становой области выделяются блоки с устойчивыми интенсивными поднятиями — участки высокогорья, с умеренными поднятиями — участки среднегорья, со слабыми поднятиями — участки низкогогорья, со знакопеременными малоамплитудными движениями — участки сопочного рельефа (рис. 1).

Межгорные депрессии, возникшие в мезозойское время, на новейшем этапе были раздроблены на более мелкие блоки, незначительная контрастность движений которых позволяет говорить об унаследованности развития депрессий, имеющих однородный низкогорный рельеф. Палеовулканоструктуры — также элементы, унаследованные с мезозоя. На новейшем этапе они характеризуются умеренными поднятиями и формированием резко расчлененного среднегорного рельефа.

Ослабленные зоны представляют собой тектонические понижения, выраженные в рельефе как линейно-вытянутые депрессии, частично ис-

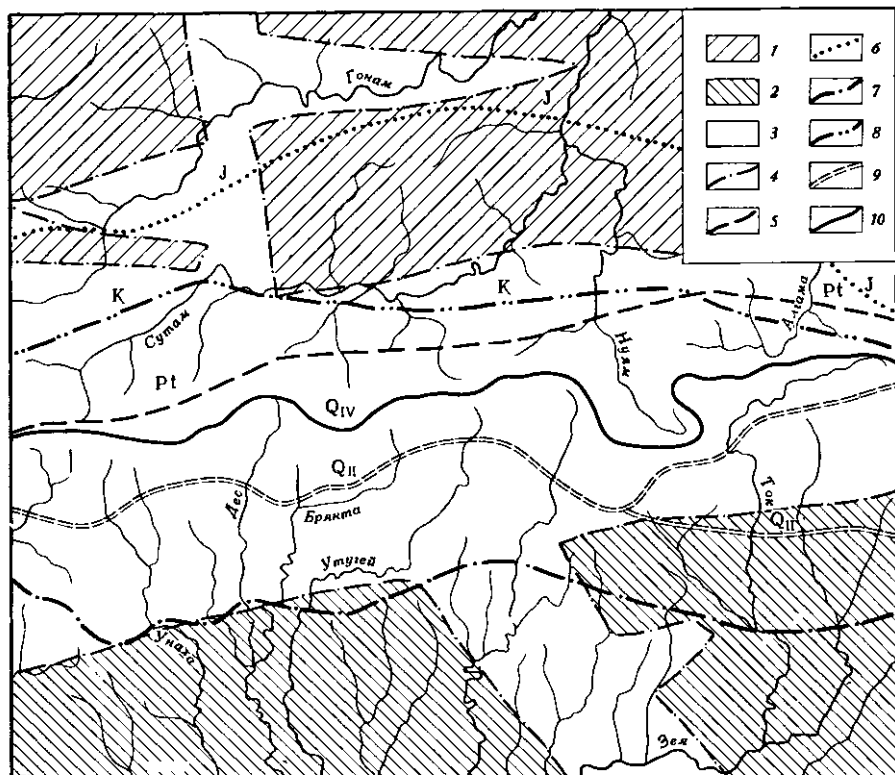


Рис. 2. Схема миграции зоны максимальной активности за время развития Становой морфоструктурной области.

Морфоструктурные области: 1 — Алданская, 2 — Зейско-Нюкжинская, 3 — Становая, 4 — границы морфоструктурных областей. Северная граница зоны максимальной активности; 5 — в раннем протерозое, 6 — в юре, 7 — в мелу, 8 — в миоцене, 9 — в среднем плейстоцене; 10 — современная водораздельная линия Станового хребта

пользуемые современной гидросетью. В геологическом отношении это системы разрывов, часто омоложенных или вновь возникших. Морфологически они могут быть разделены на два типа. Первый представляет собой главные, нередко рудоконтролирующие разломы субширотного направления, принадлежащие системе Станового разлома. По ним заложены реки высоких порядков (Сутама, Гонам, Нуям). Ослабленные зоны второго типа сопряжены с главными разломами, вытянуты в северо-западном или северо-восточном направлениях, наиболее сильно минерализованы и используются реками низших порядков. Кроме того, в Становой области отмечаются сквозные поперечные долины, приуроченные к зонам растяжений или ундуляциям поднятий. Большинство коренных источников золота тяготеет к ослабленным зонам второго типа, врез по которым сопровождался формированием россыпей на разных гипсометрических уровнях. Поэтому при поисках россыпей первостепенное значение имеет изучение рисунка современной и древней гидросети.

Сравнительная характеристика морфоструктурных единиц на неотектоническом этапе

Морфоструктурные области	Алданская (северная)	Становая (центральная)			Зейско-Нюкжинская (южная)
Морфоструктурные единицы низких порядков	Консолидированная глыба	Мобильный блок	Мезозойская впадина, частично инверсионная	Ослабленная зона	Консолидированная глыба
Размеры	От 400 до 1000 км ²	От 25 до 100 км ²	≈ 400 км ²	l = до 40 км a = до 3 км	От 300 до 700 км ²
Очертания	Ромбические, прямоугольные	Полигональные, линейно(субшироотно)-вытянутые	Субшироотно-вытянутые	Линейно-вытянутые	Полигональные
Геологическое строение	Гомогенное	Гетерогенное			Гомогенное
Геомагнитное поле	Однородное	Неоднородное			Однородное
Древний тектонический режим	Устойчивые поднятия небольших амплитуд	Резко контрастные движения блоков разных амплитуд и знаков			Поднятия пульсирующие, инверсия
Тектонический режим на новейшем этапе	Интенсивные поднятия	Интенсивные, умеренные поднятия, стабилизация	Умеренные поднятия, стабилизация	Разнохарактерные движения в пограничных зонах	Умеренные и интенсивные поднятия
Характер рельефа	Среднегорный однородный	Блоковый разнородный — от высокогорного до низкогогорного	Блоковый — от среднегорного до низкогогорного и мелкосопочного	Транзитные долины рек	Низкогогорный однородный
Энергия рельефа	500—800 м	150—900 м	до 300 м	—	300—500 м
Поперечный профиль долин	V-образный	От V-образного до трапецевидного	Трапецевидный	От V-образного до трапецевидного	Широкий трапецевидный
Характер террас	Цокольные	От высокоцокольных до аккумулятивных	Аккумулятивные и эрозивно-аккумулятивные	От высокоцокольных до аккумулятивных	От низкоцокольных до аккумулятивных

Фации аллювиальных отложений	Грубообломочные	От грубо- до тонкообломочных	Средне- и тонкообломочные	От грубо- до тонкообломочных	Доминирующие средние тонкообломочные
Мощность аллювиальных отложений	До 10 м	Около 10 м	До 20 м	До 30 м	До 35 м
Форма склонов	Выпуклая	Переменного, часто ступенчатого профиля	Вогнутая	Переменного, часто ступенчатого профиля	Вогнуто-выпуклая
Крутизна склонов	20—45°	15—35°	5—18°	—	5—20°
Сохранность коры выветривания	Нет	Фрагментарно мощностью до 2 м		—	Фрагментарно мощностью до 10 м
Характер поверхности выравнивания	«Сжатие» по площади от древней миоценовой N_1 к молодой среднеплейстоценовой Q_2	Разной сохранности — от миоценовой N_1 до среднеплейстоценовой Q_2	Преимущественно плейстоценовая N_2	Придолинные поверхности выравнивания	Единая миоцен-среднеплейстоценовая
Величина эрозионного среза за	Cr_3-Pg	2500—2800 м	500—1500 м		2000—2400 м
	N_1	200—300 м	100—300 м	100—200 м	От 400 м до 700 м
	N_2-Q_1	150—250 м	100—250 м	50—150 м	
	Q_{II}	60—100 м	20—100 м	20—80 м	
	Q_{III+IV}	10—50 м	10—50 м	10—30 м	
Зоны эрозионного среза	Сильно эродированная	Сильно, умеренно и слабо эродированная	Умеренно и слабо эродированная		Умеренно и сильно эродированная
Типы россыпей	Долинные	Долинные, террасовые	Долинные, террасовые, погребенные	Долинные, террасовые	Долинные, реже террасовые

В Становой области выделяются районы слабо эродированные с величиной суммарного среза 750—1100 м, умеренно эродированные — до 1,5 км и сильно эродированные — более 1,5 км. Соизмеримость глубины среза с глубиной оруденения и характер гидротермальных изменений пород позволяют предполагать наличие в слабо эродированных районах нескрытых эрозией участков с золоторудной минерализацией. Пространственно они совпадают с межгорными депрессиями и их обрамлениями.

Золотоносные россыпи в Становой области, как правило, располагаются на границах мобильных блоков переменных поднятий, часто в обрамлении депрессий. Основные россыпи приурочены к долинам рек средних и низких порядков, иногда к поперечным сквозным долинам, причем участки максимальной концентрации золота тяготеют к относительно опущенным мелким блокам в днищах долин.

Алданская морфоструктурная область в отличие от Становой в течение неотектонического этапа испытывала равномерное интенсивное поднятие. Эпохи тектоно-магматической активизации проявились здесь в образовании крупных протяженных расколов. Однородный среднегорный расчлененный рельеф указывает на устойчивость и равномерность поднятий. Эпохи относительной стабилизации фиксируются незначительными по площади придолинными поверхностями выравнивания. Морфоструктурами низких порядков в области являются гомогенные консолидированные глыбы размером от 400 до 1000 км², ромбической или прямоугольной формы. Они сложены образованиями какого-либо одного геотектонического этапа (гранитизированными метаморфическими или интрузивными породами), что обуславливает однородное геомагнитное поле с небольшими амплитудами напряженности (Коген, 1969). В пределах глыб срез за пстолигоценное время достигает значительной величины — 700 м. Минимальная величина среза за позднемеловое — олигоценное время составляет 2500 м. Таким образом, общий срез превышает 3000 м, что малоблагоприятно для сохранности коренных источников.

В Зейско-Нюкжинской морфоструктурной области малоконтрастные воздымания небольшой амплитуды обусловили развитие однородного низкотерного рельефа. От миоцена до среднего плейстоцена происходило формирование единой полициклической поверхности выравнивания, которая к северу, на границе со Становой областью, расщепляется на три уровня придолинных поверхностей.

В Зейско-Нюкжинской области, как и в Алданской, морфоструктурными единицами низкого порядка являются гомогенные консолидированные глыбы с однородным геомагнитным полем (см. таблицу). Однако размеры глыб меньше (300—700 км²) и очертания более сложные, полигональные. Суммарная величина денудационного и комплексного эрозионно-денудационного среза составляет 2400 м. Так как в области распространены глыбы протерозойских диафоритов, несущих золоторудную минерализацию, а определенные этапы развития рельефа (голоценовый, среднеплейстоценовый) характеризовались режимом преимущественной аккумуляции, то, несмотря на большую величину среза, перспективность отдельных глыб на золото резко повышается.

Изложенный материал позволяет сделать следующие выводы.

Области, начиная с раннего протерозоя, пережили ряд крупных эпох тектоно-магматической активизации, разделенных эпохами стабилизации. В каждой эпохе активизации устанавливается цикличность, выражающаяся на древнейшем этапе в изменении состава магматизма от основного к щелочному, а на новейшем — в смене периодов магматической деятельности и дифференцированных движений периодами относительной стабилизации и образования придолинных поверхностей выравнивания. В строении и развитии областей унаследованность проявляется

ся в устойчивой тенденции к воздыманию, в образовании наложенных и приразломных структур и т. п.

Генетические основы различий современного рельефа областей заложены еще в докембрии: Алданская область уже с конца докембрия была консолидированной структурой, Зейско-Нюкжинская с раннего протерозоя — преимущественно поднятием, Становая область с позднего архея стала максимально мобильным поясом.

На новейшем этапе все три области были вовлечены в единое линейное сводово-глыбовое поднятие. Однако в Алданской области преобладали устойчивые интенсивные поднятия, в Становой — контрастные блоковые движения, в Зейско-Нюкжинской — поднятия незначительной амплитуды. В целом отмечается отставание в поднятии Зейско-Нюкжинской области и общее снижение абсолютных отметок вершинных уровней с севера на юг. Этим, по-видимому, объясняется своеобразный облик Станового хребта: абсолютные отметки на его водораздельной линии значительно ниже, чем на северных отрогах.

В ходе развития Становой области миграция в пространстве ее северной границы, обусловленная смещением зоны максимальной активности по всей ширине морфоструктуры, фиксируется в раннем протерозое диафоритами, в позднем протерозое — молассаами, в раннем мезозое — юрскими молассаами, в позднем мезозое — интенсивным проявлением вулканизма, в миоцене, среднем и позднем плейстоцене — базальтовым вулканизмом, в голоцене — сейсмичностью. Миграция границы шла с раннего протерозоя до раннего мезозоя на север, далее до миоцена на юг и с миоцена вновь на север. Широкое распространение мезозойских гранитоидов маскирует положение южной границы в древнейшие эпохи.

При прогнозной оценке золотоносности всего региона морфоструктурный анализ позволил установить элементы морфоструктур, наиболее перспективные как на россыпное, так и на коренное золото.

ЛИТЕРАТУРА

- Васютина Л. Г., Кусков А. П. О поверхностях выравнивания в центральной части Станового хребта (бассейн р. Сутам). В сб. «Поверхности выравнивания», вып. 3. Иркутск, Изд-во АН СССР, 1970.
- Васютина Л. Г. Новые данные по стратиграфии нижнемеловых образований в центральной части Станового хребта. В сб. «Вопросы региональной геологии Русской и Сибирской платформ и Востока СССР». М., Изд-во Мин. геол. СССР, 1970.
- Воскресенский С. С. Одновременность этапов развития рельефа и неотектонических движений на территории СССР. В сб. «Проблемы тектонических движений и новейших структур земной коры». М., «Наука», 1968.
- Ициксон М. И., Красный Л. И. Некоторые проблемы геотектоники и металлогении Востока СССР. «Геотектоника», № 3, 1970.
- Кац А. Г. О границе Алданского щита со Становой орогенной областью. В сб. «Вопросы региональной геологии Русской и Сибирской платформ и Востока СССР». М., Изд-во Мин. геол. СССР, 1970.
- Коген В. С. Геолого-минералогические особенности золотого оруденения зоны мезозойской активизации в центральной части Станового хребта. Автореф. канд. дис. М., 1969.
- Коржуев С. С. Происхождение и возраст рельефа Восточной Сибири и некоторые общие вопросы геоморфологии. Автореф. докт. дис. М., 1969.
- Крейтер В. М., Аристов В. В. и др. Поведение золота в зоне окисления золото-сульфидных месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1958.
- Кусков А. П. О принципах составления геоморфологической карты масштаба 1 : 50 000 (на примере Станового хребта). В сб. «Вопросы региональной геологии СССР». М., «Недра», 1971.
- Матей М. М. Геолого-геоморфологические особенности строения и генезис россыпей Сутамского золотосносного района. В сб. «Региональная геоморфология Сибири и Дальнего Востока». Л., «Наука». 1969.
- Нужнов С. В., Ярмолюк В. А. Поздний докембрий юго-восточной окраины Сибирской платформ. «Сов. геология», № 7, 1959.