

III. СИЛЬНЫЕ И ОЩУТИМЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

УДК 550.348. (571.56)

УЛАХАН-ЧИСТАЙСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 20 января 2013 г.

с $K_p=14.4$, $M_w=5.6$, $I_0^p=8$ (Северо-восток Якутии)

Б.М. Козьмин^{1,2}, С.В. Шибаетов¹, Л.П. Имаева³, В.С. Имаев³, А.Ф. Петров¹

¹Якутский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Якутск, Россия, shibaev@emsd.ysn.ru

²Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН,

г. Якутск, Россия, b.m.kozmin@diamond.ysn.ru

³Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия, imaeva@crust.irk.ru

Аннотация. Рассматривается сильное Улахан–Чистайское землетрясение 2013 г. в Арктико-Азиатском сейсмическом поясе, в системе хребтов Черского на северо-востоке Якутии. Анализируются инструментальные, макросейсмические данные, фокальный механизм и сейсмотектоническая обстановка в эпицентральной области. Устанавливаются взаимосвязи землетрясения с разломом Улахан.

Ключевые слова: Якутия, сейсмичность, землетрясение, фокальный механизм, макросейсмические и сейсмотектонические данные, разлом Улахан, палеосейсмодислокация.

DOI: 10.35540/1818-6254.2019.22.29

Для цитирования: Козьмин Б.М., Шибаетов С.В., Имаева Л.П., Имаев В.С., Петров А.Ф. Улахан-Чистайское землетрясение 20 января 2013 г. с $K_p=14.4$, $M_w=5.6$, $I_0=8$ (Северо-восток Якутии) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 320–328. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.29

Улахан-Чистайское землетрясение является одним из сильных сейсмических событий за 60-летний период инструментальных наблюдений на северо-востоке Якутии, которое случилось в центральной части сейсмотектонической зоны Черского в хр. Улахан-Чистай вблизи восточного окончания кайнозойской Бугчанской впадины. Оно произошло 20 января 2013 г. в 10^h48^m с $K_p=14.4$ на глубине 15 км. Его координаты соответствовали $64.89^\circ N$ и $146.56^\circ E$. Интенсивность сотрясений в эпицентральной области могла достигать 8 баллов. Особенностью данного толчка является отсутствие после него афтершоковой деятельности.

В настоящее время сейсмичность в районе Улахана контролирует сеть цифровых сейсмических станций Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН («Усть-Нера», «Мома», «Артык») и Магаданского филиала ФИЦ ЕГС РАН («Сеймчан», «Сусуман», «Омсукчан», «Омчак»), что позволяет без пропусков регистрировать все землетрясения, начиная с 8 энергетического класса. За XX и начало XXI вв. в зоне влияния Улахана отмечено более 14 тыс. подземных толчков, которые произошли на глубине 7–30 км в пределах земной коры (ее мощность здесь ~ 35 км [1]). Интенсивность сотрясений от более десятка из них достигала в эпицентре $I_0=6-7$ баллов.

Инструментальные данные. Названное землетрясение по данным ISC [2] было зарегистрировано на 1969 сейсмических станциях Мира. Сведения о его параметрах, полученные разными сейсмологическими агентствами, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры Улахан-Чистайского землетрясения 20 января 2013 г. с $K_p=14.4$ по данным Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН и других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
ЯФ ФИЦ ЕГС РАН	10 48 47.3	0.2	64.89	0.01	146.56	0.02	15	10	$K_p=14.4$	[3]
MOS	10 48 45.7	0.93	64.828	0.06	146.535	0.06	12		$MS=5.5/92$, $MPSP=5.7/161$, $M_w=5.9/1$	[4]

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источ- ник
			φ°, N	$\delta\varphi^\circ$	λ°, E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
ISC	10 48 47.3	0.42	64.813	0.03	146.554	0.03	10.5 11.0*	2.4	$M_s=5.5/569$, $m_b=5.7/640$, * $h_{pp}=11.0$	[2]
IDC	10 48 45.5	0.33	64.801		146.615		0f		$M_s=5.2/39$, $m_b=5.0/42$	[2]
NEIC	10 48 47.5	0.1	64.84		146.50		12		$M_s=5.5/295$, $m_b=5.7/298$, $M_w=5.5$	[2]
ВЛ	10 48 45.0		64.73		146.60		10		$M_s=6.1/92$, $m_b=5.3/63$	[2]
GCMТ	10 48 49.5	0.1	64.81		146.64		22.7	0.5	$M_w=5.6/141$	[2]

Относительное расположение эпицентра землетрясения, локализованного в результате разных решений, в плане изображено на рис. 1.

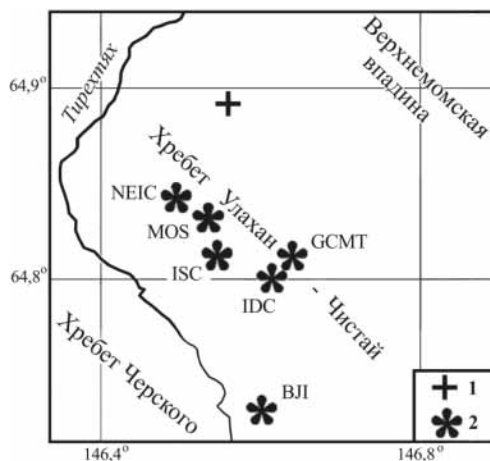


Рис. 1. Локализация эпицентра землетрясения по решениям разных центров

1 – эпицентр по инструментальным наблюдениям ЯФ ФИЦ ЕГС РАН; 2 – решения других агентств.

Как видно из рис. 1, эпицентр по региональному решению, изображенный прямым крестом, занимает крайнее северное положение относительно других его вариантов. Так, эпицентры по данным агентств NEIC, MOS, ISC и IDC отстоят на 7–9 км к югу от его региональной позиции. Наибольшее смещение эпицентра от регионального определения составляет 15 км и принадлежит китайскому сейсмологическому центру ВЛ. Скорее всего, такое одностороннее расположение толчка, определенное рядом агентств, связано с недостатком инструментальных данных в северном румбе из-за редкой сети станций в арктическом регионе.

Глубина гипоцентра $h=15$ км (табл. 1) по данным Якутского филиала мало отличается от оценок h остальных мировых центров, за исключением решения GCMТ, которое превышает их в 1.5 раза ($h=22.7$ км). В любом случае очаг землетрясения располагается в средней части земной коры, имеющей здесь мощность 35 км [1].

Фокальный механизм. Для Улахан-Чистайского землетрясения имеются решения механизма очага агентства MOS [4] по знакам 1-х вступлений продольных P -волн и агентств NEIC и GCMТ по методу тензора сейсмического момента [2]. Их параметры и стереограммы представлены соответственно в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2. Параметры механизма очага Улахан-Чистайского землетрясения 20 января 2013 г. по данным мировых сейсмологических агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	h , км	Магнитуды			Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источ- ник
			M_S	M_s	M_w	T		N		P		$NP1$			$NP2$			
						PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$	
MOS	10 48 45.7	12	5.5			23	360	67	180	0	90	43	74	163	137	74	17	[4]
NEIC	10 48 47.5	12		5.5		35	356	54	166	5	263	33	62	157	135	70	30	[2]
GCMТ	10 48 49.5	22.7			5.6	35	356	52	149	13	257	31	55	163	131	76	36	[2]

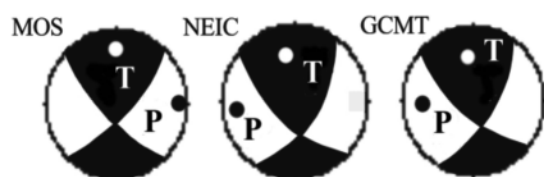


Рис. 2. Стереограммы механизма Улахан-Чистайского землетрясения 20 января 2013 г. с $M_w=5.6$ в проекции нижней полусферы по данным разных агентств (P – положение оси сжатия, T – оси растяжения)

Сопоставляя эти три решения, можно отметить, что все рассчитанные параметры фокального механизма землетрясения с небольшими вариациями практически идентичны между собой и указывают на уверенный тренд однотипных подвижек в очаге, соответствующий левому

сдвигу по плоскости $NP2$ северо-западного простираения. Действительно, вектор сжатия в фокусе землетрясения действовал близгоризонтально (угол наклона к горизонту $0-13^\circ$) в субширотном направлении (азимут $263-270^\circ$), а вектор растяжения – субдолготно (азимут $356-360^\circ$) под углом в $23-35^\circ$. Плоскости сместителя в очаге были субвертикальны: для $NP1$ угол наклона составлял $55-74^\circ$ с простираением ее на северо-восток (азимут $31-43^\circ$), а $NP2$ была наклонена под углом $70-76^\circ$ и ориентирована на юго-восток (азимут $131-137^\circ$).

Расчетная интенсивность I_0 . Максимальная магнитуда M_s в табл. 1, определенная по вертикальной компоненте поверхностных волн на 92 сейсмических станциях, составляет 6.1 (агентство ВЛ). Другой расчет этой же магнитуды соответствует $M_s=5.5$ (агентство ISC) по наблюдениям 569 станций, и такая же магнитуда получена в агентстве (MOS) по меньшему числу (92) станций. Величина моментной магнитуды $M_w=5.6$ была получена по данным 141 станции (агентство GСMT). Выполним расчеты интенсивности сотрясений в эпицентре I_0 для указанных магнитуд при глубине очага $h=11$ км, найденной по глубинной pP -фазе, используя уравнение макросейсмического поля из [5]:

$$I_0=1.5M-3.2\lg h+2.7$$

В итоге получаем следующие значения интенсивности: $I_0=8.5, 7.8, 7.6$ балла или в среднем – 8 баллов.

Сопоставим варианты расчетной интенсивности I_i с интенсивностью, наблюдаемой в ближайшем населенном пункте Сасыр, расположенном в 52 км к северо-востоку от эпицентра. Гипоцентральное расстояние для данного события при $h=11$ км и $\Delta=52$ км будет составлять $r=53$ км. Тогда, согласно расчетов, имеем следующие результаты $I_i=7.6, 5.6, 5.4$ балла, или в среднем 6 баллов.

Опросы населения в селе Сасыр показали, что макроэффекты, наблюдавшиеся в нем, соответствовали 6–7 баллам, что близко к расчетным параметрам, поэтому можно считать, что использованное уравнение макросейсмического поля вполне применимо для оценки интенсивности в очаговой зоне Улахан-Чистайского события.

Макросейсмические данные. Согласно опросам местного населения, землетрясение ощущалось в трех северо-восточных районах Республики Саха (Якутия) (Оймяконском, Момском и Верхнеколымском), а также на юге Магаданской области на площади почти в 300 тыс. км². Ниже дано их описание в порядке убывания балльности.

$I_i=6-7$ баллов. В ближайшем к эпицентру селе Сасыр (52 км к северо-востоку от эпицентра), где все постройки одноэтажные и деревянные, наблюдались возмущения в 6–7 баллов. В момент землетрясения жители находились в помещении. Все почувствовали мощный удар с грохотом, казалось, что «бульдозер рушит дома». От страха многие в панике выбегали на мороз. Внутри домов все двигалось и содрогалось: мебель, посуда, шкафы, открывались двери, падали предметы на пол и др. У одного жителя упал с тумбочки телевизор. От вибрации в отдельных домах треснули стекла в окнах и появились трещины в печах. Положительным фактором для жителей села, где дома построены на слабых болотистых грунтах в долине р. Момы, явилось возникновение подземного толчка в зимний период, т.к. летом макроэффекты при оттайке грунтов могли быть, по крайней мере, на один балл выше.

$I_i=6$ баллов. 6-балльные сотрясения отмечены в пп. Усть-Нера и Артык (90–160 км от эпицентра). Толчок почувствовало большинство населения, которое было очень испугано. Особенно сильно воздействие «тряски» наблюдалось в каменных 2–5-этажных домах пос. Усть-Нера. При первом ударе все почувствовали резкое колебание стен, затем в течение нескольких минут здания начали раскачиваться. Все это сопровождалось сильным глухим гулом. Во время колебания зданий открывались и закрывались двери шкафов, смещалась одежда на плечиках. В стыках стен появились микротрещины. Дребезжала посуда, стекла окон, стеклянные полки и дверцы кухонных шкафчиков. Перемещалась мебель, скрипели диваны и качались висячие предметы. Наблюдался испуг домашних животных. В то же время в деревянных одноэтажных домах поселка ощущались сотрясения меньшей интенсивности.

$I_i=5$ баллов. С интенсивностью в 5 баллов землетрясение наблюдалось в пп. Нелькан и Угольное на расстоянии 180 км от эпицентра. Слабее, с $I_i=4$ балла, это событие проявилось в пп. Томтор, Хону и Зырянка на расстоянии от 220 до 250 км. В Магаданской области очевидцы в населенных пунктах: Сусуман, Сеймчан и Талая, отстоящих от эпицентра на 220–500 км,

отмечали сейсмические воздействия в 2–4 балла. Дальше всех (610 км к юго-востоку от эпицентра) этот толчок заметили жители г. Магадана на верхних этажах жилых зданий с интенсивностью I_1 до 2 баллов.

В сумме воздействия Улахан-Чистайского землетрясения почувствовали жители 12 населенных пунктов. Эти сведения приведены в табл. 3.

Таблица 3. Макросейсмические сведения об Улахан-Чистайском землетрясении 20 января 2013 г. с $K_p=14.4$, $M_w_{GCMT}=5.6$

№	Пункт	Δ , км	φ° N	λ° E
1	<u>6–7 баллов</u>	52	65.16	147.08
	Сасыр			
2	<u>6 баллов</u>	95	64.18	145.13
	Артык			
	Усть-Нера			
3	<u>5 баллов</u>	160	64.57	143.23
	Нелькан			
4	Угольное	177	65.74	149.72
5	<u>4 балла</u>	222	65.73	150.90
	Зырянка			
6	Сусуман	247	62.78	148.15
7	<u>3 балла</u>	232	66.47	143.22
	Хонуу			
8	Томтор	242	63.29	143.18
9	Сеймчан	358	62.93	152.38
10	<u>2–3 балла</u>	511	61.13	152.40
	Талая			
11	Магадан	610	59.57	150.78
12	<u>Не ощущалось</u>	618	67.65	134.63
13	Куберганя			
14	Белая гора			
15	Багагай			

Из карты изосейст (рис. 3), где показана трасса Улахана, следует, что затухание сейсмических колебаний к северо-западу по простиранию разлома происходило быстрее, чем в юго-восточном направлении. На это указывают данные из табл. 3, где в г. Магадане (610 км к юго-востоку от эпицентра) наблюдались сотрясения в 2 балла, в то время как в пос. Багагай на таком же расстоянии к северо-западу землетрясение не ощущалось. Возможно, это связано экранированием поперечными локальными разломами, развитыми на северо-западном окончании Улахана.

На основе опроса местного населения по телефону, электронной почте, сообщениям в Internet и сведениям из газет была составлена карта изосейст (рис. 3).

Сеймотектоническая и палеосейсмологическая обстановка. Эпицентр Улахан-Чистайского землетрясения приурочен к трассе крупного регионального разлома Улахан (в переводе с якутского – большой) северо-западного простирания (рис. 4). Он трасируется более чем на 1500 км на юго-восток от р. Индигирки до р. Колымы и далее, менее надежно, до побережья Охотского моря. Разлом отделяет Североамериканскую плиту от Евразийской и Охотоморской литосферных плит [7, 8].

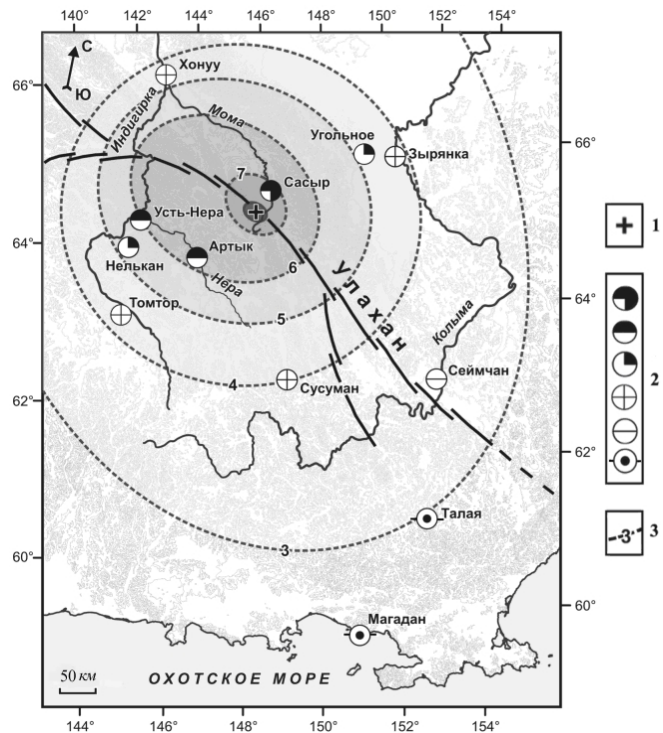


Рис. 3. Карта изосейст Улахан-Чистайского землетрясения 20 января 2013 г. $10^{14.8} \text{ м}^3$ с $K_p=14.4$, $M_w_{GCMT}=5.6$

1 – эпицентр толчка по инструментальным данным ЯФ ФИЦ ЕГС РАН [3]; 2 – интенсивность сотрясений в баллах шкалы MSK-64 [6]; 7, 6, 5, 4, 3, 2; 3 – изосейсты; сплошная линия – трасса разлома Улахан.

При дешифрировании космоснимков (рис. 4) линия разлома отчетливо выделяется в виде эшелона левых кулис, в полостях которых заложен ряд молодых впадин «pull-apart».

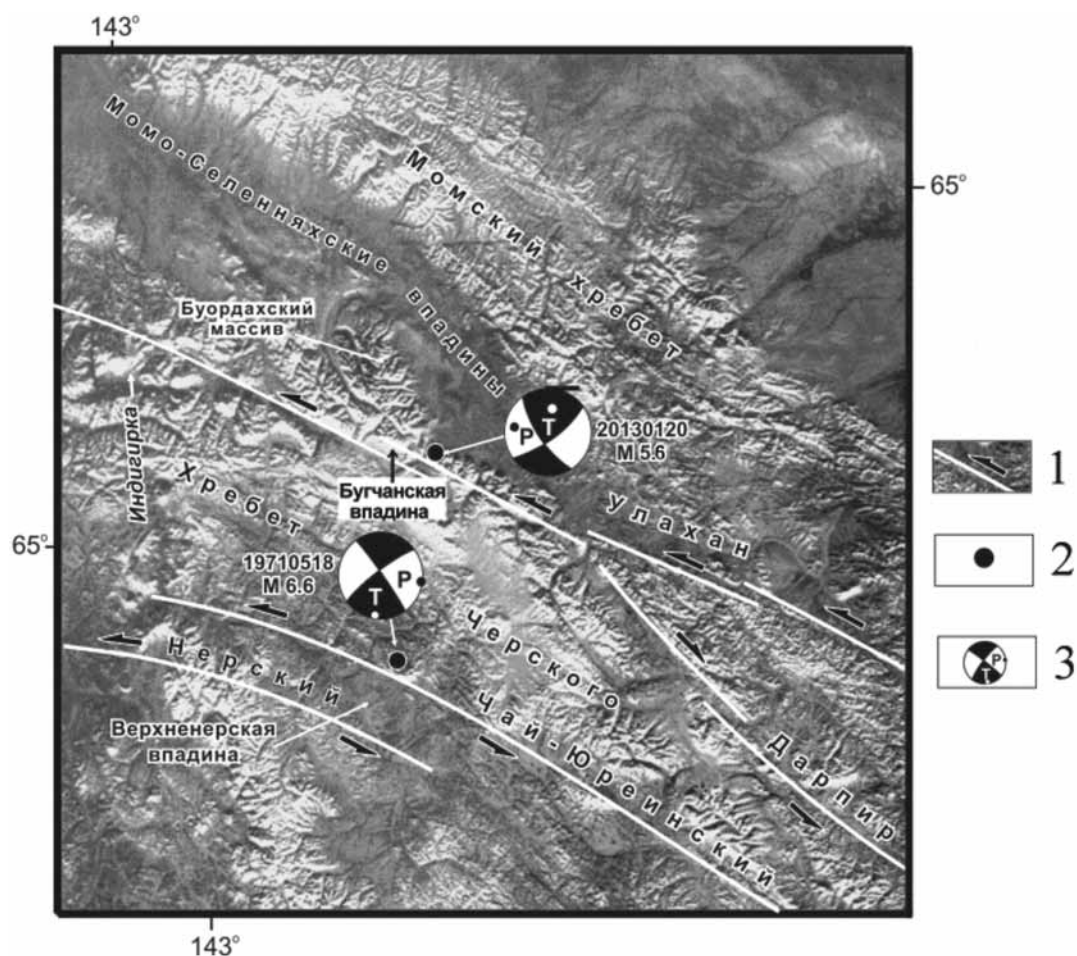


Рис. 4. Главные сейсмогенные структуры сеймотектонической зоны Черского на основе дешифрирования космоснимка «Метеор»

1 – активные разломы сдвиги: Улахан, Чай-Юреинский, Нерский, Дарпир; 2 – эпицентры сильных землетрясений (Артыкское 18.05.1971 г. [9]; Улахан-Чистайское 20.01.2013 г.); 3 – стереограммы их фокальных механизмов в проекции нижней полусферы (P – положение оси сжатия, T – оси растяжения).

Вместе с тем, левобочные движения характерны здесь для большей части Индигиро-Колымской системы разломов [7, 8, 10], как, например, для соседнего регионального Чай-Юреинского сдвига, к которому приурочено сильное Артыкское землетрясение 18.05.1971 г. с $M=6.6$ [9], локализованное вблизи кайнозойской Верхненерской впадины (рис. 4).

В итоге можно констатировать, что за весь период инструментальных наблюдений в зоне влияния разлома Улахан не было зарегистрировано ни одного сильного события с интенсивностью I_0 в эпицентре более 7 баллов. Поэтому возникновение здесь 8-балльного Улахан-Чистайского землетрясения 2013 г., несомненно, свидетельствует о реактивации современных тектонических движений в его зоне влияния.

Рассмотрим особенности плейстосейстовой области Улахан-Чистайского землетрясения. На крупномасштабной (1 : 200 000) топокарте (рис. 5) показана трасса сдвига Улахан, где его кинематика уверенно диагностируется по участкам приспособления к зоне разлома элементов гидросети, смещениям русел отдельных водотоков, изменениям различных форм рельефа, кулиности морфоструктур и др. Повышенная мобильность Улахана подтверждается наличием в его системе следов современных землетрясений в виде обвалов, осыпей, камнепадов и т.д., а также крупных сейсмических событий прошлого (~ 20 палеосейсмодислокаций и сейсмопроявлений с возрастом от 4 тыс. лет и меньше). К наиболее крупным из них относятся сейсмодислокации «Чибагалах», «Тирехтях», «Урультун» и «Купкинская» [8].

На карту вынесен район палеосейсмодислокации «Тирехтях», возникшей примерно 0.5–1 тыс. лет назад после древнего землетрясения с $M \geq 7.0$ [8, 10, 11]. Следы этого события до сих пор видны на местности и закартированы в виде обширного роя сейсмогравитационных обвалов и оползней на площади несколько десятков $км^2$. Из них особенно впечатляет обвальная плотина «Ерюн-Тас-Тас» высотой до 50 м, которая перекрыла долину одноименного ручья (правого притока р. Тирехтях), после чего образовалось озеро, которое позднее было спущено из-за прорыва плотины [8, 10–12]. Ее фото приведено во вставке рис. 5. Названный обвал хорошо сохранился и отчетливо виден в поисковой системе «Google».

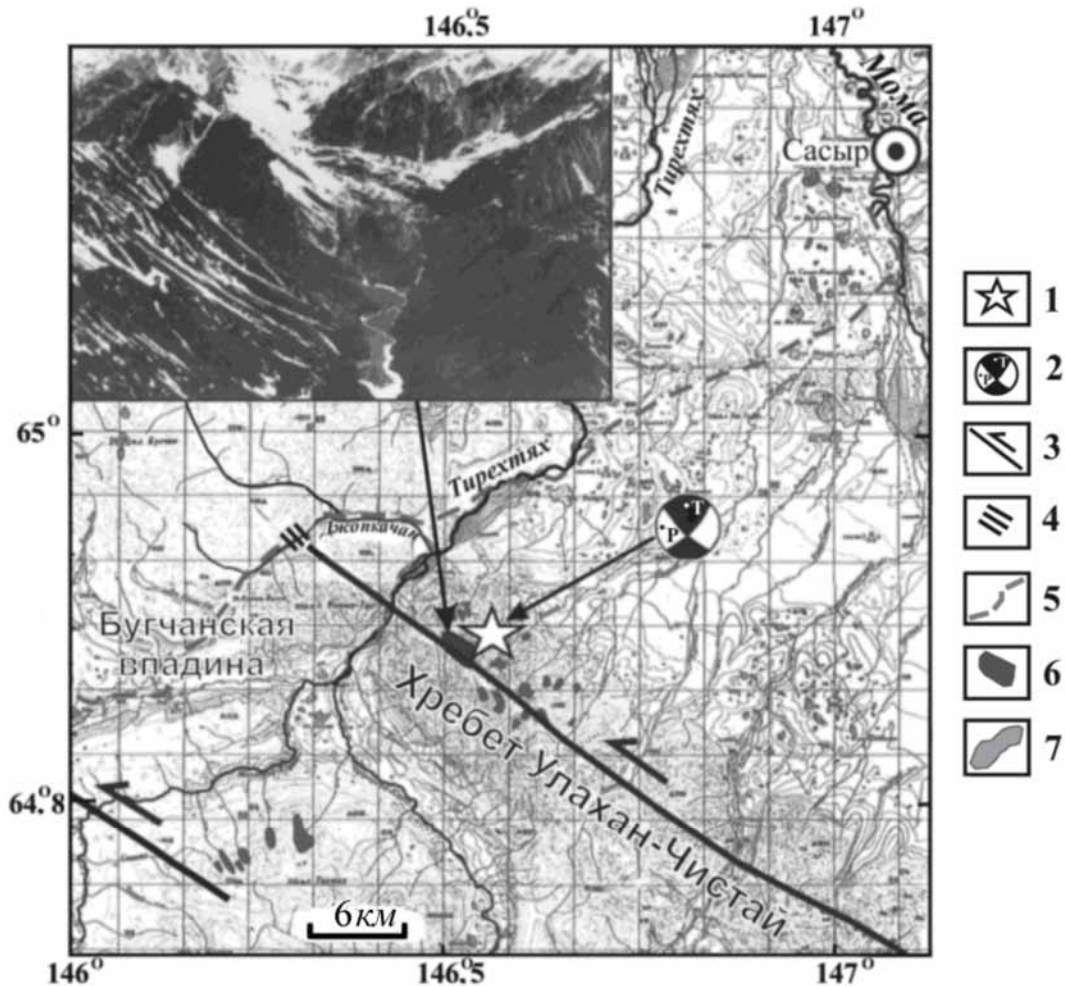


Рис. 5. Сейсмотектонические особенности эпицентральной зоны Улахан-Чистайского землетрясения 2013 г.

1 – инструментальный эпицентр; 2 – стереограмма фокального механизма в проекции нижней полусферы; 3 – трасса разлома Улахан (левый сдвиг); 4 – каналы поперек автозимника в долине ручья Джопкачан (левый приток р. Тирехтях); 5 – трасса автозимника Усть-Нера-Сасыр (пунктир); 6 – палеосейсмодислокация «Тирехтях» [11, 12] (крупный обвал – плотина – фото во вставке); 7 – наледы в долине р. Тирехтях.

После нанесения на карту эпицентра по инструментальным данным оказалось, что он локализован рядом с упомянутым выше древним обвалом, что подтверждает долговременную мобильность разлома Улахан. Последний также ограничивает на данной площади кайнозойские отложения Бугчанской мини-впадины, которая возникла здесь как структура растяжения в полости левой кулисы названного дизъюнктива. Эта территория характеризуется повышенной плотностью теплового потока (до $70 мВт/м^2$) и широким развитием наледных процессов [7, 8]. Пространственное совпадение этих явлений, по-видимому, неслучайно, т.к. все они тяготеют к зоне рассматриваемого разлома, современные подвижки по которому нарушают целостность земной коры и способствуют, вероятно, подтоку внутриземного тепла к поверхности, вызывая формирование таликов и развитие наледей.

Отдельные признаки подобной активизации наблюдались в эпицентральной зоне Улахан-Чистайского события. Особенно ярко они проявились на участке, расположенном вдоль террасы ручья Джопкачан (левый приток р. Тирехтях), по которой был проложен временный автозимник Сасыр-Усть-Нера (показан на рис. 5 пунктиром) в 14 км к северо-западу от эпицентра. Как отметили водители фур, проезжавшие здесь до нового года, дорога была в хорошем состоянии. Отправившись в обратный путь после землетрясения, группа автомашин попала в несколько глубоких канав и рытвин глубиной до 1 м, образовавшихся поперек полотна дороги там, где ее пересекал разлом. Они возникли после землетрясения и были заполнены снегом с водой, при этом вода была выдавлена при смещении грунта.

С морфо-кинематической характеристикой разлома Улахан, к которому приурочен эпицентр Улахан-Чистайского землетрясения, были сопоставлены приведенные выше параметры разных решений механизма его очага (рис. 2). Выявилась их полная аналогия, т.к. по геологоструктурным данным [7, 8] установлено, что разлом Улахан имеет простирание с северо-запада на юго-восток (азимут 280–320°), а поверхность его разрыва – близвертикальна (угол наклона 75–90°). Геометрия разлома, с образованием на отдельных участках левосторонних кулис, подтверждает его кинематику, соответствующую левому сдвигу [5, 7–9]. Это фиксируется, например, в современном рельефе, когда при пересечении разломом Улахан верховьев рек Рассоха, Омулёвка и Дарпир-Юрях выявлено систематическое смещение влево их русел. Указанные тектонические движения могут также способствовать поднятию Буордахского гранитоидного массива (рис. 4) с самой большой горной вершиной на северо-востоке Азии – пиком Победы, высотой свыше 3000 м.

Приведенные данные об Улахан-Чистайском событии свидетельствуют о высоком сейсмическом потенциале разлома Улахан, способном генерировать землетрясения с $M_s \geq 6$.

Л и т е р а т у р а

1. Mackey K.G., Fujita K., Ruff L.J. Crustal thickness of Northeast Russia // *Tectonophysics*. – 1998. – 284. – P. 283–297.
2. International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
3. Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Старкова Н.Н. (отв. сост.), Хастаева Е.В., Каратаева А.С., Москаленко Т.П., Денег Е.Г. (сост.). Каталог землетрясений и взрывов Якутии с $K_p \geq 7.6$ за 2013 г. // *Землетрясения Северной Евразии*. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD_ROM.
4. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2013 // ФИЦ ЕГС РАН [Сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2013
5. Козьмин Б.М. Сейсмические пояса Якутии и механизмы очагов их землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 127 с.
6. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
7. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Активные разломы и сейсмотектоника Северо-Восточной Якутии. – Якутск: ЯИГН СО РАН, 1990. – 140 с.
8. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмотектоника Якутии. – М.: ГЕОС. 2000. – 227 с.
9. Fujita K., Koz'min B.M., Mackey K.G., Riegel S.A., Mclean M.S. and Imaev V.S. Seismotectonics of the Chersky seismic belt, eastern Russia (Yakutia) and Magadan district, Russia // *Geology, geophysics and tectonics of Northeastern Russia: a tribute to Leonid Parfenov* // Stephan Mueller Spec. Publ. – 2009. – 4. – P.117–145.
10. Гусев Г.С. Складчатые структуры и разломы Верхояно-Колымской системы мезозой. – М.: Наука, 1979. – 207 с.
11. Важенин Б.П. Палеосейсмодислокации в сейсмическом поясе Черского // *Сейсмологические и петрофизические исследования на северо-востоке России*. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1992. – С. 79–102.
12. Важенин Б.П. Принципы, методы и результаты палеосейсмогеологических исследований на Северо-Востоке России. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН. 2000. – 205 с.

METADATA IN ENGLISH

The JANUARY 20, 2013 ULAKHAN-CHISTAI EARTHQUAKE

of $K_p=14.4$, $M_w=5.6$, $I_0^p=8$ (Northeast Yakutia)

B.M. Koz'min^{1,2}, S.V. Shibaev¹, L.P. Imaeva³, V.S. Imaev³, A.F. Petrov¹

¹ *Yakutia branch of Federal Research centre, Unified Geophysical survey of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia, shibaev@emsd.yasn.ru*

² *Institute of Diamond and Precious Metal Geology, Siberian Division, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia, b.m.kozmin@diamond.yasn.ru*

³ *Institute of the Earth's Crust, Siberian Division, Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia, imaeva@crust.irk.ru*

Abstract. The results of interpretation of seismological, geological–geophysical, seismotectonic, and macroseismic data obtained for the focal zone of the strong Ulakhan-Chistay earthquake ($M_w=5.6$) that occurred on January 20, 2013 in the Chersky Ranges system, at the boundary of lithospheric plates of Eurasia and North America, are presented. Epicenter of the event is confined to Ulakhan-Chistay Ridge, close the Cenozoic-aged Bugchan basin. Comparison is made between the hypocentre parameters of this event determined on the basis of data from regional seismic stations and the solutions based on the data from other seismic agencies worldwide. The earthquake occurred in the zone of the major Ulakhan fault which is seen in space images and is traced in topography between the Indigirka and Kolyma Rivers over a distance 1500 km. A characteristic feature of the fault is origination within its limits of quakes without aftershocks which was the case during the 2013 event too. Statistics of seismic manifestations observed in the past century and early this century show that over 14 thousand local event were noted in the zone influenced by the Ulakhan fault within the Earth's crust (~35 km thick) at a depth of 7–30 km. The epicentral intensity of more than ten events reached 6–7 in the Russian scale (MSK-64). Apart from high seismicity, some additional geodynamic indicators of Ulakhan fault reactivation were recognized, particularly a high heat flux, icings, paleo and modern seismodislocations, etc. Macroeffects of the Ulakhan–Chistay earthquake observed over an area of 300 thousand sq. km in three arctic districts of Yakutia and in the south of the Magadan region were studied. The epicentral intensity of this event is 8. This is supported by a close proximity of the regional epicenter to the well-preserved Terekhtyakh paleoseismodislocation that originated more than a thousand years ago after strongest paleo earthquake and is clearly seen the Google search system. It is shown that the epicentral intensity of the earthquake corresponds to the regional macroseismic field equation. The comparison of focal mechanism parameters of the 2013 earthquake and morphokinematic characteristic of the Ulakhan fault, to which epicenter is confined, permitted us to confidently determine the crush plane has NW strike and is inclined to SW at 74–76°. According to seismological data, motions in the earthquake source coincide with the modern type of tectonic motions on the Ulakhan fault and correspond left lateral strike slip. It is supposed that the Ulakhan possesses a higher seismic potential and can generate earthquakes $MS \geq 6$.

Keywords: Yakutia, seismicity, earthquake, focal mechanism, macroseismic and seismotectonic data, Ulakhan fault, paleoseismodislocation.

DOI: 10.35540/1818-6254.2019.22.29

For citation: Koz'min, B.M., Shibaev, S.V., Imaeva, L.P., Imaev, V.S., & Petrov, A.F. (2019). The January 20, 2013 Ulakhan–Chistai earthquake of $K_p=14.4$, $M_w=5.6$, $I_0^p=8$ (northeast Yakutia). *Earthquakes in Northern Eurasia* [Zemletriaseniia Severnoi Evrazii], 22 (2013), 320–328. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.29

R e f e r e n c e s

1. Mackey, K.G., Fujita, K., & Ruff, L.J. (1998). Crustal thickness of northeast Russia. *Tectonophysics*, 284 (3–4), 283–297.
2. International Seismological Centre. (2019). On-line Bulletin, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom. Retrieved from <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
3. Shibaev, C.V., Koz'min, B.M., Starkova, N.N., Hastaeva, E.V., Karataeva, A.S., Moskalenko, T.P., & Denega, E.G. (2019). Catalog of earthquakes and explosions of Yakutia from $K_p \geq 7.6$ for 2013. *Earthquakes in Northern Eurasia* [Zemletriaseniia Severnoi Evrazii], 22(2013), Appendix on CD. (In Russ.).
4. Seismological bulletin of GS RAS (2019). Retrieved from ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2013/

5. Koz'min, B.M. (1984). *Seismicheskie poiasa Iakutii i mekhanizmy ochagov ikh zemletriasenii* [Seismic belts of Yakutia and the mechanisms of the foci of their earthquakes]. Moscow: Nauka Publ, 127 p. (In Russ.).
6. Medvedev, S.V., Sponheuer, W., & Kárník, V. (1965). *Shkala seismicheskoi intensivnosti MSK-64* [Seismic Intensity Scale MSK-64]. Moscow: Interdepartmental Geophysical Commission of the USSR Acad. Sci. Publ., 11 p. (In Russ.).
7. Imaev, V.S., Imaeva, L.P., & Koz'min, B.M. (1990). *Aktivnye razlomy i seismotektonika Severo-Vostochnoi Iakutii* [Active faults and seismotectonics of Northeastern Yakutia]. Jakutsk: JaIGN SO RAN Publ, 140 p. (In Russ.).
8. Imaev, V.S., Imaeva, L.P., & Koz'min, B.M. (2000). *Seismotektonika Iakutii* [Seismotectonics of Yakutia]. Moscow: GEOS Publ, 227 p. (In Russ.).
9. Fujita, K., Kozmin, B.M., & Mackey, K.G. (2009). Seismotectonics of the Chersky seismic belt, eastern (Yakutia) and Magadan district, Russia. In: *Geology, geophysics and tectonics of Northeastern Russia: a tribute to Leonid Parfenov* (pp. 117–145). Stephan Mueller Spec. Publ. (Ser., 4).
10. Gusev, G.S. (1979). *Skladchatye struktury i razlomy Verkhoyano-Kolymskoi sistemy mezozoid* [Folded structures and faults of the Verkhoyansk-Kolyma system, the mesozoid]. Moscow: Nauka Publ, 207 s. (In Russ.).
11. Vazhenin, B.P. (1992). Paleoseismic dislocation in the Chersky seismic belt. In *Seismologicheskie i petrofizicheskie issledovaniia na severo-vostoke Rossii* [Seismological and petrophysical studies in northeastern Russia] (pp. 79–102). Magadan: SVKNII DVO RAN Publ. (In Russ.).
12. Vazhenin, B.P. (2000). *Printsipy, metody i rezul'taty paleoseismogeologicheskikh issledovaniy na Severo-Vostoke Rossii* [Principles, methods and results of paleoseismological and geological research in the North-East of Russia]. Magadan: SVKNII DVO RAN Publ., 205 p. (In Russ.).