

Б.П. Важенин

(Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН;
e-mail: vazhenin@neisri.ru)

УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АРТЫКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 1971 г. В ЯКУТИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАЛЕОСЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ

С использованием палеосейсмогеологической методики в гранитоидном массиве Хуламрин обнаружены значительно более крупные, чем выявленные ранее, сейсмодислокации сильнейшего на Северо-Востоке России за инструментальный период наблюдений Артыкского землетрясения. Материалы статьи могут быть полезны при решении проблем безопасности техносферы от землетрясений.

Ключевые слова: Артыкское землетрясение, сейсмодислокации, палеосейсмогеологическая методика, Якутия, Магаданская область.

B.P. Vazhenin

REFINEMENT OF PARAMETERS OF ARTYK EARTHQUAKE WHICH OCCURRED IN 1971 YEAR IN YAKUTIA WITH USED PALEOSEISMIC-GEOLOGICAL METHODS

With used paleoseismic-geological methods in Khulamrin granitoid massif found much larger than previously identified seismic dislocations of the major earthquake event in Northeastern Russia since the beginning of seismic studies there. The material can be helpful in solving the problems of technosphere safety from earthquakes.

Key words: the Artyk Earthquake, seismic dislocations, paleoseismic-geological methods, Yakutia, Magadan Region.

Введение

18 мая 1971 г. в Якутии у границы с Магаданской областью произошло одно из двух сильнейших землетрясений на Северо-Востоке России за исторический и инструментальный периоды наблюдений – Артыкское или Оймяконское (рис. 1). Его магнитуда, по разным оценкам, достигла величины от 6,6 до 7,1. Другое землетрясение приблизительно такой же силы – Ямское – случилось в 1851 г. в Северном Приохотье [1].

Площадь ощутимых сотрясений Артыкского землетрясения составила почти 900 тыс. км². 4-балльные толчки отмечались на большой территории от Хонуу в Якутии до Магадана, отстоящих друг от друга на 800 км [1-4]. Однако жертв и существенного материального ущерба это землетрясение не принесло, поскольку пришлось на малонаселенную местность, а также отличалось значительной глубиной очага.

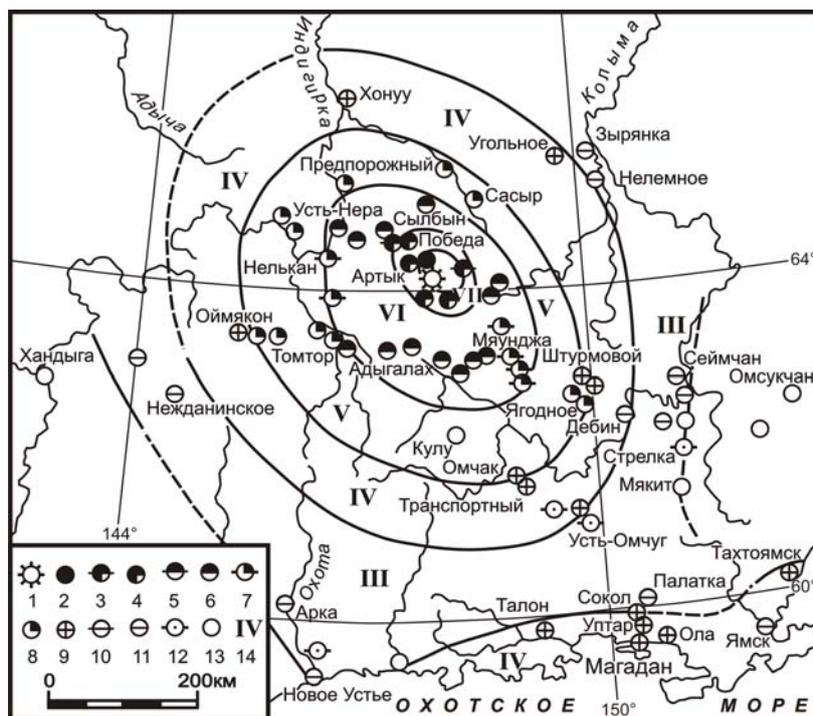


Рис. 1. Изосейсты Артыкского землетрясения 1971 г. (по [1, 3]):

- 1 – эпицентр основного толчка; 2-13 – интенсивность сотрясений в баллах:
 2 – 8; 3 – 7-8; 4 – 7; 5 – 6-7; 6 – 6; 7 – 5-6; 8 – 5; 9 – 4; 10 – 3-4; 11 – 3; 12 – 2-3,
 13 – не ощущалось; 14 – интенсивность сейсмических зон в баллах

Точная локализация эпицентра землетрясения была затруднена редкой в то время сетью сейсмостанций в регионе. Поэтому поиск плейстосейстовой области землетрясения вёлся на вертолетах двумя группами магаданских и иркутских исследователей в радиусе до 100-140 км от реального эпицентра – от озера Дарпир, с крупным одноименным хорошо выраженным в рельефе разломом, до посёлка Оймякон, по которому это землетрясение называлось в первых публикациях. Многочисленные сейсмодислокации были найдены в бассейне ручья Кобди (приток ручья Артык, бассейна реки Индигирка) между посёлком Артык и горой Хуламрин (2076 м) – ближе к последней – в 20 км северо-западнее эпицентра, определенного инструментально [4].

Здесь, помимо совсем мелких сейсмодислокаций, обнаружили массовые плащевидные срывы оттаявшего к середине мая почвенно-грунтового слоя размерами от нескольких квадратных метров до 20 тыс. м² со склонов повышенной крутизны (рис. 2). В результате тщательного картирования [4] была определена их суммарная площадь – около 250 тыс. м². Причём, в ходе аэровизуальных и полевых поисков в плейстосейстовой области не было найдено тектонических сейсмодислокаций. По этим данным площадь плейстосейстовой области, включающей поверхностные грунтовые сейсмодиформации, была ограничена величиной около 9 км².

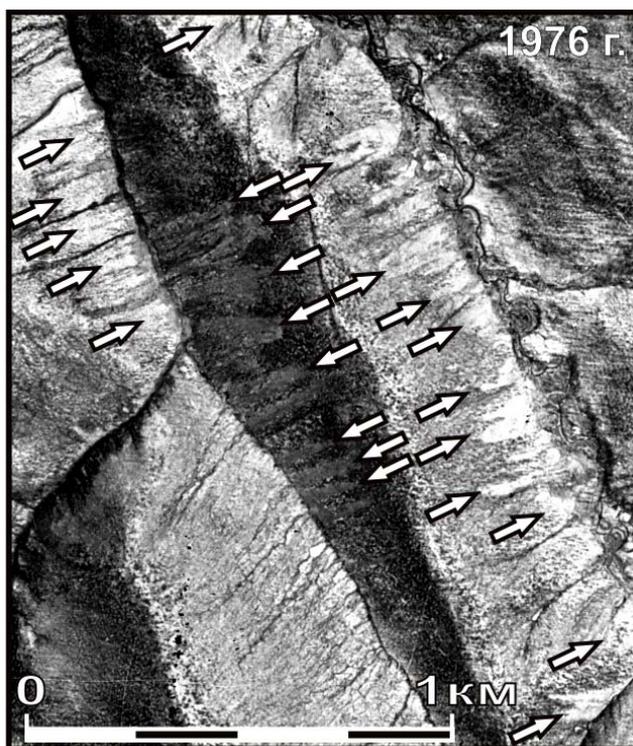


Рис. 2. Срывы почвенно-грунтового слоя (светлые пятна, показанные стрелками) в водоразделе ручьев Кобди и Шуруп, хорошо заметные на материалах дистанционного зондирования 1976 г., возникшие при землетрясении 1971 г., тщательно закартированные Р.А. Курушиным и др. [4] в 1971 г.

Вокруг Кобдинского участка сейсмодислокаций были оборудованы 4 временные полевые сеймостанции. Они дали картину размещения многочисленных афтершоков, по вариации которой в течение лета было уточнено вероятное положение главного толчка, почти совпавшее с определенным инструментально [3]. Однако в слое "Землетрясения" интернетовского сервиса "Google Earth" эпицентр показан почти на реке Делян кир – еще на 12 км юго-восточнее бассейна ручья Кобди.

Новые данные о сейсмодислокациях Артыкского землетрясения

Дешифрированием аэро- и космоснимков, сделанных до (в 1957 г.) и после землетрясения (в 1976 г.) – выполненным с использованием палеосейсмогеологической методики [5] – подтверждена оценка площади почвенно-грунтовых сейсмогравитационных срывов в бассейне ручья Кобди, добротной произведенная в 1971 г. иркутскими сейсмологами и сейсмогеологами [4]. При этом тектонических деформаций также не обнаружено.

В то же время не оправдались результаты дешифрирования [6] дистанционных материалов, из которых следовало увеличение площади грунтовых срывов с 9 км² до 90 км². Среди них два участка "с частично сорванным поверхностным слоем пород, со следами смыва", нарисованные на схеме рядом

с долиной ручья Кобди (северо-восточнее её), имеют размеры $2,3 \times 0,8$ км и $2,75 \times 1,3$ км. Такие огромные сейсмодислокации невозможно было не заметить при полевом и аэровизуальном обследовании плейстосейстовой области иркутскими сейсмологами. Сопоставлением этой схемы со стереоскопическим изображением местности на снимках обнаружилось, что упомянутые участки "с частично сорванным..." оказались светлыми ареалами ягельников на пологих склонах и плакорах с хорошо заметными на них – под стереоскопом с увеличением до 5 крат – редкостойными лиственницами. При этом указанными авторами не были замечены действительно более крупные, чем кобдинские сейсмодетформации в гранитоидном массиве Хуламрин, упоминавшиеся, но почему-то не обследованные и не учтенные Р.А. Курушиным и др. [4].

При более тщательном дешифрировании [7] всей эпицентральной площади на снимках 1976 г. в массиве горы Хуламрин в верховьях притоков р. Артык – ручьев Грибной, Мередуи и Белый – удалось обнаружить несколько крупных свежих обвально-осыпных конусов выноса и более десятка плащевидных срывов глыбовых лавин с крутых скальных склонов. Этих образований нет на снимках 1957 г. (рис. 3, 4).

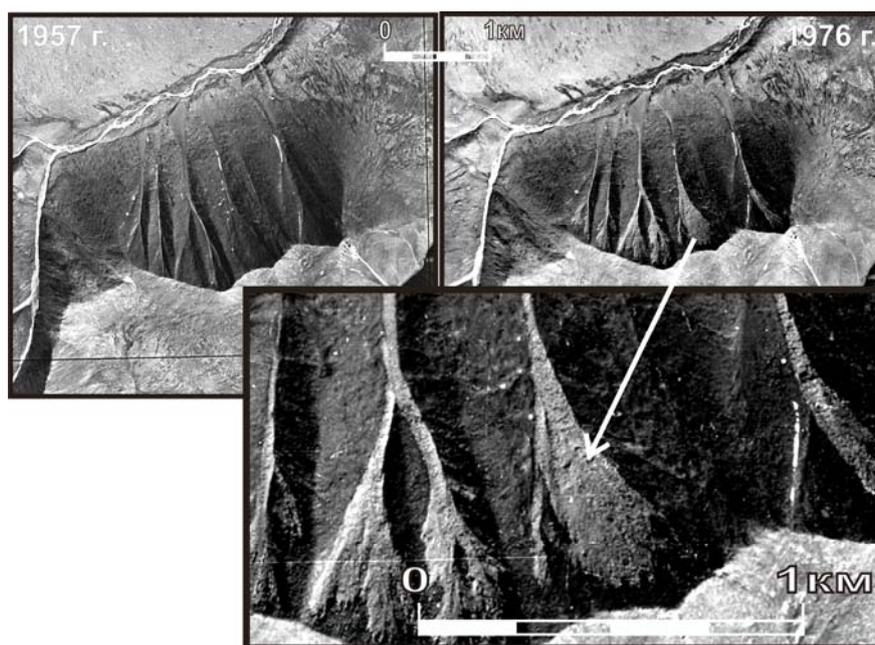


Рис. 3. Серия скальных глыбовых лавин, которая появилась на склонах гранитоидного массива Хуламрин в истоках ручья Белый (бассейн реки Артык) в период между 1957 г. и 1976 г., весьма вероятно, в результате Артыкского землетрясения 1971 г.



Рис. 4. Сейсмодетформации Артыкского землетрясения 1971 г., выявленные дешифрированием космо- и аэроснимков в массиве горы Хуламрин: 1 – скальные обвальные глыбовые лавины; 2 – обвально-осыпной конус выноса; 3 – подновленный в результате землетрясения крупный селевой поток; 4 – блоковая просадка горных пород; 5 – древняя сейсмоструктура

Размеры скальных глыбовых лавин существенно больше, чем грунтовых срывов в бассейне руч. Кобди – до 800 м длиной и до 300 м шириной; общее их количество меньше, чем кобдинских срывов, а ареал, в пределах которого они размещаются, несколько больше по площади.

Хуламринский участок приурочен к сиенит-диоритовому гранитоидному массиву позднемелового возраста абсолютной высотой до 2076 м. Кобдинский участок располагается в соседнем низкогорье высотой до 1249 м, сложенном поздне триасовыми, ранне- и среднеюрскими песчано-глинистыми сланцами.

В рельефе угадывается дугообразная линия, на которую "нанизаны" кобдинские и хуламринские сейсмодетформации. Наличие между ними промежутка без деформаций, вероятно, обусловлено низким обвальным потенциалом [8] рельефа в нём (рис. 5). Массив горы Хуламрин с его сейсмодислокациями попадает в промежуток между двумя суброями афтершоков и располагается ближе к определенному по рою афтершоков эпицентру главного толчка, чем срывы в бассейне ручья Кобди (рис. 5, 6).

Эпицентр Артыкского землетрясения, с учётом хуламринских сейсмодислокаций, а также распределения по площади только сильнейших афтершоков ($K \geq 9$), вероятно, находился в промежутке между кобдинским и хуламринским участками. Тектоническая позиция его, по-видимому, не случайна – он приурочен к контактовой зоне Хуламринского гранитоидного массива. Известно, что контакты батолитов с вмещающими породами являются довольно высокодинамичными участками земной коры. Именно с ними в большинстве случаев пространственно совпадают мощные палеосейсмодислокации сильнейших голоценовых землетрясений региона [9].

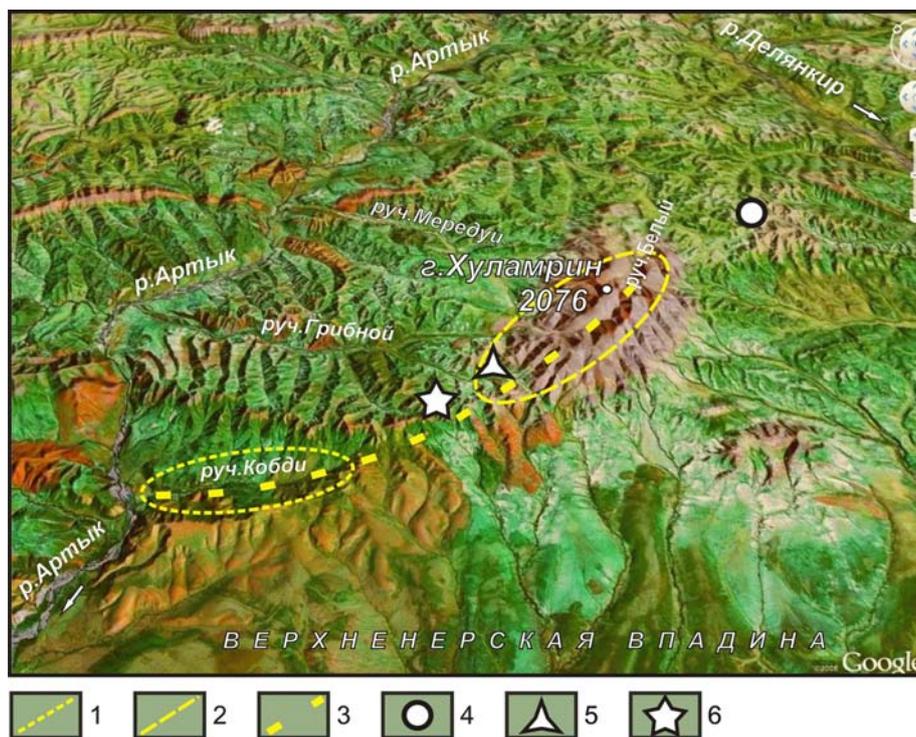


Рис. 5. Положение в рельефе кобдинских и хуламринских сейсмодислокаций: 1 – Кобдинский участок сейсмодислокаций, закартированных Р.А. Курушиным и др. в 1971 г. [4]; 2 – Хуламринский участок сейсмодислокаций, дешифрованный по аэро- и космоснимкам; 3 – дугообразная линия, на которую "нанизаны" оба участка сейсмодислокаций и палеосейсмодислокации; 4 – предполагаемое положение эпицентра главного толчка Артыкского землетрясения, определенное по рою афтершоков; 5 – палеосейсмоструктура в истоках ручья Грибной; 6 – вероятное положение эпицентра, определенное с учётом расположения новых сейсмодислокаций (современных и древних) и только сильнейших афтершоков (с энергетическим классом не ниже 9)

С учётом хуламринских сейсмодислокаций, плейстосейстовая область возрастает до 42 км^2 , а вычисленная по формуле ($M = 0,5 \lg S + 5,9$ [10]) магнитуда увеличивается до 6,7, что ближе к инструментальным определениям (6,6-7,1), чем такой же расчет по площади в 9 км^2 (с учётом только кобдинских грунтовых срывов), давший значение магнитуды 6,4.

Глубина очага на основе замеченного исследователями [3] всплывания афтершоков и их смещения в северо-западном направлении за период работы полевых сейсмостанций "с глубин 10-15 км в июне до 5-10 км в июле" [1], по-видимому, могла составлять 30 км и несколько более. В пользу этого свидетельствует и огромная площадь ощутимых сотрясений – до 900 тыс. км². В связи с этим следует отметить, что в слое "Землетрясения" интернетовского сервиса "Google Earth" указывается, что магнитуда этого землетрясения составила 6,6, а глубина очага – 33 км.

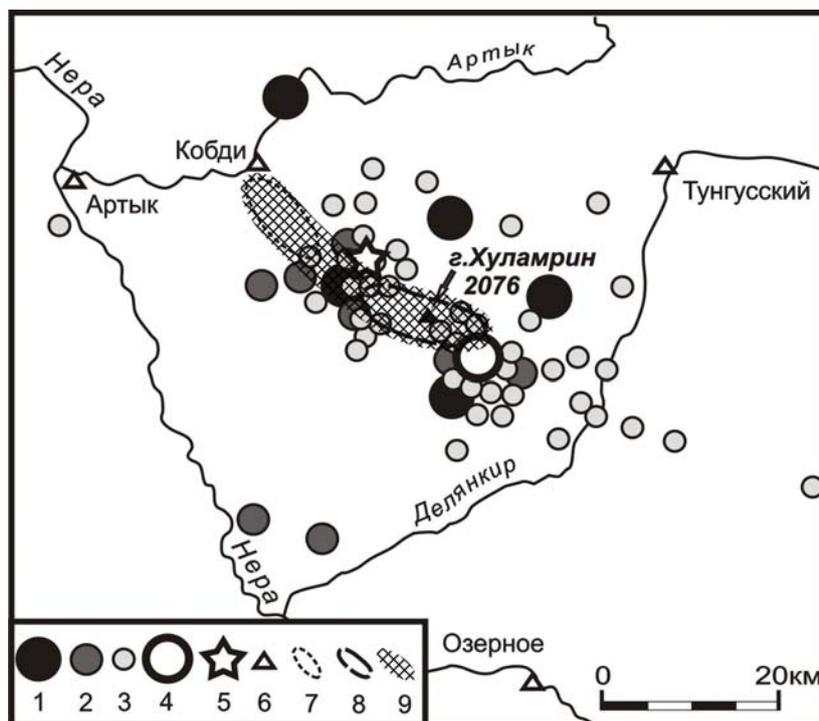


Рис. 6. Эпицентральная область Артыкского землетрясения (по [1, 3] с добавлениями):
 1-3 – эпицентры наиболее сильных афтершоков энергетических классов;
 1 – 11, 2 – 10, 3 – 9; 4 – эпицентр главного толчка, уточненный по расположению роя афтершоков [3]; 5 – положение эпицентра с учётом новых сейсмогеологических данных; 6 – временные полевые сейсмостанции;
 7 – Кобдинский участок сейсмодислокаций; 8 – Хуламринский участок сейсмодислокаций; 9 – объединенная плейстосейстовая область

Следы древних сильных землетрясений в регионе

В верховьях ручья Грибной дешифрированием аэро- и космоснимков выявлена древняя сейсмоструктура поперечником около 1,5 км, включающая: аномально расчлененный глубокими расщелинами блок скальных горных пород в контактовой зоне гранитоидного массива Хуламрин, напоминающий формой порезанный для засолки на куски шмат сала (рис. 7). С ним комплексированы обвально-осыпные конусы выноса и многочисленные резкие и глубокие расщелины. На древность сейсмодиформаций указывает сплошная покрытость скал и глыб серыми накипными лишайниками на снимках как 1957, так и 1976 г., из чего следует, что, несмотря на резкость формы и видимую свежесть древних сейсмогенных образований, их подновления при Артыкском землетрясении 1971 г. не произошло.

Ещё более грандиозные древние сейсмодиформации выявлены и изучены (дистанционно и полевыми методами) в 90 км к северу от эпицентра Артыкского землетрясения [8]. Здесь на участке поперечником около 15 км сосредоточено большое количество гравитационных и тектонических сейсмодислокаций: около 10 обвалов объемами более 1 млн м³, два из них – Улахан-Чистай-300 и Юрюн-Тас-50 по 300 и 50 млн м³ соответственно (рис. 8).

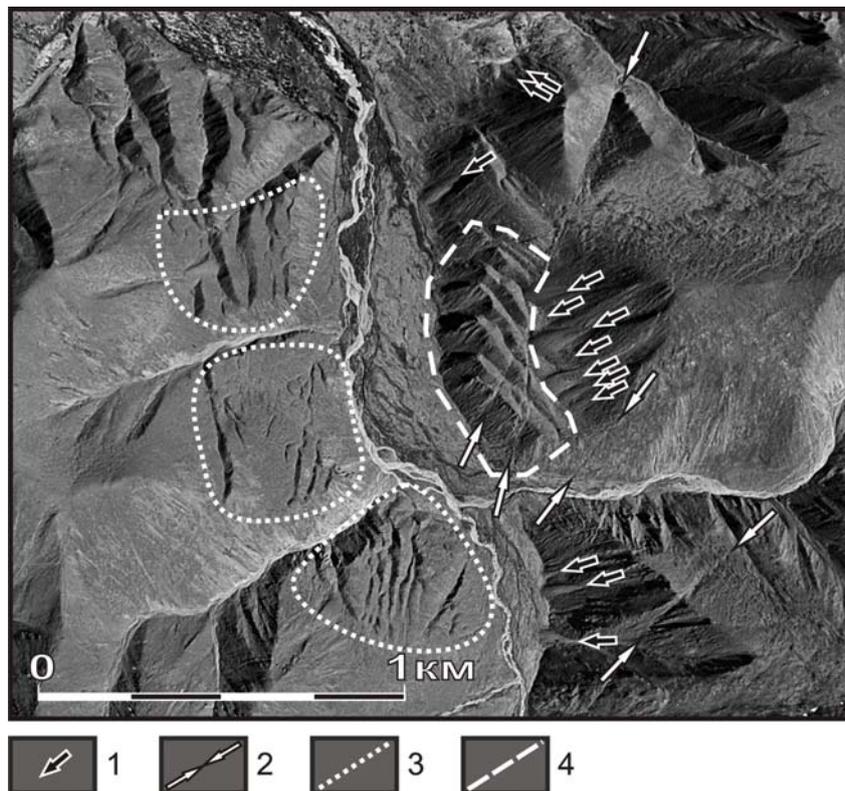


Рис. 7. Палеосейсмоструктура в контактовой зоне Хуламринского массива, совершенно не подновившаяся в результате Артыкского землетрясения 1971 г.: 1 – обвальнo-осыпные конусы выноса; 2 – оси протяженных сеймотектонических расщелин; 3 – участки сглаженных склонов и водоразделов, рассеченных аномально многочисленными короткими расщелинами; 4 – аномально рассеченная расщелинами структура, напоминающая шмат сала, порезанный для засолки

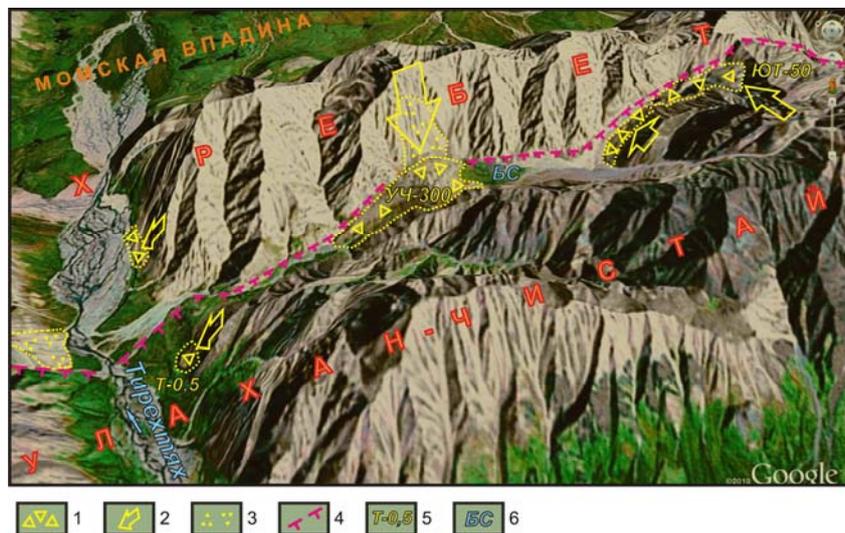


Рис. 8. Рой палеосейсмодислокаций Тирехтях: 1 – щебнисто-глыбовые отложения обвалов; 2 – направления схода обвалов; 3 – щебнисто-глыбовые отложения крупных обвальнo-осыпных конусов выноса; 4 – ось крупного регионального разлома Улахан; 5 – названия обвалов: Т – Тирехтях, УЧ – Улахан-Чистай; ЮТ – Юрюн-Тас, числа в названиях означают их объемы в млн м³; 6 – подпрудный бассейн седиментации, блокированный обвалом Улахан-Чистай-300 с мощностью отложений до 140 м

С ними связано множество обвально-осыпных конусов выноса, высокоамплитудные сбросо-сдвиги на оси крупного регионального разлома Улахан. Обвал Улахан-Чистай-300 залегает в долине ручья Юрюн-Тас в виде тромба высотой 360 м над погребенным тальвегом. Он возник при обрушении из правого борта долины контрфорса километровой длины. За время существования завала (~4000 лет) в подпрудном бассейне накопилась толща рыхлых отложений мощностью 140 м. Обрушение этого обвала и его сателлитов вызвано, вероятно, резкой подвижкой по разлому Улахан.

Заключение

В результате проведенных исследований получено новое значение магнитуды ($M = 6,7$), определенное с учётом Кобдинских сейсмодислокаций, вновь выявленных крупных сейсмодислокаций в Хуламринском массиве, а также только сильнейших афтершоков. По этим данным скорректировано расположение эпицентра основного толчка – между двумя суброями сейсмодислокаций, в контактовой зоне гранитоидного массива Хуламрин, где обнаружена палеосейсмоструктура в верховьях ручья Грибной, возникшая вследствие более сильного, чем Артыкское, голоценового землетрясения с близповерхностным очагом. Интенсивность землетрясения в эпицентре, с учётом новых данных, можно оценить в 9 баллов. Отсутствием тектонических сейсмодифormаций и увеличением плейстосейстовой области подтверждается представление о значительной глубине очага Артыкского землетрясения. Из проведенной автором работы можно сделать вывод о возможности применения палеосейсмогеологических методов для определения основных параметров даже современных сильных землетрясений с не очень точными инструментальными данными.

В ходе проведенного ранее тотального палеосейсмогеологического исследования [8] юго-восточной половины сейсмического пояса Черского определена максимальная магнитуда голоценовых землетрясений в регионе – 7,4-7,6. Средняя повторяемость разрушительных землетрясений с $M \geq 6,5$ составила одно событие в 71 год для всего региона или 1/50 000 лет для каждого участка площадью 1 000 км². Артыкское землетрясение представляется на этом фоне не экстраординарным, а обычным проявлением сильной сейсмичности в регионе.

Литература

1. **Козьмин Б.М.** Сейсмические пояса Якутии и механизмы очагов их землетрясений. М.: Наука, 1984. 126 с.
2. **Белый В.Ф., Валетер А.П., Мерзляков В.М.** Сильное землетрясение Северо-Востока СССР // Природа, 1971. № 12. С. 64-67.
3. **Кочетков В.М., Козьмин Б.М.** Оймяконское землетрясение 1971 г. и его афтершоки // Сейсмичность и глубинное строение Сибири и Дальнего Востока. Владивосток: СахКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 61-67.
4. **Курушин Р.А., Демьянович М.Г., Кочетков В.М.** Макросейсмические последствия Оймяконского землетрясения // Сейсмичность и глубинное строение Сибири и Дальнего Востока. Владивосток: СахКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 50-60.
5. **Важенин Б.П.** Уточнение параметров Ямского землетрясения 1851 г. в Северном Приохотье с использованием палеосейсмогеологической методики // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 5 (45). 2012. 10 с. <http://ipb.mos.ru/ttb/2012-5>.
6. **Смирнов В.Н., Левашова С.В.** Особенности морфоструктуры эпицентральных зон сильных землетрясений Северо-Востока СССР по данным дешифрирования космических и аэрофотоснимков // Природа геофизических полей Северо-Востока СССР. Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1988. С. 39-53.
7. **Важенин Б.П.** Коррекция параметров Ямского и Артыкского землетрясений с использованием палеосейсмогеологической методики // Труды второй региональной научно-технической конференции "Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России", 11-17 октября 2009 г. Петропавловск-Камчатский, 2010. С. 111-116.
8. **Важенин Б.П.** Принципы, методы и результаты палеосейсмогеологических исследований на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2000. 205 с.
9. **Важенин Б.П.** Сейсмогеологическое изучение и картографирование территории Северо-Востока СССР с применением аэрокосмической информации // Комплексное изучение и картографирование природных ресурсов Восточно-Сибирского и Дальневосточного экономических регионов с использованием материалов космических съемок. М.: ЦНИИ-ГАиК, 1989. С. 65-74.
10. **Adams J.** Earthquake-dammen lake in New Zealand // Geology, 1981. Vol. 9. P. 215-219.

Статья опубликована 30 декабря 2012 г.