

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВУЛКАНЫ СТАНОВОГО НАГОРЬЯ

Новый вулканический район в глубине Азиатского материка * Землетрясение смещает горы и долины * Катастрофы прошлого

Если посмотреть на физическую карту СССР, то к северу от 56° с. ш., между 113 и 122° в. д., вы увидите горную страну, о которой еще недавно мы знали очень мало (рис. 1). Внимательный наблюдатель уже при полете над ней прочтет летопись ее необычной геологической истории: массивные, мрачные, залитые базальтами плоско-

горья прорезаны глубокими угрюмыми ущельями (рис. 2), которые чередуются с высокими хребтами (рис. 3), покрытыми снегом и ледниками. Между хребтами лежат впадины с грядами морен, россыпью озер и бесконечными болотами. В этот тусклый ландшафт глубинных районов области вечной мерзлоты внезапно врывается сияющий

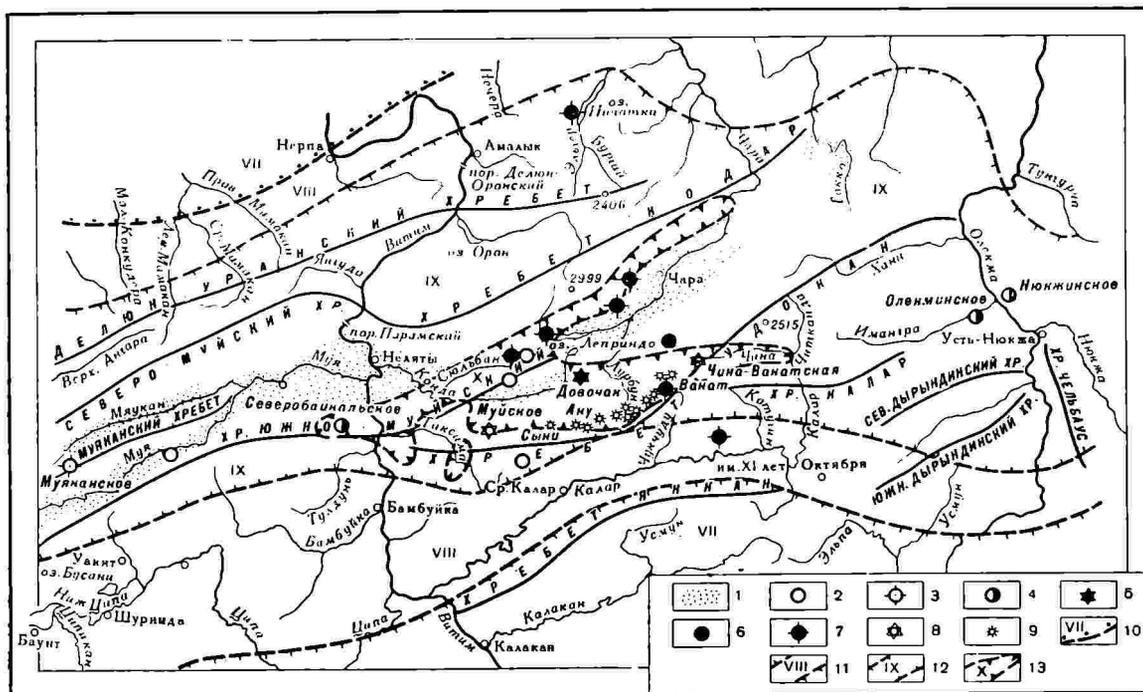


Рис. 1. Схема землетрясений и вулканов Станового нагорья: 1 — межгорные впадины; 2—5 — эпицентры землетрясений силой 7, 8, 9 и 10 баллов; 6—8 — плетосейстовые области землетрясений прошлого с предполагаемой силой 9, 10 и 11—12 баллов; 9 — молодые потухшие вулканы; 10—13 — районы с возможной силой землетрясений 7, 8, 9 и 10 и более 10 баллов

солнцем уголок пустыни с сыпучими песками, высокими волнами барханов.

Склоны гор местами рассечены мощными трещинами — следами сравнительно недавних катастрофических землетрясений. Да и сейчас почти ежедневно горы потрясаются подземными ударами, а в недалеком прошлом здесь действовали вулканы, извержения которых, наверное, видели предки аборигенов — якутов и эвенков.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Впервые этот удивительный край посетил в 1857 г. участник Сибирской экспедиции Русского географического общества поручик Усольцев. В 1883 г. Жозеф Мартэн¹ во время своего путешествия с Лены на Амур пересек хребет Кодар, Чарскую впадину и хребет Удокан.

Первыми достоверными геологическими и геоморфологическими сведениями о Витимо-Олекминской горной стране мы обязаны Е. С. Бобину и особенно Е. В. Павловскому. За один полевой сезон со своими помощниками П. Э. Григорьевым и А. И. Цветковым без карт и дорог он пересек бассейн р. Олекмы, Олекмо-Витимский водораздел, бассейн р. Калар, хребты Удокан, Кодар и по р. Чаре спустился до Олекминска. Каждый, кто знает этот полуторатысячекилометровый путь через болота, каменные «моря», опасные ущелья, бурные потоки, легко себе представит, каких сил и мужества потребовало это путешествие.

Детальные исследования восточной части Станового нагорья стали возможны лишь в последние годы, когда центр ее — пос. Чара был связан с г. Читой постоянной воздушной трассой, а на службу геологии пришли вертолеты. Экспедиции, партии и отряды Геологического комитета, Академии

¹ Имя Ж. Мартэна в связи с этим путешествием в последнее время широко популяризуется, однако для познания края он почти ничего не сделал; им опубликовано лишь краткое сообщение о путешествии. Свои коллекции Ж. Мартэн отправил на родину, во французский город Трокадеро.



Рис. 2. Высокогорье хребта Удокан. Базальтовое плато, прорезанное ущельями

Фото С. Хилько

наук, Гидрометслужбы за несколько лет всесторонне изучили природу Витимо-Олекминской горной страны.

ПЕРВЫЙ ПРОГНОЗ

На картах сейсмического районирования Советского Союза Становое нагорье раньше полностью включалось в асейсмичную зону. Однако в 1957 г. накопились сведения по его новейшей тектонике. Их анализ позволил предположить, что от северного окончания Байкала высокоактивные сейсмические трассы резко поворачивают к востоку и в широтном направлении следуют к юго-западной окраине Алданского щита. Тогда и был намечен непрерывный Монголо-Байкало-Охотский сейсмический пояс. Природа быстро подтвердила новую схему сейсмичности Сибири: за 1957—1963 гг. здесь было зарегистрировано 11 сильных (до 10 баллов) и около 1500 землетрясений, интенсивностью менее 6 баллов. В это же время сейсмогеологи выявили несколько десятков эпицентров ранних катастрофических землетрясений.

САМОЕ МОЩНОЕ В СИБИРИ

27 июня 1957 г. произошло землетрясение, самое мощное из известных в Сибири за последнее время. Оно ощущалось на площади свыше 1 млн. км². Сила землетрясения в эпицентре достигала, а возможно, даже

превосходила 10 баллов. В 500 км от эпицентра она достигала 6—7 баллов, а в 150 км — 8 баллов. На расстоянии 220—230 км от эпицентра произошли массовые горные обвалы. Местами с верхних частей склонов ущелий землетрясение буквально стяхнуло почти весь плащ каменных россыпей.

Предварительное обследование землетрясения было проведено в июле 1957 г. На Витиме из-за паводка навигация была закрыта, но все же нашей маленькой экспедиции удалось пройти вверх по реке через грозные витимские пороги от г. Бодайбо до осевой части Южно-Муйского хребта.

Мы приблизились к эпицентру, но преодолеть по земле последние 50 км в то время не представилось возможным. Эпицентр землетрясения был обнаружен с самолета на северном склоне хребта Удокан в небольшой межгорной Намаракитской впадине. Склоны ее сложены древними гнейсами и кристаллическими сланцами, прорванными

гранитами, а сама впадина заполнена четвертичными многолетнемерзлыми отложениями ледников, рек и временных водотоков. Сама впадина образовалась вследствие опускания горного блока, ограниченного сбросами (рис. 4).

При Муйском землетрясении хребет Удокан поднялся в среднем на 1—1,5 м и сдвинулся к северо-востоку на 1—1,2 м, в то же время он надвинулся на впадину (к северо-западу). Впадина опустилась на 5—6 м и сдвинулась к юго-западу. Строение зоны разломов, видимых на поверхности, очень сложное и не укладывается в рамки теоретических и экспериментальных схем. Проследившая систему разломов, можно видеть, как на расстоянии нескольких десятков метров мощная трещина растяжения шириной до 20 м переходит в сомкнутую трещину сжатия.

Особенно сложным оказался участок сейсмических дислокаций в месте сближения и схождения взбросо-сдвигов на склоне хреб-

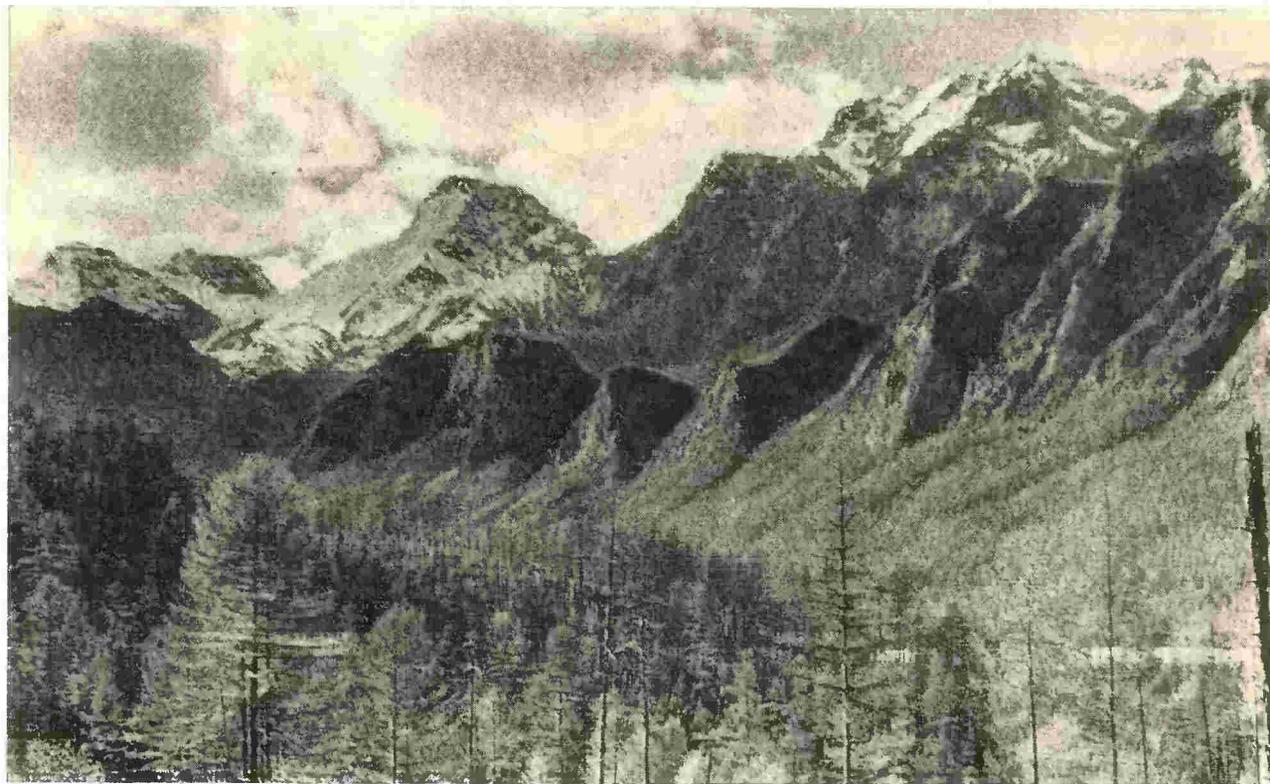
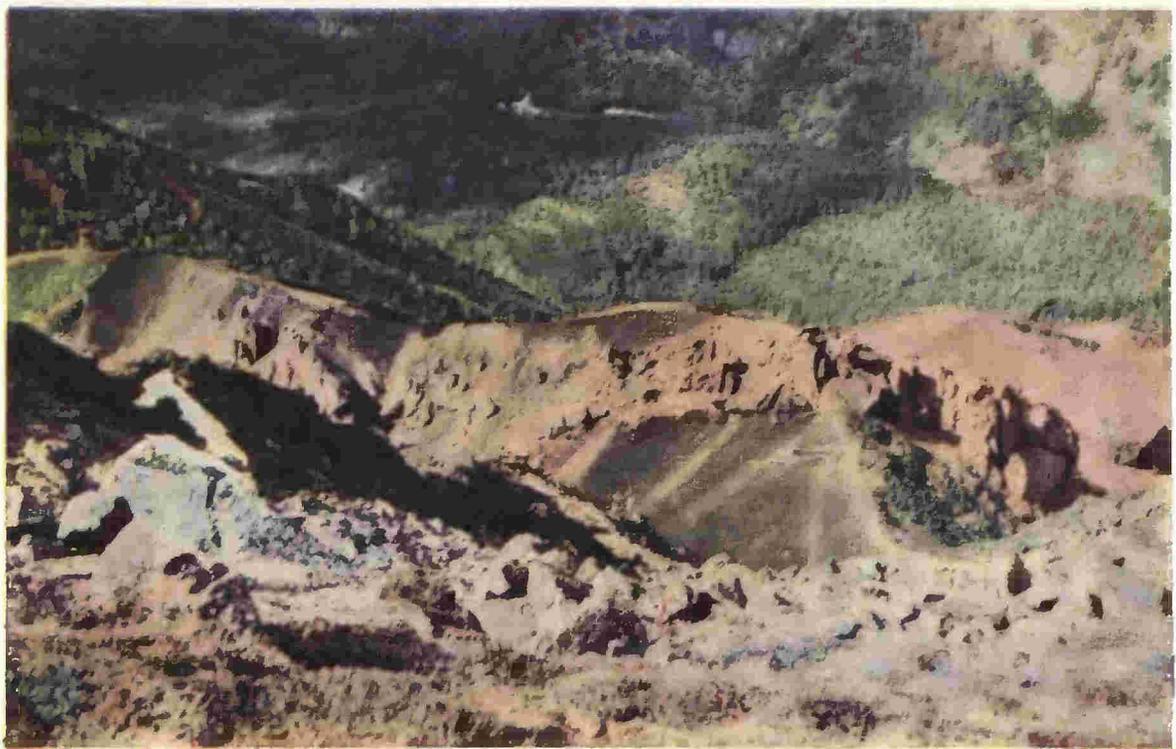
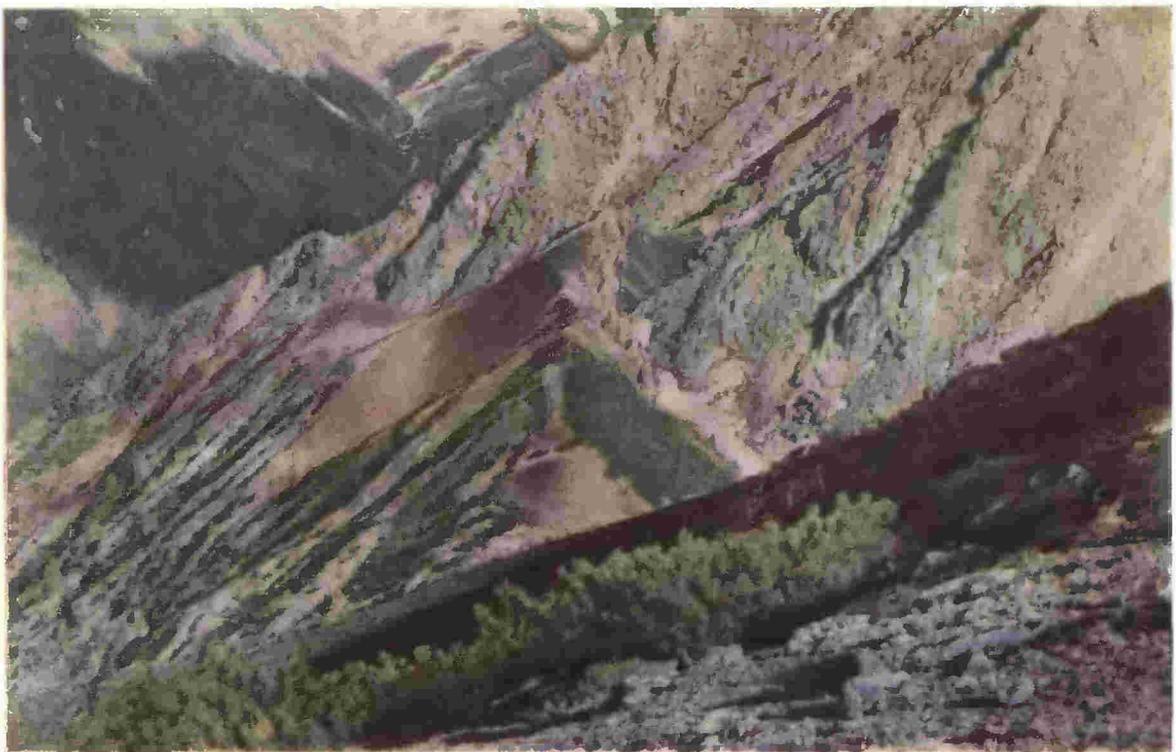
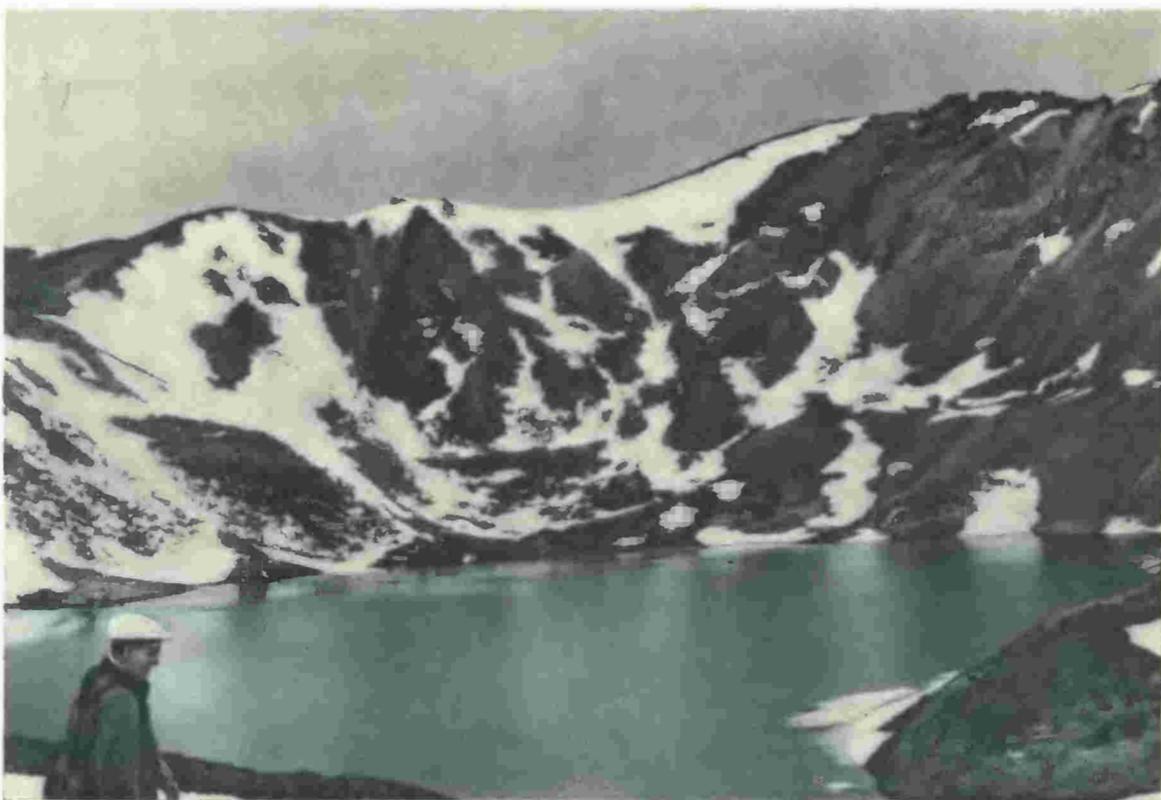


Рис. 3. Хребет Кодар двухкилометровой стеной вздымается над Чарской впадиной. На склоне видны остатки юрской впадины, разорванной взбросами

! Фото С. Хилько



Вулкан Сынн. Общий вид вдоль трещинного кратера с западного хребта (*вверху*) и с южной бровки амфитеатра (*внизу*)



Почти идеальный конус одного из вулканов, расположенных близ Челе (*сверху*). В 8 км от вулкана.
Снизу находится сложный вулкан с кратером взрыва (*снизу*).

та Удокан и сбросо-сдвигов краевой части дна впадины, где прежде всего бросаются в глаза мощные, глубокие замкнутые провалы. Они ориентированы вкrest общего простираия дислокаций, и происхождение их казалось загадочным. Только после детального изучения всего участка выяснилось, что здесь горный массив смещался к востоку, а впадина — к западу. В результате в углу схождения их создавались колоссальные растягивающие напряжения, разорвавшие граниты. В них образовались трещины шириной до 5—6 м, поглотившие целые участки крупноглыбовой россыпи.

Сбросо-сдвиг от края впадины иногда отклоняется и поднимается высоко на склон хребта Удокан. В момент своего образования он разорвал и сбросил русла ручьев.

На западе Намаракитская впадина пересечена горной перемычкой. При смещении впадины к западу перемычка сыграла роль упора и около нее образовался поперечный к общему простираию сейсмических дислокаций вал, увенчанный асимметричной складкой (рис. 5)¹. Выше складки (по течению р. Намаракит) расположена зона максимального опускания впадины. После землетрясения здесь возникло новое озеро (рис. 6). За горной перемычкой образовался грабен, ограниченный трещинами до 10 м ширины.

Муйское землетрясение по глубине и механизму очага, связи с новейшей тектоникой, неравномерному распределению силы землетрясения по площади — типично для Байкальского сейсмического пояса.

НА БЕРЕГАХ ОЛЕКМЫ

После Муйского землетрясения ряд специалистов был еще склонен считать это явление случайным, во всяком случае недостаточным для выделения на картах девятибалльного сейсмического района. Однако

¹ На крыле этой складки оказалось озеро глубиной 2,2 м, и оно было осушено.

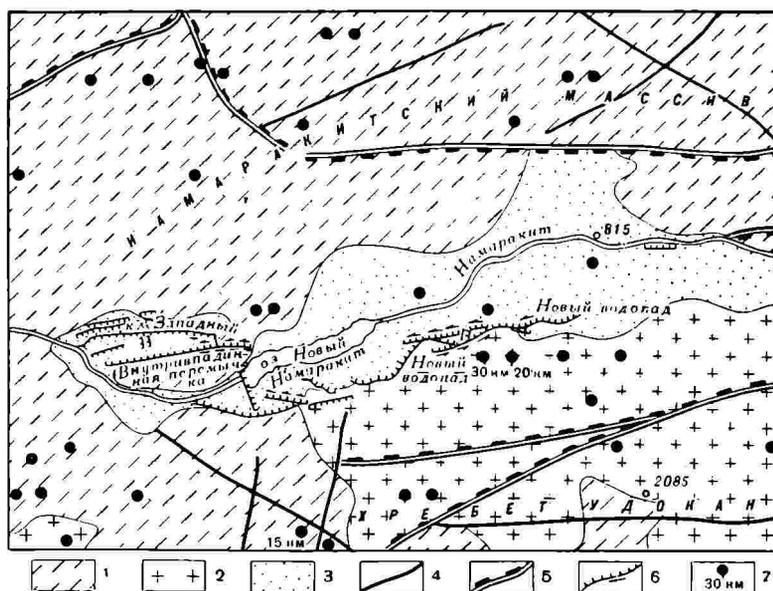


Рис. 4. Схематический план эпицентральной зоны Муйского землетрясения: 1 — гнейсы; 2 — граниты; 3 — четвертичные отложения (вечномерзлые); 4 — древние разломы; 5 — разломы, обновленные в кайнозое; 6 — зона разломов и других сейсмических дислокаций, образовавшаяся 27 июня 1957 г. (штрихи на линиях разломов — в сторону опущенного крыла, стрелками показано направление сдвига); 7 — эпицентры землетрясений и глубина очагов

восточнее эпицентра Муйского землетрясения, около р. Олекмы, в 1958 г. произошло два новых девятибалльных землетрясения: 5 января — Нюкжинское и 14 сентября — Олекминское. При Олекминском землетрясении сила подземных ударов достигала 6 баллов на расстоянии до 420 км от эпицентра. Район эпицентров землетрясений пустынен, чрезвычайно труднодоступен, и обследовать его удалось лишь в 1963 г.

Эпицентры обоих землетрясений тяготеют к зоне Станового глубинного разлома. Образование его началось свыше миллиарда лет тому назад, но движения по разлому продолжают поныне. Эпицентры их лежат на одном субширотном разломе, пересекающем Олекму почти под прямым углом. Эпицентр Нюкжинского землетрясения находился в 2—3 км от устья правого притока р. Чеборкас, а Олекминского — в 16 км от устья левого притока Олекмы — р. Имангро.

Олекминское землетрясение связано с подвижками не главного Станового разлома, а оперяющего его сброса. В эпицентрах при землетрясении образовались сбросы длиной 1—1,5 км с амплитудой вертикального смещения до 1,2 м.

Вблизи трещин в плейстосейстовых областях видны обвалы, «растрясенные» каменные россыпи, сдвинутые крупные глыбы. Особенно отчетливо они выражены по системам старых разломов; местами в них произошло даже раскрытие трещин. Это еще раз подтверждает особую опасность даже неактивных зон разломов для строительства сооружений.

Повторные толчки Олекминского землетрясения сначала были сосредоточены около основного эпицентра, а затем стали смещаться к юго-западу. В 1963 г. здесь произошли многочисленные землетрясения, показывающие «вспарывание» сброса в этом направлении более чем на 60 км от основного Станового разлома.

ЗАБЫТОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

Особенно много хлопот доставили поиски эпицентра землетрясения 29 апреля 1917 г.

О нем вспомнили лишь недавно, когда началось быстрое освоение забайкальского севера. Оказалось, что еще в 1917 г. координаты эпицентра (56° с. ш., 115° в. д.) были определены Британским сейсмологическим комитетом¹.

Изучение документации Северобайкальского землетрясения показало, что сила его могла достигать предела, при котором в Байкальском сейсмическом поясе на поверхности Земли появляются остаточные деформации грунтов: трещины разломов, оседание склонов гор, обвалы. В 1963 г. была предпринята попытка найти эпицентральную зону. Наблюдения с воздуха при полетах над скалистыми склонами и пиками Южно-Муйского хребта сузили круг поис-

¹ Возможная ошибка в определении эпицентра по расчетам К. В. Пшеникова и С. Л. Соловьева до 1° .



Рис. 5. Наклонная антиклиналь, образовавшаяся при Муйском землетрясении. Пунктиром показана бывшая береговая линия озера

Фото автора

ков. Но многие сотни километров прошли поисковые группы по опасным каменным россыпям и болотам, скалам и наледям, плыли по Витиму, преодолевая бесконечные опасные перекааты, прежде чем удалось найти наиболее вероятное место эпицентра Северобайкальского землетрясения. Наконец на северном склоне Южно-Муйского хребта, в 18—20 км западнее р. Витима, была найдена зона трещин общей протяженностью около 4 км. Свежесть трещин дает возможность почти с полной уверенностью связать образование их с землетрясением 1917 г., тем более, что сейсмодислокации находятся совсем недалеко (0,2°) от эпицентра землетрясения, определенного С. Л. Соловьевым. При землетрясении произошла подвижка не по главному разлому, разграничивающему Муйскую впадину и Южно-Муйский хребет, а по оперяющему сбросу, отходящему под острым углом к юго-востоку.

СЛЕДЫ МИНУВШИХ КАТАСТРОФ

При оценке сейсмической опасности той или иной территории до настоящего времени главное внимание обращают на сейсмостатистический материал. Для городов высшая возможная балльность землетрясений устанавливается по наивысшей силе зарегистрированных на протяжении истории города сейсмических ударов. Для Сибири этот метод приемлем частично или совершенно неприемлем, так как на громадных территориях до последнего времени не было постоянных населенных пунктов. Поэтому возникла необходимость в новом методе определения места, силы и приблизительного времени проявления сильных землетрясений. Такой «палеосейсмогеологический» метод разрабатывается в Институте земной коры Сибирского отделения АН СССР. Наиболее важная составная часть его — прямые геологические признаки эпицентральных и плейстоценовых областей сильных землетрясений. Это, прежде всего, остаточные деформации земной коры и грунтов (разнообразные трещины, провалы, надвиги, обвалы и оползни, срывы или поворот вершин гор и т. п.).

Обследование ряда сильных и катастрофических землетрясений в Сибири и Монголии, в том числе сильнейшего Гоби-Алтайского (11—12 баллов)¹, позволило выявить

¹ См. «Природа», 1958, № 7 и 1960, № 2; «Гоби-Алтайское землетрясение», Изд. АН СССР, 1963.



Рис. 6. Озеро Новый Намаракит — следствие опускания впадины при Муйском землетрясении. Длина его более 3 км, ширина до 600 м

Фото автора

масштабы и типы остаточных деформаций, характерные для землетрясений в 9, 10 и 11—12 баллов¹. Это дало возможность организовать в Восточной Сибири, в том числе и в Становом нагорье в 1961—1963 гг., поиски следов разрушительных и катастрофических землетрясений прошлого.

Оказывается, ни Северобайкальское, ни Нюкжинское и Олекминское, ни даже Муйское землетрясения не являются особенно выдающимися событиями в сейсмической жизни Станового нагорья. Между Витимом и Олекмой было выявлено несколько десятков эпицентральных зон катастрофических землетрясений, которые происходили здесь на протяжении последних тысячелетий.

Крупнейшие сейсмические структуры — Чина-Вакатская и Довочанская, — находятся в Удоканском хребте. Первая представлена сбросом с амплитудой вертикального смещения до 15 м. В месте предполагаемого начального эпицентра землетрясения произошло опускание мощной ледниковой долины р. Чины. Верховье последней было перехвачено трещиной и соединено с р. Нижний Ингамакит. От главного сброса ответвились

¹ См. «Известия АН СССР, сер. геологич.», 1962, № 11.

опережающие трещины с амплитудой смещения 7—8 м, местами до 15 м. Сброс (рис. 7) разорвал две горы; части их опустились на 60—70 м и сдвинулись к востоку на 30—40 м. Чина-Вакатская структура активна и в настоящее время.

Трасса Чина-Вакатского разлома частично совпадает с древней зоной разлома, но западная половина структуры возникла в послеледниковое время. Последнее ее оживление и, по-видимому, наращивание в западном направлении, произошло недавно. Связь землетрясения 2 февраля 1725 г.¹ с Чина-Вакатской сейсмоактивной зоной нам представляется наиболее вероятной.

Довочанская структура состоит из системы сбросов, сбросо-сдвигов, сдвигов, тектонических рвов (приразломных и более крупных междуразломных грабен), занимающих в плане треугольную площадь длиной 42 км и шириной от 0,5 до 16 км. Формирование их началось еще до оледенения, но активно продолжается и в настоящее время: за последние три года на Довочанской структуре зарегистрировано около 70 зем-

¹ Это землетрясение ощущалось на громадной площади, примерно вдвое большей, чем при Муйском землетрясении. Интенсивность его в эпицентре не могла быть ниже 11 баллов.



Рис. 7. Чина-Вакатская сейсмогенная структура. Предполагаемая эпицентральная зона одиннадцатибалльного землетрясения 2 февраля 1725 г.

Фото автора

летрясений с глубиной очагов преимущественно около 20 км.

Ширина трещин растяжения в гранитах достигает 20 м, а амплитуда сбросов, связанных с одним землетрясением, — до 6—7 м, но по некоторым сбросам смещения происходили многократно. Постоянные подвижки по разломам обуславливают неуравновешенность склонов гор и на них постоянно происходят обвалы: при двукратном посещении одного из наиболее активных участков нам пришлось быть свидетелем трех горных обвалов, один из которых (29 июля 1961 г.) мы наблюдали с вертолета — обвал произошел сразу по двухкилометровому фронту, без какого-либо очевидного повода.

Таким образом, трехлетние исследования экспедиции подтвердили чрезвычайно высокую сейсмичность Витимо-Олекминской горной страны. Это самая активная зона в областях докембрийской складчатости и одна из наиболее активных внутриконтинентальных сейсмических областей Земли.

ВУЛКАНИЗМ

На картах новейшей тектоники и вулканизма Восточной Сибири до настоящего времени указываются два поля молодых потухших вулканов: Саяно-Чикойское и Витимское.

О вулканах первой группы впервые сообщали в середине прошлого столетия Н. Миглицкий и П. А. Кропоткин, о второй — в самом начале текущего столетия — А. П. Герасимов. Кажется маловероятным, чтобы в наше время в Восточной Сибири оставалась неизвестной целая группа вулканов, как теперь выяснилось, прекрасно сохранившихся, различных морфологических типов и притом наиболее крупных:

Во время первого обследования сейсмогенной структуры Довочан наш проводник А. Я. Григорьев рассказал, что на одной из гор между реками Эймнах и Калар в осевой части хребта Удокан находится Чепе («Прова-

лице»). 29 июля 1961 г. после долгого полета над разрушающимися на глазах, растерзанными землетрясениями горами Довочанской структуры, мы наконец увидели массивный конус вулкана с кратером на вершине.

Поиски вулканов продолжались в следующие годы. И вот в Становом нагорье на хребте Удокан выявлен новый и самый значительный в Сибири вулканический район, в котором на протяжении 60 км сконцентрировано около пятнадцати молодых вулканов. Наряду со шлаковыми конусами (рис. 8), единственным ранее известным в Сибири видом вулканов центрального типа, здесь были обнаружены также трещинный шлаковый вулкан, вулкан сомматического типа и кратеры взрыва на полигенных вулканах.

Шлаковые вулканы (Вакатские, Верхнеингамакитские, Эймнах-Лурбунские) не имеют существенных отличительных черт от ранее известных вулканов Саяно-Чикойской и Витимской групп. Различие заключается лишь в том, что на юге Сибири четвертичные вулканы возникали во впадинах, глубоких долинах, т. е. в наименее возвышенных точках земной поверхности. В Становом нагорье все известные вулканы находятся на вершинах или на склонах высоких гор, а шлаковые конусы — на нагорных плато, залитых базальтами.

В УЩЕЛЬЕ СЫНИ

В обширном (4,5 × 2 км) сложном амфитеатре¹ на левом склоне ущелья р. Сыни находится оригинальный и редкий по красоте (см. вклейку) вулкан.

Трещинный кратер вулкана Сыни протягивается вдоль склона, образуя хорду восточного цирка амфитеатра на высоте 450 м над дном долины реки (абс. выс. 1700 м). Длина главной гряды шлаков около 800 м, но трещина, из которой выбрасывались магматические продукты, продолжается дальше через боковые гребни цирка. Ширина

¹ Возможно, что амфитеатр представляет собой три сближенных ледниковых цирка.

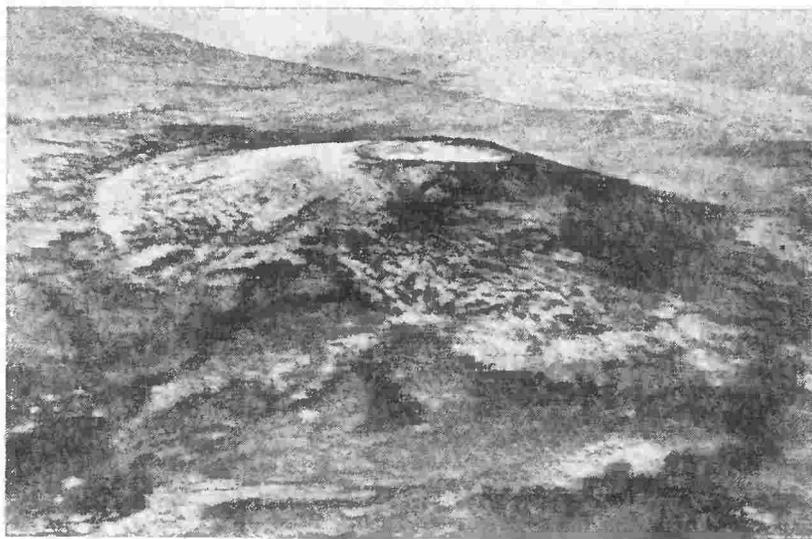


Рис. 8. Вакатский шлаковый вулкан

Фото автора

гряды шлаков от 70 до 200 м. Гранитное ребро цирка рассечено глубокой трещиной, за которой лежит хорошо сохранившийся кратер Сынок (см. вклейку). Из этого побочного кратера изливалась базальтовая лава.

В красных шлаках и шлаковых лавах рассеяны вулканические бомбы и каравая лава (диаметр до 40—50 см).

Около вулкана в долине Сыни есть несколько минеральных источников.

ВУЛКАНЫ АКУ И ЧЕПЕ

В 8 км юго-восточнее вулкана Сыни между верховьями рек Аку и Сыни находится двойной вулкан (см. вклейку), который формировался в несколько стадий. Первоначально образовался общий кратер, из которого изливались потоки базальтов в долину Сыни. Затем, по-видимому, произошел взрыв. В кальдере сформировался сомматический базальтовый конус с крутыми склонами и плавно-куполовидной вершиной¹. Позже рядом с сомматическим конусом в результате сильного взрыва образовался новый кратер. Из трещин его изливались черные базальтовые туфо-лавы и выбрасывались красные шлаки и вулканические бомбы.

¹ Диаметр основания конуса около 800 м, высота 140 м (абсолютная — 1968 м). Он сложен зеленовато-серыми базальтами и туфо-базальтами с редкими вулканическими бомбами, обломками лилово-черных пузыристых базальтов и гранитов, слагающих окрестности вулканов.

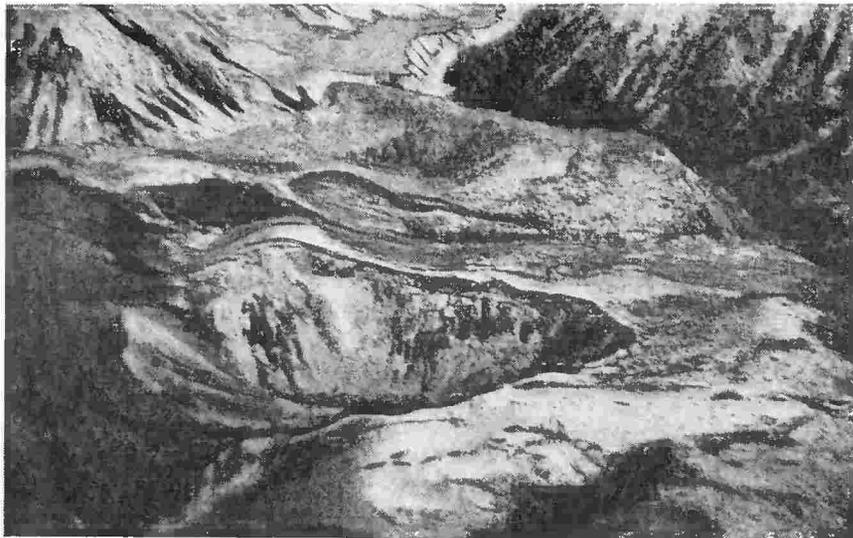


Рис. 9. Кратер вулкана Чепе. Видны краевые трещины, а на дне — конус некка. Глубина кратера 120 м, сечение 500 и 700 м

Фото автора

Наиболее эффектный вулкан Сибири — Чепе — находится в 7 км к северо-востоку от вулкана Аку. Образовался он в небольшой (2,5×5 км) межгорной впадине, окруженной горами. Во время оледенения впадина, по-видимому, играла роль ледоёма и дно ее было покрыто ледниковыми отложениями.

Вулкан взорвал два месторождения: гидротермальное полиметаллическое и молибденовое грейзенового типа. Обломки руд этих месторождений включены в пирокластические продукты вулкана. Формирование вулкана происходило в несколько фаз. Первоначально изливалась относительно подвижная базальтовая лава, которая покрыла впадину и образовала пьедестал будущего конуса вулкана. Излиянию лавы предшествовал взрыв. При этом были взорваны граниты и кроющие их ледниковые отложения. Во вторую фазу изливались более вязкие лавы, образовавшие массивный плосковершинный конус. Извержение сопровождалось взрывами, поэтому в пирокластических образованиях, кроме вулканических бомб и рваных лав, часто встречаются глыбы и ледниковые валуны гранитов. Вулканическая деятельность завершилась двумя взрывами, воронки слились и образовали общий кратер (рис. 9).

Вулкан образовался геологически совсем недавно, о чем свидетельствует не только морфологическая свежесть кратера, но и

то, что в кратерах вулкана еще не образовалась вечная мерзлота, хотя на других горах Удоканского хребта мощность ее достигает 700 м. Вокруг вулкана установлено несколько минеральных источников. Наиболее интересны из них Мариинский — типа нарзана, и углекисло-железистый — Золотой каскад. Каскад последнего источника покрыт мощным слоем золотисто-желтой охры, яркие отсветы ее рассеивают полумрак узкого и мрачного ущелья.

Рядом с вулканом Чепе возвышается почти идеальный четырехсотметровый вулканический конус, на вершине которого базальтовое полукольцо охватывает поле шлако-туфов с глыбами и валунами гранитов. Точно такие же образования характерны и для пирокластических продуктов вулкана Чепе.

* * *

Трудное путешествие по вулканам Станового нагорья было предпринято с целью установления связи молодых вулканов с геологическими структурами, порождающими современные землетрясения. Мы надеялись, что вулканы помогут очертить зоны возможных катастрофических землетрясений. Однако предположение наше не подтвердилось. Никаких достоверных признаков связи катастрофических землетрясений с вулканическими линиями не найдено. Наоборот, вулканы и эпицентры сейсмических катастроф избегают друг друга, хотя часто и находятся вблизи. Более того, общее направление вулканической зоны — северо-восточное — не совпадает с трассами современных сейсмически-активных разломов, ориентированных в широтном направлении. На пересечении их могут оказаться вулканы, но связь эта внешняя, а не внутренняя генетическая.

Профессор В. П. Солоненко

Институт земной коры Сибирского отделения
АН СССР (Иркутск)
УДК 550.34—551.21