

УДК 550.348.43+551.248.2(571.2(571.61/62))

Ю. К. Ивашинников, Ф. С. Онухов, А. М. Сазыкин,
В. Н. Ставров

СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ФЛАНГА БУРЕЙНСКОГО МАССИВА

Приводятся характеристика Омотского и Амурского скальных обвалов и доказательства их сейсмогравитационной природы в результате землетрясений силой не менее 7—8 баллов, произошедших в историческое время (300—500 лет назад). Сделан вывод об их двухэтапном формировании. Показана связь

этих палеосейсмодислокаций с неотектоникой северо-восточного фланга Буреинского массива, и в частности с Мяочанской и Гербинской купольными структурами. Высказывается предположение о разрядке сейсмических напряжений при короблении сводов и их блоковой дифференциации.

Юг Дальнего Востока является частью подвижной области между эпиплатформенными и эпигеосинклинальными структурами Востока Азии [3]. Здесь отмечается нарастание контрастности геологических и геоморфологических процессов с запада на восток [4]. Современная активность материковой части региона изучается геофизическими, структурно-геоморфологическими и другими методами. Эффективные результаты дают повторные нивелировки [12] и сейсмогеологические исследования [6—9, 11], проводимые в зоне Байкало-Амурской магистрали. Установлена высокая сейсмичность хр. Тукурингра-Джагды, где в 1973 г. произошло 8-балльное Зейское землетрясение, а позднее были выявлены палеосейсмогравитационные структуры Ирмакит и Нел, приуроченные к активизированным разломам [5, 6].

Хребтами Тукурингра и Джагды не исчерпывается вероятность сильных землетрясений на юге Дальнего Востока. Сейсмогеологические исследования, проведенные в зоне БАМ, указывают на высокую сейсмичность (7—8 баллов) Буреинского нагорья, особенно орографических узлов сопряжения хребтов Тайканского, Селитканского, Ям-Алинь, Дуссе-Алинь, Эзоп, Баджалского, Буреинского и др. Вывод о высокой сейсмичности также подтверждается данными изучения сейсмогравитационных структур Омот и Амур, на характеристике которых остановимся ниже.

Структура Омот расположена в приводораздельной части западного макросклона Баджалского хребта, в левобережье верховья р. Герби (рис. 1). Некоторые особенности ее строения приводятся в [6]. Она представляет собой скальный обвал-оползень, перегородивший р. Омот-Макит. Обвал протяженностью до

1000 м простирается по днищу долины при максимальной ширине около 500 м и высоте 65—67 м в плотинной части в месте подпруживания реки. Стенка отрыва с реликтами 20-метрового аккумулятивного покрова сейсмообвала-оползня прослеживается в левобережной части склона на протяжении 300 м и имеет высоту до 400 м (рис. 2, А). Строение обвала свидетельствует о двух генерациях его формирования (см. рис. 2, Б, В), приведших к созданию озера длиной 1100 и шириной 400—500 м с максимальной глубиной 30 м. Первое землетрясение предположительно силой 8 баллов явилось причиной образования обвала в объеме до 1,5 млн м³. Повторное землетрясение было слабее и привело к увеличению первоначальной массы обвала еще на 1,0 млн м³.

Сейсмообвальная масса структуры Омот сложена глыбами и щебнем вулканогенных пород кислого и среднего состава верхнемелового возраста: игнимбритами и туфами лигаригов, дацитов, андезитов. Хотя она по геоморфологическому облику напоминает образование типа конечной морены, однако наши полевые наблюдения, а также данные [6] убеждают в сейсмогравитационной природе аккумулятивной массы, образовавшей оз. Омот. Против ледникового генезиса сейсмообвала свидетельствуют следующие факты: 1 — наличие стенки отрыва, 2 — преобладание крупноглыбового материала (размер глыб до 15 м в поперечнике) вблизи левого борта долины, где расположена стенка отрыва, 3 — наличие рва шириной 10—20 м вдоль левого борта, 4 — смещение водораздельной части обвала к стенке отрыва, 5 — содержание псаммитовой фракции в количестве менее 10 % даже в наиболее удаленной части обвала.



Рис. 1. Вид с юго-запада на сейсмогравитационный обвал Омот (рисунок с фото Ю. К. Ивашииникова). 1 — аккумулятивное тело обвала; 2 — стенка отрыва.

Образование структуры Омот обусловлено импульсной активизацией тектонических движений в узле пересечения разломов. Одна из крупных зон разломов, по-видимому основная, имеет северо-восточное простирание и в пределах долины р. Омот-Макиг представлена грабеном шириной 250—300 м. Она пересекает на протяжении 25 км серию параллельных дуговых разломов, ограничивающих Гербинскую концентрическую вулканотектоническую структуру купольного типа [4] и продолжается за ее пределы. В пределах этой зоны В. В. Николаевым и др. [6] выделяется северо-восточный взбросо-сдвиг с левосторонней сдвиговой составляющей и с признаками сейсмогенного испарывания. Он пересекается с северо-западным разрывным нарушением, геоморфологически выраженным рвом глубиной 1,5, шириной 2—3 м и длиной около 1 км, который указанными авторами относится к типу раздвигов.

Вдоль подпрудного оз. Омот нами выделяется дуговой разлом, имеющий признаки правостороннего сдвига с амплитудой перемещений 150 м. Сдвиг отмечен резким изгибом р. Омот-Макиг в месте ее истока из озера, а вдоль его зоны на водоразделе отмечены высыпки «сейсмической муки».

Возраст сейсмодислокации Омот точно не определен. По косвенным признакам (слабое выветривание поверхности глыб, зрелый лиственный лес на обвале, порожистость и крутизна эрозионных врезов) он, вероятно, не превышает 300—500 лет. Сходная датировка делается в работе [6] на основании анализа обновленных землетрясением разрывных нарушений.

Поверхность сейсмообвала первой генерации покрыта куртинами кедрового стланника с мхово-багульниковым сообществом. В понижениях и на склонах обвального тела произрастает редкоствольная лиственница высотой до 10 м. На поверхности обвала второй генерации наблюдается поросль лиственницы даурской с редкими кустами кедрового стланника. Такая зональность растительности указывает на полихронность образования обвальных масс.

Структура Амут располагается в пределах Мячанского купольного поднятия и выделяется в истоках р. Лев. Силинка. Эта структура представляет собой сбросообвал, геоморфологически выраженный поперечной глыбовой плотной в долине р. Амут (верховье р. Лев. Силинки), и образует одноименное подпрудное озеро (рис. 3). Восточная часть котловины

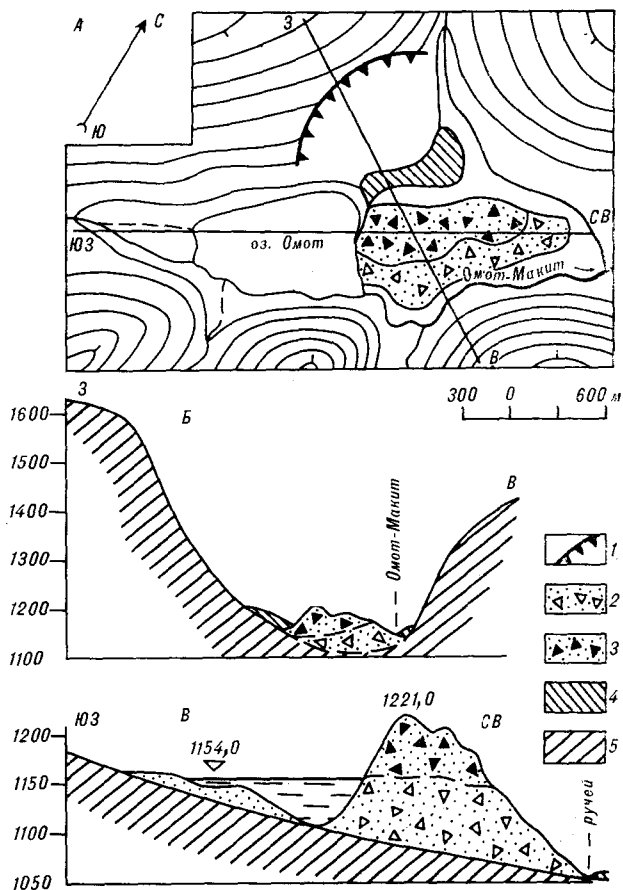


Рис. 2. Плановая схема сейсмогравитационной структуры Омут (А) и разрезы по профилям (Б, Б') (составили Ю. К. Иващинников и А. М. Сазыкин). 1 — стенка отрыва обвала; 2 — смещенный материал генерации первого землетрясения; 3 — то же, генерации повторного землетрясения; 4 — щебнисто-глыбовый материал в стадии смещения; 5 — коренные породы верхнемелового возраста: туфы липаритов и дацитов.

озера мелководная (глубина от 0,5 до 4 м) и имеет вид пологой ступени, резко сменяющейся углублением до 14 м в приплотинной части, дно которой покрыто илистыми отложениями. Западный борт озерной впадины, отвечающий подводной части обвального тела, выпуклый, с крутизной около 40°. В поперечном профиле ложе озера резко асимметрично, с крутым северо-восточным и относительно пологим юго-западными склонами, что обусловлено преимущественным движением обвальных масс со стороны южного борта долины.

Стенка отрыва обвала располагается на юго-западном склоне долины, имеет крутизну 32—35° и вогнутый профиль, который в нижней части за счет глыбового чехла выражен как прямой. Поверхность стенки осложнена пост-обвальными оползнями, оконтуренными дугообразными и прямолинейными трещинами с уступами высотой до 1,5 м. В верхней части стенки отрыва, приобретающей ступенчатый

облик, наблюдаются трещины и тектонические рвы вдольсклонового простириания (рис. 4.А).

Восточный фланг стенки отрыва ограничен клиновидным, в поперечном профиле односторонним грабеном юго-восточного простириания. Этот грабен имеет асимметричное строение. С северо-востока он обрамлен крутым прямым эрозионно-тектоническим уступом, противоположный борт, ограничивающий стенку отрыва, ступенчатый с развалом крупных глыб, с многочисленными продольными трещинами и отдельными тектоническими рвами. Днище грабена полого наклонено к северо-западному борту, вблизи него выполненного крупноглыбовыми обломками порфиритов и базальтоидов. В целом днище грабена занимает «висячее» положение по отношению к подножию склона Амутской долины.

На поверхности юго-восточного борта грабена наблюдается сеть пересекающихся радиальных трещин растяжения. В узлах их пересечения располагаются изометричные овалово-кольцевые образования поперечником до 10 м, которые связаны с проседанием и засасыванием глыбового материала. На это указывает изменение наклона плитчатых обломков от слабого уклона вдоль обрамления до вертикального положения в центральной части. В ряде случаев эти просадочные структуры ограничены дуговыми и ломанными уступами высотой до 50 см.

Аккумулятивное тело обвала в общем виде образует крупный вал северо-западного простириания с превышением в 60 м относительно уровня воды в оз. Амут, осложненный валами второго порядка и изометричными куполами (см. рис. 3, 4). От стенки отрыва оно отделяется продольным понижением шириной до 50 м и относительной глубиной до 15 м, в пределах которого наблюдаются глыбы объемом до 10 м³ и небольшие слабовыраженные купола. Обвальная масса представлена обломочным материалом мезо-кайнозойских порфиритов, андезитов, базальтов и других разновидностей, среди которых обращают на себя внимание грубообломочные брекчии, включающие базальты. Размеры глыб колеблются в широких пределах: от гигантских (десять кубометров) до мелких фракций. Судя по угловатому облику отдельных купольных форм, в вершинной части обвального тела со сравнительно мелкими глыбами и обломками захоронены скальные блоки объемом до 100 м³. На поверхности некоторых глыб сохранились зеркала скольжения по призмам кальцита и гидроокислов железа со следами более поздних грубых штрихов и борозд.

Тело обвала отнесяет русло р. Амут к северному борту долины (см. рис. 4). Тальвег реки по направлению от озера вдоль обвала представляет целый каскад водопадов высотой

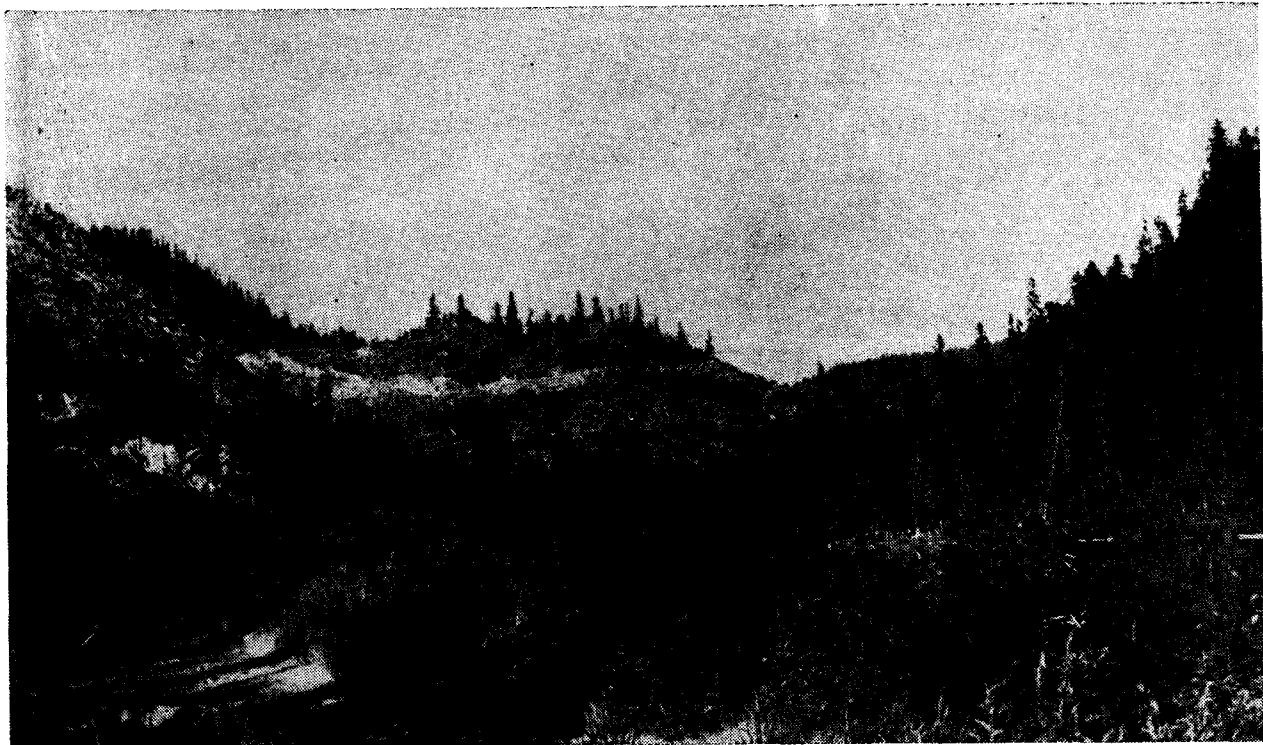


Рис. 3. Вид с востока на Амутский обвал. Слева располагается стенка отрыва. В центральной части — ударные купола и валы глыбового материала второй генерации (фото Ф. С. Онухова).

до 2 м, общим числом свыше трех десятков. Перепад высоты вдоль обвала на расстоянии примерно одного километра составляет около 70 м.

Морфология поверхности обвального тела купольно-ярусная (см. рис. 4, Б). Купола с относительной высотой до 6—8 м группируются в напорные валы, образующие последовательно расположенные по высоте три яруса, под острым углом примыкающие к стенке отрыва на восточном фланге обвала. Ширина аккумулятивного тела нарастает в северо-западном направлении и в среднем составляет около 250 м. В этом же направлении изменяется характер его поверхности — купола уменьшаются в размерах, выколаживаются и сменяются ступенью, интенсивно раздробленной трещинами растяжения. Трещины имеют преимущественно западно-юго-западное простирание и сопровождаются рвами и сбросовыми уступами, которые наиболее развиты на склоне, обращенном к руслу р. Амут. Здесь наблюдается сдвиг плитчатых глыб относительно друг друга, их веерное залегание на склоне. В целом этот блок сохраняет свое структурное единство, т. е. сейсмогенное сотрясение не привело к его глыбовому развалу. Размеры блока составляют по длине около 600 м при ширине 400—450 м. Его пологая поверхность примыкает к крутому юго-восточному склону, поросшему зрелым лесом.

Эта поверхность в целом сформировалась в результате неотектонических движений, а молодые дислокации связаны с зоной трещин, рвов и частных разломов в пределах упомянутого блока, охватывающих его по всей ширине и отражающих положение региональной зоны нарушений северо-восточного простирания (рис. 5). Она контролирует положение Амутской долины и частично перекрыта обвальными массами. Местоположение зоны под обвалом устанавливается по закономерным группирующимся куполам в виде цепи, ограниченной глубокими западинами, часто имеющими вид ущелий и рвов (см. рис. 4, А). По ней преобладали молодые сбросовые смещения, вызвавшие формирование обвала. Вместе с тем существуют признаки сдвиговой составляющей по типу левостороннего сдвига. На это указывает некоторый «S»-образный изгиб поперечно-диагонального разлома северо-западного простирания при пересечении с рассматриваемой зоной, который также трассируется в пределах обвала положением межкупольных понижений, частных уступов и рвов.

Таким образом, Амутский обвал сформировался в узле пересечения разнонаправленных тектонических нарушений в результате импульсных сбросово-сдвиговых движений. На импульсный характер указывают морфологические особенности аккумулятивного тела обва-

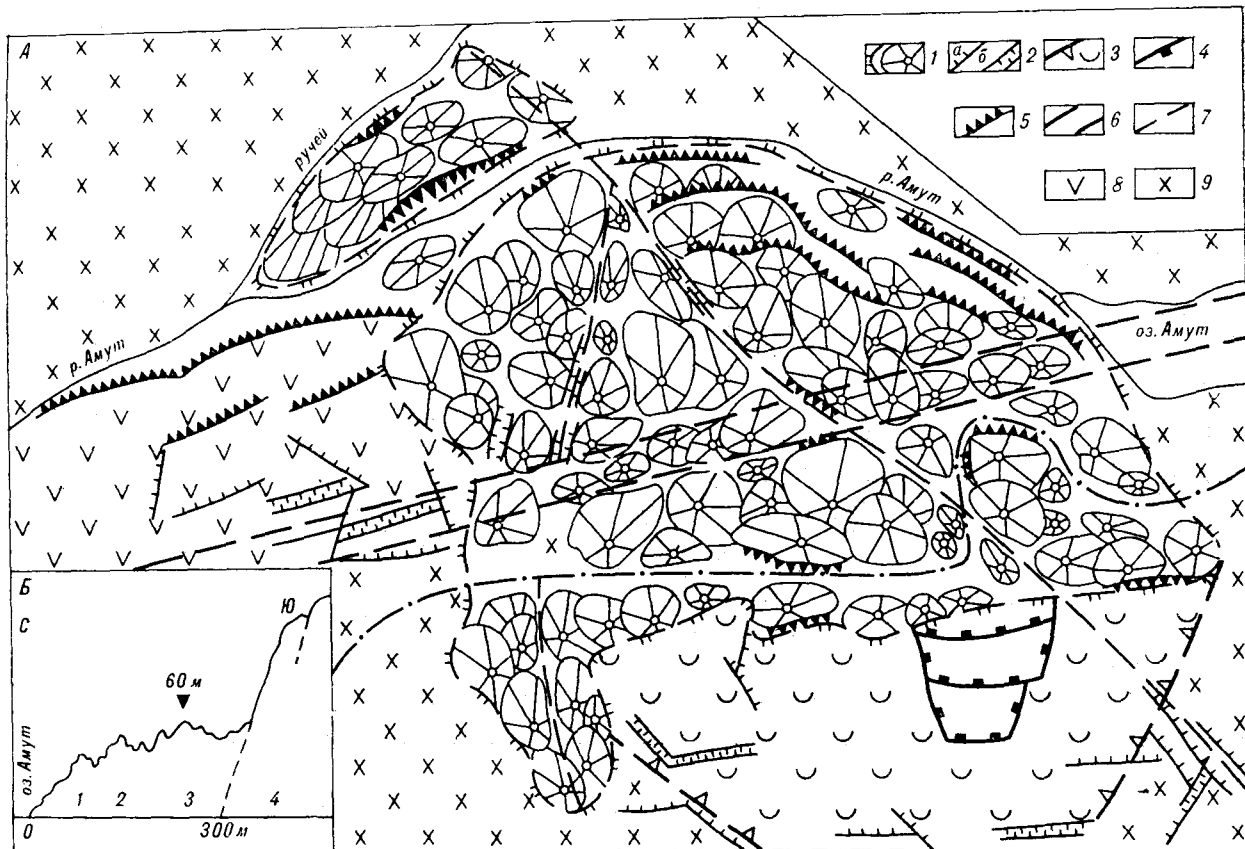


Рис. 4. Плановая схема Амурской сейсмогравитационной структуры. А: 1—граница аккумулятивного тела обвала и отдельные купола на нем; 2—тектонические уступы (а) и рвы (б); 3—стенка отрыва; 4—экзогенные уступы, ограничивающие оползни; 5—эрозионно-тектонические уступы; 6—Амурская зона разломов; 7—поперечные разломы; 8—блок пород, вовлеченный в опускание, но сохранивший первоначальную структуру; 9—склоны Амурской долины. Штрихпунктиром показано положение грунтовой дороги в пределах обвала. Б—обобщенный профиль через Амурский обвал: 1, 2—валы аккумулятивного тела первой генерации; 3—вал второй генерации; 4—стенка отрыва (составил Ф. С. Онухов).

ла — наличие ударных куполов и напорных валов, молодые сбросовые трещины и тектонические рвы, признаки хрупкого разрушения отдельных глыб в результате удара (например, одна из глыб объемом около 50 м³, венчающая обвальное тело, разбита в виде чешуйчатых сколов, другие — расчленены угловатыми расколами). Подтверждением этому является также большой путь (900 м) перемещения глыбового материала в северо-западном направлении, несколько диагональном по отношению к долине. Северо-западная оконечность обвального тела образует вал с куполами в осевой части, располагающийся между руслами р. Амур и его правого притока в месте их слияния. Этот вал имеет протяженность около 260 м и высоту до 12 м.

Относительно возраста обвала можно судить по дендрохронологическим данным. По характеру распределения залесенности создается впечатление о полихронности Амурской сейсмогравитационной структуры. Наиболее крупные обрушения, сформировавшие ее северо-

западный фланг и, вероятно, основную часть восточной оконечности, представленную двумя нижними валами, произошли не позднее чем ~300 лет назад. Об этом свидетельствует зрелый пихтово-лиственничный лес с диаметром стволов до 43 см, произрастающий на упомянутых частях обвального тела, а также на эрозионно-тектоническом уступе, сопряженном со стенкой отрыва на западном фланге. Судя по количеству годовых колец на спиле пихты диаметром 12 см, ее возраст достигает 60 лет. Основываясь на медленном приросте объема древесины в условиях северной тайги, возраст зрелого леса превышает 200 лет. С учетом времени, необходимого для заселения обвальной пустоши, мы принимаем датировку в 300 лет.

Лес сопровождается багульниково-моховым покровом, разорванным лишь в районе трещин и уступов вдоль прируслового склона обвала. Верхняя часть обвального тела на его юго-восточном фланге имеет разреженный покров кедрового стланника диаметром стволов до 10 см и отдельные малорослые лиственницы

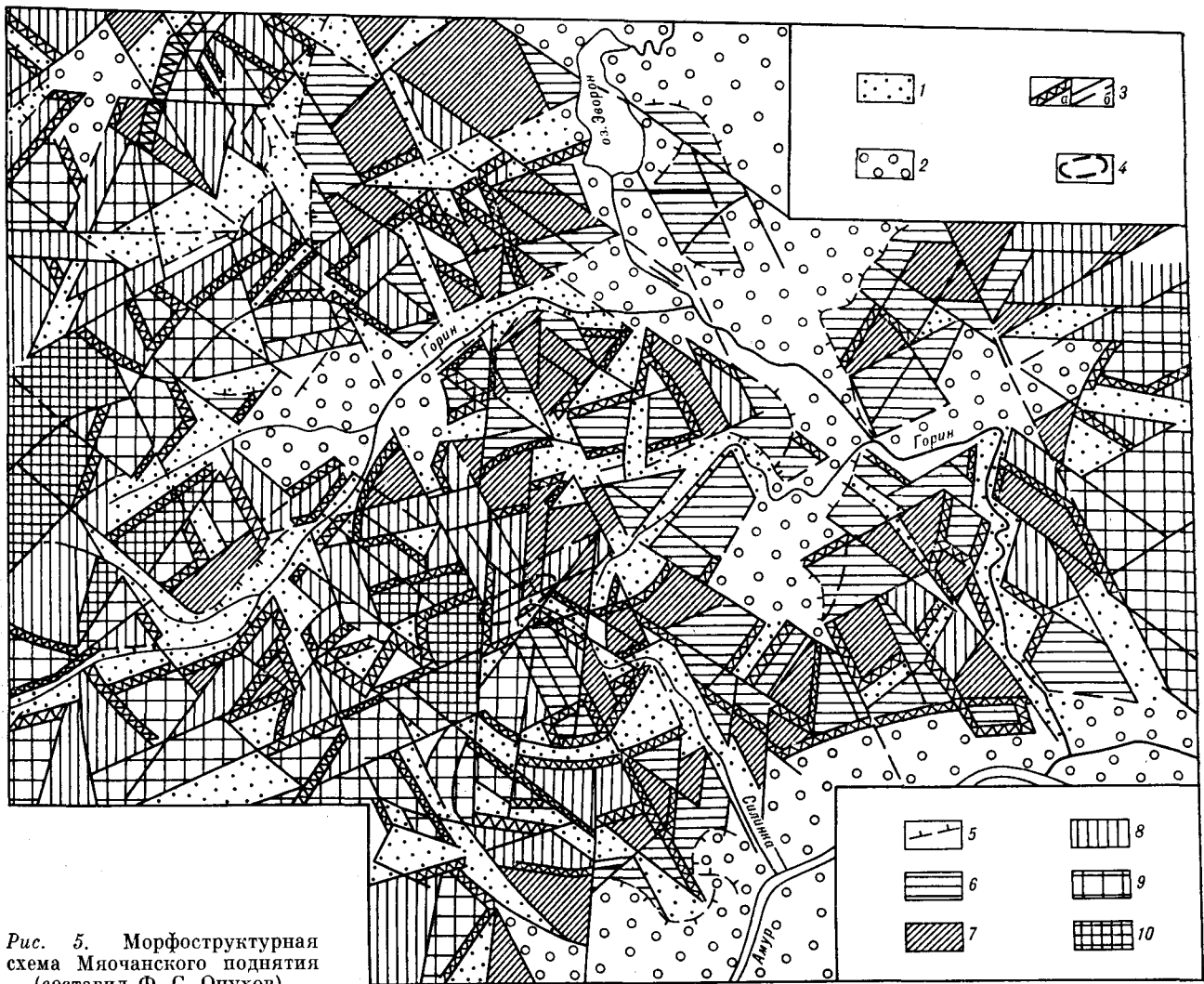


Рис. 5. Морфоструктурная схема Мячанского поднятия (составил Ф. С. Онухов).

1 — долины-грабены; 2 — изометрические впадины с предгорьем; 3 — тектонические уступы (а) и разломы (б); 4 — Амурская плейстоценовая область; 5 — границы сочленения грабены; 6—10 — ступени рельефа: 6 — 100—200 м, 7 — 300—500, 8 — 600—800, 9 — 900—1000, 10 — выше 1000 м.

с количеством годовых колец на спиле около 50. Большинство куполов здесь вообще лишено древесной растительности.

Таким образом, с учетом времени, необходимого для расселения растительных сообществ, период между двумя сейсмическими событиями, сформировавшими Амурскую структуру в ее современном виде, составляет, по-видимому, около 100 лет.

Объем скальных масс, вовлеченных в обрушение (при средних размерах аккумулятивного тела: длине — 900, ширине — 250, высоте — 35 м), составляет около 7 млн м³. Из них на позднее событие приходится менее трети общего объема. Это может быть результатом как более слабого по силе вторичного сотрясения, так и более «выгодного» энергетического состояния склона на втором этапе, т. е. его меньшей крутизной.

Встречающиеся в глыбах обвала конгломераты, содержащие обломки пористых базальтов, поля которых в виде лавовых потоков широко развиты вблизи пос. Солнечный и датируются N₂ — Q₁-временем, позволяют предполагать возможность более ранних (очевидно, произошедших позднее раннечетвертичного времени) сейсмогенных событий, пространственно близких Амурской сейсмогенной структуре, хотя границы их пока не определены.

Зона влияния землетрясения, сформировавшего обвал, не ограничивается только местоположением Амурской структуры. Ниже по течению р. Амур склоны долины осложнены пологими ступенями, примаикающими к уступам через ложковые понижения и западины, отвечающие вдольдолинным трещинам растяжения в Амурской разломной зоне. Здесь же, по одному из правых притоков р. Амур, имеются

небольшие по размерам глыбовые обрушения. В верховьях Амута, вблизи г. Чалба, сложенной гранитами, также наблюдаются тектонические рвы и сбросовые уступы с признаками недавних смещений в виде грубых борозд и срывов, слабо затронутых выветриванием. По совокупности признаков нами выделяется плейстосейсовая зона северо-восточного простирания (см. рис. 5).

Приведенные характеристики Омотской и Амутской сейсмогравитационных структур показывают их большое морфологическое сходство. Оно определяется также структурным положением этих образований по отношению к неотектоническим дислокациям. На рис. 5 приведена морфоструктурная схема Мяочанского поднятия, имеющего купольную природу [7, 14, 15], в пределах которого располагается Амутская сейсмогравитационная структура.

В плане это поднятие имеет округлую форму и околнурено кольцевой системой узких дугообразных грабенов, освоенных речной сетью (долин-грабенов). Главными из них являются Эльгинский, Горинский, Циркульский (по наименованию одноименных рек). Эта система включает также ряд изометричных впадин (Хогдинская, Харпинская, Хурмулинская). Впадины и грабены выполнены неоген-четвертичными песчано-глинистыми угленосными отложениями мощностью 100—300 м, в отдельных случаях (Харпинская впадина) — до 700 м.

Периферийные долины-грабены асимметричны и в ряде случаев имеют характер односторонних грабенов — их более крутые борта прилегают к купольным поднятиям. На примере Горинского грабена выявлены признаки активного неотектонического воздымания Мяочанского купола. Здесь, на правом берегу верховьев р. Горин, наблюдаются складчатые и разрывные деформации миоценовых прослоев угля и углистых глин в цоколе надпойменной террасы. В пределах этого участка проходит неотектонический сброс.

В Мяочанском поднятии с различной степенью четкости выражен сводовый изгиб его поверхности, осложненной ступенчатыми деформациями. Наиболее хорошо он виден на северо-восточном фланге, а на юго-восточном преобладает ступенчатость, иногда с обратным уклоном к центру свода [15]. Этим обусловлена асимметрия поднятия в целом — юго-восточная часть приподнята по отношению к северо-западной.

Наибольшие амплитуды неотектонических движений, рассчитанные путем вычета из современного высотного положения вершинной поверхности поправки в 500 м за исходный рельеф, достигают, по нашим данным, 1000 м и связаны с юго-восточной частью поднятия,

к которой тяготеет Амутская плейстосейсовая зона.

Среди зон разломов, пересекающих свод и имеющих сквозной характер, основными являются северо-восточные и северо-западные, с элементами которых связано формирование Амутской структуры. При этом главная роль принадлежит первым, которые в региональном плане являются продолжением Курской разломной системы, тянущейся вдоль долины р. Кур и обрамляющей западный борт Среднеамурской впадины. Северо-западным разломом принадлежит важная структурная роль по отношению к Буреинскому мегаподнятию и его отдельным дислокациям на границе с Эврон-Чукчагирской системой впадин.

Гербинское поднятие, к которому приурочена Омотская сейсмогравитационная структура, располагается в центральной части Баджальского полусвода [15] и также относится к купольному типу [4]. Наблюдается большое морфоструктурное сходство Мяочанского и Гербинского поднятий, в развитии которых определенную роль сыграли магматогенные процессы [4, 13, 15], что позволяет рассматривать их как тектономагматические образования. Наряду со сквозными, пересекающими их неотектоническими разломами большая роль принадлежит концентрическим элементам структуры. Наибольшие амплитуды новейших движений, достигающие 1900 м, связаны с присводовыми блоками, которые контролируются дугowymi и северо-восточными разломами. Движения по ним происходили не только в период неотектонической активизации, но и на современном этапе. На это указывают признаки молодых движений в пределах Талиджакской дуговой разломной зоны. Здесь, при выходе р. Талиджак из предгорья Баджальского хребта в Амгуньскую грабеновую впадину, наблюдается геоморфологически хорошо выраженный тектонический ров, расчленяющий привершинную часть склона. Он сопровождается многочисленными сбросовыми уступами и трещинами растяжения с поверхностями, слабо подверженными выветриванию. На сбросовых уступах, а также на поверхности крупных факоидов в разломных зонах наблюдаются грубые штрихи и борозды. Чаще они ориентированы по падению сместителей, но в отдельных случаях имеют наклон, указывающий на сдвиговую составляющую дислокаций. Молодые движения, связанные с Талиджакской зоной, по-видимому, синхронны образованию Омотской сейсмогравитационной структуры.

Характерно, что как Омотский, так и Амутский обвалы тяготеют к осевым присводовым блокам купольных морфоструктур. Это позволяет предполагать определенную роль в сейсмичности рассматриваемого региона процессов

импульсной разрядки напряжений, возникающих при короблении и растрескивании сводов. Накопление напряжений внутри сводовых поднятий может быть связано определенным образом с гравитационной неуравновешенностью более легких по отношению к обрамлению гранитоидных масс, участвующих в строении этих поднятий [2, 3], или их выжиманием под действием сил сжатия. Разрядка напряжений, реализующаяся в узлах пересечения региональных разломов, сопровождается сейсмическими

событиями, интенсивность которых, судя по обвальным образованиям Амурской и Омотской структур, достигает 7—8 баллов.

В связи с этим при дальнейших поисках следов былых землетрясений на основании палеосейсмогеологического метода [10] следует уделять внимание подобным морфоструктурам в мало исследованных в этом отношении районах Нижнего Приамурья и центральной части Буреинского нагорья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красный Л. П. Геология региона Байкало-Амурской магистрали.— М.: Недра, 1980.
2. Косыгин Ю. А., Малышев Ю. Ф. и др. Эффект выталкивания геологических тел в неотектонике по данным гравиметрии и плотностных характеристик горных пород // Докл. АН СССР.— 1979.— Т. 249, № 5.
3. Косыгин Ю. А., Парфенов Л. М., Войнова И. П. и др. Тектоника, глубинное строение и структурная эволюция советского Дальнего Востока // Тектоника территории СССР.— М.: Наука, 1979.
4. Майборода А. Ф. Структуры центрального типа Баджальского рудного района и их роль в размещении оруденения // Геология и металлогения Приамурья.— Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977.
5. Николаев В. В., Семенов Р. М., Солоненко В. П. Сейсмогеология Монголо-Охотского линеймента (восточный фланг).— Новосибирск: Наука, 1979.
6. Николаев В. В., Семенов Р. М., Солоненко В. П. О предельной силе землетрясений и проблеме сейсмического районирования Дальнего Востока (зона БАМ) // Вулканология и сейсмология.— 1987.— № 1.
7. Онухов Ф. С., Ставров В. Н., Корчагин Ф. Г. Новейшая структура и сеймотектоника Мяочанского поднятия (Нижнее Приамурье) // Сейсмическое районирование территории СССР и изучение сильных землетрясений: Тез. докл. Всесоюз. совещания.— Кишинев: ИГиГ АН Молд. ССР, 1984.
8. Семенов Р. М., Николаев В. В. О связи сейсмичности с неотектоникой Тукурингра-Джагдинского поднятия // Геология и геофизика.— 1977.— № 4.
9. Семенов Р. М., Николаев В. В. Историко-структурное обоснование сейсмичности на восточном участке БАМ // Количественная сейсмология и сейсмостойкое строительство на Дальнем Востоке.— Южно-Сахалинск: ДВНЦ АН СССР, 1985.
10. Солоненко В. П. Палеосейсмогеология // Изв. АН СССР. Физика Земли.— 1973.— № 9.
11. Солоненко В. П. Сейсмогеология и сейсмическое районирование трассы БАМ и зоны ее экономического влияния.— Новосибирск: Наука, 1979.
12. Ставров В. Н., Золотарская С. Б. Современные вертикальные движения Приамурья (по данным повторного нивелирования) // Современные движения земной коры: Тез. докл. Всесоюз. совещания.— Кишинев: Штиинца, 1982.
13. Сухов В. И. Вулканогенные формации юга Дальнего Востока.— М.: Недра, 1975.
14. Фаворская М. А., Кушев В. Б., Сапожников Е. Н. Особенности формирования и развития Мяочанской купольной структуры // Локальное прогнозирование в рудных районах Востока СССР.— М.: Наука, 1972.
15. Уфимцев Г. Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере Востока СССР).— Новосибирск: Наука, 1984.

ИГиГ ДВО АН СССР.
Предприятие № 2 ГУГК
Хабаровск
ДВГУ ДВО АН СССР
Владивосток

Поступила в редакцию
27 января 1987 г.