

**ЯКУТИЯ****Б.М. Козьмин**

С начала 1998 г. сеть сейсмических станций на территории Якутии, также как и в 1997 г., состояла из 13 пунктов наблюдений, но в сентябре была закрыта сейсмическая станция «Нежданинск» в связи с ликвидацией одноименного поселка и число станций уменьшилось до 12. Две из них («Якутск» и «Тикси») были оборудованы приборами с цифровой записью землетрясений на компьютер и входили в систему IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology), поддерживаемую консорциумом научных учреждений США в области сейсмологии. Остальные станции имели аналоговую аппаратуру (табл. 1) и фиксировали сейсмические события на осциллографную фотобумагу.

**Таблица 1.** Сейсмические станции Якутии, работавшие в 1998 г., и их параметры

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	$V_{max}$	$\Delta T_{max}, с$
		межд.	рег.								
1	Якутск	YAK	Як	04.10.1957 01.09.1993	62.03	129.68	91	СКМ-3 СКД IRIS цифр/ст	N, E, Z N, E, Z	35000 1250	0.7–1.5 0.2–20
2	Чульман	CLN	Члм	05.08.1962	56.85	124.90	580	СКМ-3	N, E, Z	34400	0.4–0.9
3	Усть-Нера	USN	У-Нр	21.11.1962	64.57	143.23	485	СКМ-3	N, E, Z	34000	0.2–1.2
4	Усть-Нюкжа	USZ	У-Н	18.07.1964	56.56	121.59	415	СКМ-3	N, E, Z	50000	0.2–1.3
5	Чагда	CGD	Чгд	04.10.1968	58.75	130.62	185	СКМ-3	N, E, Z	38500	0.2–1.2
6	Батагай		Бтг	12.03.1975	67.65	134.63	127	СКМ-3	N, E, Z	37500	0.2–1.4
7	Нежданинск (закрыта 01.09.1998)		Нжд	06.09.1980	62.50	139.06	603	СКМ-3	N, E, Z	42400	0.2–1.2
8	Усть-Уркима		Урк	22.04.1981	55.30	123.22	540	СКМ-3	N, E, Z	41000	0.2–1.2
9	Мома		Мома	05.03.1983	66.47	143.22	192	СКМ-3	N, E, Z	40500	0.2–1.3
10	Найба		Нб	03.12.1985	70.85	130.73	5	СКМ-3	N, E, Z	26300	0.2–1.1
11	Сасыр		Сср	28.10.1986	65.16	147.08	580	СКМ-3	N, E, Z	41000	0.2–1.2
12	Артык		Ар	04.07.1988	64.18	145.13	700	СКМ-3	N, E, Z	37000	0.2–0.9
13	Тикси	TIK	Ткс	13.08.1995	71.63	128.86	38	IRIS цифр/ст			

Энергетическая представительность землетрясений в Южной Якутии до сентября 1998 г. совпадала с таковой в 1997 г. [1]. В системе хр. Черского, благодаря сближенной группе станций «Усть-Нера», «Мома», «Артык» и «Сасыр», без пропусков могли фиксироваться толчки с  $K_p \geq 8$ . После закрытия станции «Нежданинск» энергетическая представительность землетрясений понизилась в Центральной Якутии до граничного значения  $K_p \geq 9$ . Вблизи побережья моря Лаптевых и севернее Верхоянска, где регистрацию обеспечивали две станции («Тикси» и «Найба»), а следующая станция «Батагай» располагалась в 600 км к юго-востоку от них, уровень представительности начинался с  $K_p \geq 9.5$ . Для остальных участков региона порог представительности не изменился и соответствовал  $K_p \geq 12$ .

Для определения параметров эпицентров землетрясений, кроме сведений, полученных системой наблюдений в Якутии, использовались также материалы обработки инструментальных наблюдений сети станций в Прибайкалье (Иркутск), Приамурье (Южно-Сахалинск) и Приохотье (Магадан). Около 70% информации было получено на основе компьютерной обработки данных, остальная часть – по результатам ручной обработки на планшетах. Действующая система наблюдений позволяла находить местоположение эпицентров с ошибкой 10 и 25 км.

По результатам обработки инструментальных данных составлен каталог, включающий 766 землетрясений. На его основе построена карта эпицентров землетрясений Якутии (рис. 1), где также обозначены местоположение сейсмических станций, границы 12 сейсмо-активных районов и линии основных активных разрывных нарушений. Анализ количественного распределения землетрясений в 1998 г. по сейсмоактивным районам и энергетическим классам приведен в табл. 2. В каталог землетрясений Якутии [2] включены 323 землетрясения с  $K_p \geq 7.6$ .

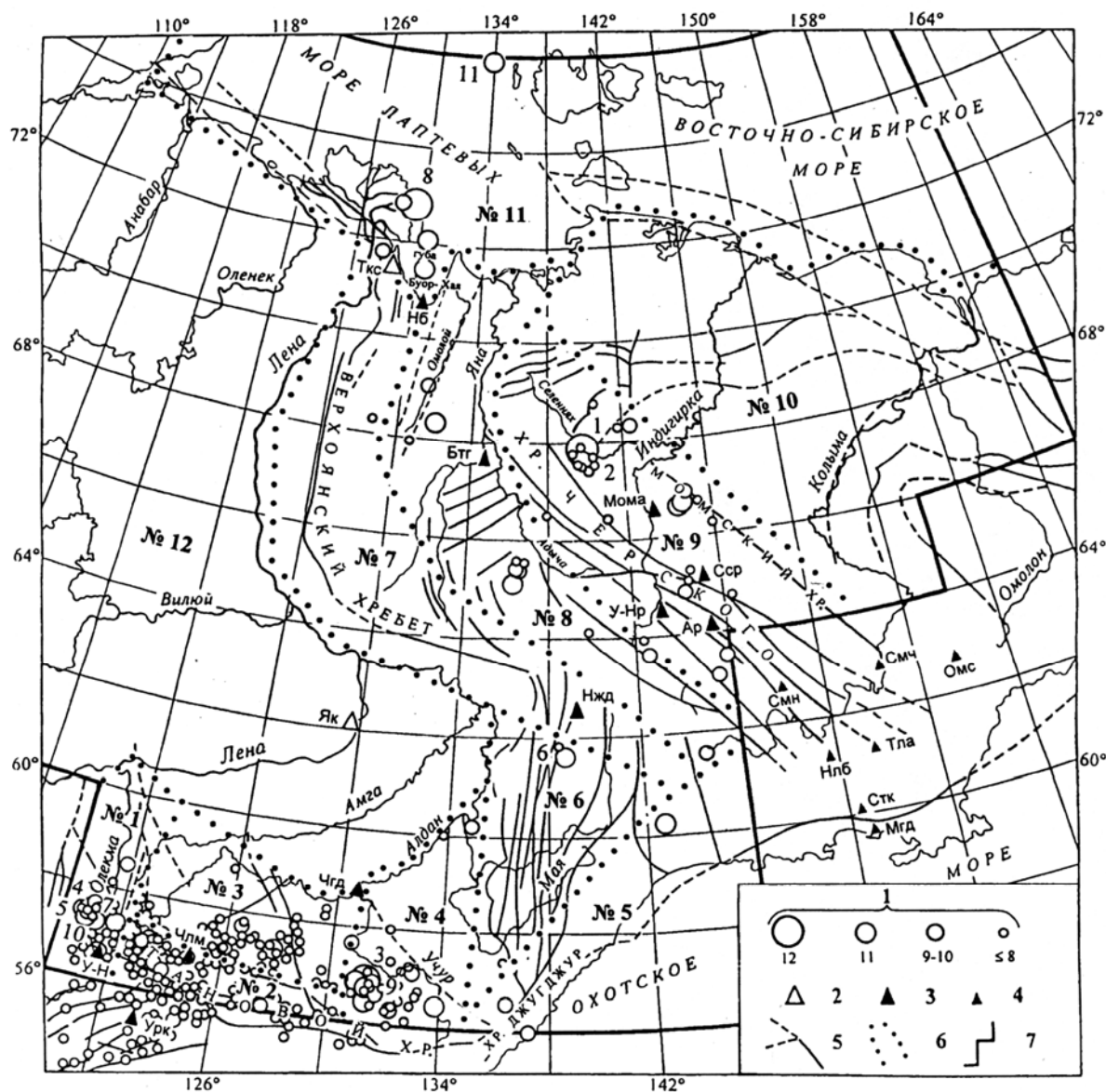


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Якутии за 1998 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2, 3 – сейсмическая станция, опорная и региональная соответственно; 4 – сейсмическая станция соседних регионов; 5 – разлом, установленный и предполагаемый (пунктир); 6, 7 – граница района и региона соответственно.

В 1998 г. имело место незначительное снижение уровня сейсмической энергии ( $\Sigma E = 4.53 \cdot 10^{12}$  Дж), по сравнению с таковым в 1997 г. ( $\Sigma E = 4.94 \cdot 10^{12}$  Дж [1]). Наибольшая суммарная сейсмическая энергия выделилась на севере и северо-востоке региона в районах Лаптевском (№ 11), Учурском (№ 4) и хр. Черского (№ 9). На юге региона (районы №№ 1–4) произошло 718 землетрясений или 93% от их общего числа. Вместе с тем суммарное значение высвободившейся здесь сейсмической энергии ( $\Sigma E = 1.9 \cdot 10^{12}$  Дж) составило всего 42% от всей  $\Sigma E$  за год.

**Таблица 2.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам

№	Район	$K_{min}$	$K_p$							$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^{12}$ , Дж
			6	7	8	9	10	11	12		
1	Олекминский	8	23	266	123	32	23	4	–	471	0.5347
2	Становой хребет	8–9	27	77	32	9	–	–	–	145	0.0148
3	Алданское нагорье	8–9	–	43	17	4	1	–	–	65	0.0251
4	Учурский	10	–	7	21	4	3	1	1	37	1.3537
5	Охотский	10	–	–	1	2	1	–	–	4	0.0114
6	Хребет Сетте-Дабан	9–10	–	–	1	1	–	1	–	3	0.0406
7	Верхоянский хребет	9	–	–	1	–	–	–	–	1	0.0002
8	Яно-Оймяконское нагорье	9	–	–	3	4	2	–	–	9	0.0308
9	Хребет Черского	8–9	–	4	15	6	2	1	1	29	1.1062
10	Приморская низменность	10–11	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11	Лаптевский	12	–	–	–	2	2	1	1	6	1.4153
12	Восточная часть Сибирской платформы	11–12	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Всего		50	397	214	64	34	8	3	770	4.5330

Самым активным на юге территории был **Олекминский район (№ 1)**. Здесь продолжал свою деятельность Олдонгсинский рой землетрясений [1], который возник на северо-восточном фланге хр. Удокан в октябре 1997 г. Число событий роя в 1998 г. уменьшилось до 411 (в 1997 г. их было 597 [1]). Сейсмический процесс в рое протекал в течение года крайне неравномерно: с активизацией в январе (89 толчков), июне (55), августе (49) и октябре (94) и ослаблением активности – в другие месяцы года. В течение 1998 г. в последовательности роя было зарегистрировано 4 землетрясения (4, 5, 7, 10 на рис. 1) с  $K_p=10.6-10.7$ : 30 июня в  $12^h03^m$  с  $K_p=10.6$ , 6 августа в  $09^h28^m$  с  $K_p=10.7$ , 10 августа в  $20^h13^m$  с  $K_p=10.6$ , 15 октября в  $20^h33^m$  с  $K_p=10.6$  [2]. Небольшая группа землетрясений с  $K_p=7-10$  отмечена в среднем течении р. Олекмы вблизи сейсмической станции «Усть-Нюкжа» ( $\Delta=30-40$  км) и приурочена к плейстосейстовой зоне трех сильных Олекминских землетрясений 1958 и 1967 гг. с  $M=6.5-7.0$  [3].

В пределах **Станового хребта (№ 2)** уровень выделившейся сейсмической энергии в 1998 г. был на порядок меньше его значения в 1997 г. ( $0.01 \cdot 10^{12}$  Дж и  $0.13 \cdot 10^{12}$  Дж соответственно). Как и раньше, самыми подвижными участками этого района являлись западный (междуречье Олекмы и Алдана) и восточный (Токинский Становик) фланги Станового хребта. Очаги землетрясений приурочены здесь в основном к системе разрывных нарушений Станового краевого шва, имеющего субширотное простирание вдоль 56 параллели от р. Олекмы к Охотскому морю [4].

Сейсмичность **Алданского нагорья (№ 3)** не изменилась, в сравнении с таковой в 1997 г. как по числу зафиксированных событий, так и по величине  $\Sigma E$  [1]. Наиболее активной была его центральная часть, где между сейсмическими станциями «Чульман» и «Чагда» отмечена основная масса толчков с  $K_p=7-10$ .

Вторым по величине суммарной сейсмической энергии, высвободившейся на юге Якутии, был **Учурский район (№ 4)**. Повышенная активность была характерна для его южной части. На карте эпицентров землетрясений (рис. 1) можно легко заметить облако эпицентров, локализованных между долиной р. Учур и Становым хребтом. Сильный ( $K_p=12.1$ ) толчок (3) произошел здесь 1 марта в  $04^h45^m$ , в зоне влияния Идюмского надвига, ограничивающего с севера Токинскую впадину. Надвиг длиной около 150 км имеет субширотное простирание и пересекает р. Идюм (бассейн р. Учур) в его среднем течении [5]. За главным толчком последовала серия из 26 афтершоков с  $K_p=6-11$ . Наибольшую энергию ( $K_p=10.7$ ) в очаге имел повторный толчок (9), отмеченный 29 сентября в  $11^h46^m$ . Энергетическая ступень между главным толчком и максимальным афтершоком составляет  $\Delta K_a=1.4$ .

Слабые проявления сейсмичности выявлены в **Охотском районе (№ 5)**. В его пределах отмечены три землетрясения на склонах хр. Джугджур на юге (29 сентября в  $00^h29^m$  с  $K_p=8.9$ , 14 октября в  $15^h17^m$  с  $K_p=8.7$ , 8 ноября в  $08^h43^m$  с  $K_p=8.2$ ) и одно событие – вблизи параллели

ли  $60^\circ$  – на севере (25 ноября в  $18^{\text{h}}23^{\text{m}}$  с  $K_p=10.0$ ). К югу от станции «Нежданинск» были зарегистрированы два землетрясения в **хребте Сетте-Дабан (№ 6)**, произошедшие 9 августа в  $09^{\text{h}}23^{\text{m}}$  с  $K_p=10.6$  и 10 августа в  $13^{\text{h}}09^{\text{m}}$  с  $K_p=7.7$  и приуроченные к субдолготному Бурхалинскому сдвигу [4].

Одним из спокойных в 1998 г. был район **Верхоянского хребта (№ 7)**, где отмечено только одно землетрясение с  $K_p=8.4$ , произошедшее 19 ноября в  $06^{\text{h}}48^{\text{m}}$ . Более подвижным оказался район **Яно-Оймяконского нагорья (№ 8)**. Единичные толчки отмечены здесь в верховьях р. Омолой, а в бассейне р. Адычи (правый приток р. Яны) проявилась небольшая группа землетрясений с  $K_p=7.4-10.5$  (рис. 1).

Самым динамичным на северо-востоке Якутии являлся **хребет Черского (№ 9)**, где выделялась сейсмическая энергия величиной  $\Sigma E=1.11 \cdot 10^{12}$  Дж. Значительным ( $K_p=12.0$ ) событием здесь был толчок (1), возникший 15 января в  $03^{\text{h}}33^{\text{m}}$ . Его эпицентр располагался в северо-восточном борту Верхнеселенняхской впадины [4], где протекает р. Селеннях (левый приток р. Индигирки). Это землетрясение сопровождалось серией из 7 повторных толчков. При этом область афтершоков пересекала названную впадину в субдолготном направлении. Обращают внимание еще два участка с проявлениями землетрясений: Момский хребет и юго-восточная часть хр. Черского. В Момском хребте возникло 5 толчков с  $K_p=9-10.5$ . Их эпицентры сосредоточены, главным образом, на северо-западном фланге хребта и тяготеют к Илинь-Тасскому сдвигу [6]. Сгущение из четырех сейсмических станций на юго-востоке хр. Черского позволило регистрировать слабые тектонические движения вдоль Индиго-Колымской системы разломов (Улахан, Чай-Юреинский, Иньяли-Дебинский и др.) [6] в виде слабых сейсмических событий с  $K_p=6-10$ .

Близкая по величине суммарная сейсмическая энергия высвободилась в **Лаптевском районе (№ 11)**. Большинство землетрясений произошло здесь в губе Буор-Хая моря Лаптевых. Самое крупное ( $K_p=12.1$ ) событие отмечено 23 августа в  $09^{\text{h}}59^{\text{m}}$  в дельте р. Лены (8 на рис. 1). Остальные три толчка (4 августа в  $17^{\text{h}}13^{\text{m}}$  с  $K_p=9.1$ , 25 ноября в  $07^{\text{h}}11^{\text{m}}$  с  $K_p=8.9$ , 26 декабря в  $20^{\text{h}}42^{\text{m}}$  с  $K_p=10.2$ ) к югу от него образовали цепочку, которая следует по центру губы Буор-Хая в субдолготном направлении. Рассматриваемая губа является южным окончанием Усть-Ленского грабена, входящего в Лаптевоморскую окраинно-континентальную рифтовую систему, расположенную на шельфе моря Лаптевых [7]. На ее северной окраине около о. Бельковский имело место еще одно достаточно сильное ( $K_p=11.1$ ) землетрясение (11), которое возникло 23 октября в  $12^{\text{h}}30^{\text{m}}$ .

Асейсмичной была **Приморская низменность (№ 10)** и территория востока **Сибирской платформы (№ 12)**.

В целом в регионе выявлено два сейсмических пояса. Первый – Байкало-Становой – на юге территории, который объединяет проявления сейсмичности Байкальской рифтовой зоны и Олекмо-Становой сеймотектонической зоны. На карте эпицентров (рис. 1) обнаруживается полоса эпицентров Олекмо-Становой зоны между  $56^\circ$  и  $58^\circ$  N, которая продолжает сейсмические события Байкальского рифта на восток к Охотскому морю. Другая сейсмическая зона фиксируется на северо-востоке Якутии, которая в виде отдельных событий и их групп просматривается от дельты р. Лены к Охотскому морю. Она относится ко второму Арктико-Азиатскому сейсмическому поясу, соединяющему сейсмичность Арктики через северо-восток Азиатского континента с Тихоокеанским регионом [4]. В перечисленных зонах, обладающих разным сейсмическим режимом (частота повторения землетрясений в Олекмо-Становой зоне примерно в 1.5 раза выше, чем в системе хр. Черского [3]), фактически из года в год картина распределения землетрясений в пространстве повторяется, подтверждая ее долговременную стабильность.

#### Л и т е р а т у р а

1. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ФООП, 2003. – С. 151–155.
2. Козьмин Б.М., Ларионов А.Г. (отв. сост.), Марченко Т.И., Захарова Ж.Г., Саввинова Н.А., Денга Е.Г. Якутия (См. раздел IV (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).

3. **Козьмин Б.М.** Сейсмические пояса Якутии и механизмы очагов их землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 125 с.
4. **Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М.** Сейсмоструктура Якутии. – М.: Геос, 2000. – 227 с.
5. **Парфенов Л.М., Козьмин Б.М., Имаев В.С. и др.** Геодинамика Олекмо-Становой сейсмической зоны. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1985. – 136 с.
6. **Гусев Г.С.** Складчатые структуры и разломы Верхояно-Колымской системы мезозойд. – М.: Наука, 1979. – 208 с.
7. **Драчев С.С.** Тектоника рифтовой системы дна моря Лаптевых // Геотектоника. – 2000. – № 6. – С. 43–58.