

ЯКУТИЯ**Б.М. Козьмин***Якутский филиал ГС СО РАН, г. Якутск, b.m.kozmin@diamond.ysn.ru*

В течение 2004 г. Якутский филиал Геофизической службы СО РАН проводил исследования сейсмичности территории Республики Саха (Якутия) и соседних территорий на основе системы инструментальных наблюдений на 17 сейсмических станциях. Шесть из них располагались на северо-востоке, восемь – на юге региона, остальные пункты регистрации землетрясений действовали в Центральной Якутии (рис. 1). В 2004 г. фактически закончился период регистрации сейсмических событий аналоговым способом (фотозапись), т.к. все сейсмические станции были переведены на работу с использованием цифровых приборов и фиксации землетрясений на компьютер. В течение года были закрыты сейсмическая станция «Столб» (январь 2004 г.) в дельте р. Лены из-за невозможности ее обслуживания и пункт регистрации «Усть-Нюкжа» (июль 2004 г.). Приборы из этого поселка были перенесены в более удобное место на станцию «Юктали», расположенную по трассе Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. Дополнительно на юге Якутии 10 июля 2004 г. была открыта новая цифровая станция «Иенгра». Конфигурация сети станций Якутии в 2004 г. представлена на рис. 1, а сведения о них и параметры аппаратуры приведены в табл. 1, 2. Станции «Якутск» и «Тикси» являются опорными и задействованы в мировой системе наблюдений IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology), которая объединяет исследования научных институтов США в области сейсмологии. Остальные станции являлись региональными. Аппаратурную основу всей сети составляли цифровые приборы как отечественного производства (Байкал-11, SDAS с сейсмоприемниками СМЗ-ОС, СМЗ-КВ, СКМ-3), так и зарубежного (IRIS, PAR-24B, PAR-4CH с сейсмографами KS-2000, STS-1, GS-13).

Таблица 1. Сейсмические станции Якутии в хронологии их открытия в аналоговом и цифровом вариантах, работавшие в 2004 г.

| № | Станция | | | Дата открытия | Координаты | | | Тип АЦП |
|----|-----------|-------|------|---------------|------------|--------|--------------------|---------|
| | Название | Код | | | φ°, N | λ°, E | h _y , м | |
| | | межд. | рег. | | | | | |
| 1 | Тикси | ТТК | Ткс | 02.03.1956 | 71.65 | 128.87 | 100 | IRIS |
| | | | | 13.08.1995 | | | | |
| 2 | Якутск | YAK | Як | 04.10.1957 | 62.03 | 129.68 | 91 | IRIS |
| | | | | 01.09.1993 | | | | |
| | | | | 01.09.1999 | | | | |
| 3 | Чульман | CLN | Члн | 05.08.1962 | 56.84 | 124.89 | 747 | SDAS |
| | | | | 25.03.2000 | | | | |
| 4 | Усть-Нера | USN | Унр | 21.11.1962 | 64.57 | 143.23 | 485 | PAR-24B |
| | | | | 20.04.2002 | | | | |
| 5 | Чагда | CGD | Чгд | 04.10.1968 | 58.75 | 130.61 | 195 | SDAS |
| | | | | 25.07.2004 | | | | |
| 6 | Багагай | | Бтг | 12.03.1975 | 67.65 | 134.63 | 127 | SDAS |
| | | | | 12.12.2002 | | | | |
| 7 | Мома | | Мом | 05.03.1983 | 66.47 | 143.22 | 192 | PAR-4CH |
| | | | | 01.11.2002 | | | | |
| 8 | Артык | | Атк | 04.07.1988 | 64.18 | 145.13 | 700 | PAR-24B |
| | | | | 25.04.2002 | | | | |
| 9 | Алдан | | Алд | 01.09.1999 | 58.61 | 125.41 | 658 | SDAS |
| 10 | Усть-Мая | | Усм | 01.09.2000 | 60.42 | 134.54 | 170 | SDAS |

| № | Станция | | | Дата открытия | Координаты | | | Тип АЦП |
|----|-------------|-------|------|---------------|--------------------|--------------------|----------|-----------|
| | Название | Код | | | φ°, N | λ°, E | $h_y, м$ | |
| | | межд. | рег. | | | | | |
| 11 | Тында | | Тыд | 20.06.2001 | 55.15 | 124.72 | 530 | SDAS |
| 12 | Витим | | Втм | 25.06.2003 | 59.44 | 112.58 | 190 | SDAS |
| 13 | Табага | | Тбг | 26.06.2003 | 61.82 | 129.64 | 98 | Байкал-11 |
| 14 | Кангалассы | | Кнг | 07.07.2003 | 62.21 | 129.58 | 100 | Байкал-11 |
| 15 | Депутатский | | Деп | 01.09.2003 | 69.39 | 139.90 | 320 | PAR-4CH |
| 16 | Юктали | | Юкл | 04.07.2004 | 56.59 | 121.65 | 420 | SDAS |
| 17 | Иенгра | | Иен | 10.07.2004 | 56.22 | 124.86 | 860 | Байкал-11 |

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций в 2004 г.

| Название станции | Тип АЦП и сейсмометра | Перечень каналов | Частотный диапазон, Гц | Частота опроса данных, Гц | Разрядность АЦП | Чувствительность, велосигграф-отсчет/(м/с), акселерограф-отсчет/(м/с ²) |
|------------------|-----------------------|------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|---|
| Тикси | IRIS+STS-1 | BH(N, Z, E)v | 0.0028–5 | 20 | 24 | $1.00 \cdot 10^9$ |
| | | LH(N, Z, E)v | 0.0028–0.25 | 1 | 24 | $3.98 \cdot 10^9$ |
| | | VH(N, Z, E)v | 0.0028–0.025 | 0.1 | 24 | $1.59 \cdot 10^{10}$ |
| | IRIS+GS-13 | VM(N, Z, E)a | 0–0.0028 | 0.01 | 24 | $1.21 \cdot 10^{10}$ |
| | | EH(N, Z, E)v | 1–25 | 80 | 24 | $4.08 \cdot 10^9$ |
| | | SH(N, Z, E)v | 1–10 | 40 | 24 | $4.08 \cdot 10^9$ |
| Якутск | IRIS+STS-1 | BH(N, Z, E)v | 0.0028–5 | 20 | 24 | $1.00 \cdot 10^9$ |
| | | LH(N, Z, E)v | 0.0028–0.25 | 1 | 24 | $4.00 \cdot 10^9$ |
| | | VH(N, Z, E)v | 0.0028–0.025 | 0.1 | 24 | $1.60 \cdot 10^{10}$ |
| | IRIS+GS-13 | VM(N, Z, E)a | 0–0.0028 | 0.01 | 24 | $1.20 \cdot 10^{10}$ |
| | | EH(N, Z, E)v | 1–25 | 80 | 24 | $2.08 \cdot 10^9$ |
| | | SH(N, Z, E)v | 1–10 | 40 | 24 | $2.08 \cdot 10^9$ |
| SDAS+CM-3-OC | BH(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $8.70 \cdot 10^8$ | |
| | BL(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $2.18 \cdot 10^8$ | |
| Чульман | SDAS+CM-3-OC | BH(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $5.29 \cdot 10^8$ |
| | | BL(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $1.32 \cdot 10^8$ |
| Усть-Нера | PAR-24B+CKM-3 | SH(N, Z, E)v | 0.8–5.0 | 30 | 24 | $2.47 \cdot 10^{10}$ |
| Чагда | SDAS+CM-3-OC | BH(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 24 | $3.83 \cdot 10^9$ |
| | | BL(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 24 | $1.20 \cdot 10^8$ |
| Батагай | SDAS+CM-3-OC | BH(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 24 | $1.03 \cdot 10^9$ |
| | | BL(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 24 | $2.58 \cdot 10^8$ |
| Мома | PAR-4CH+KS-2000 | SH(N, Z, E)v | 0.01–50 | 50 | 24 | $9.01 \cdot 10^8$ |
| Артык | PAR-24B+CM-3-KB | SH(N, Z, E)v | 0.8–10 | 30 | 24 | $4.03 \cdot 10^{10}$ |
| Алдан | SDAS+CM-3-OC | BH(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $5.32 \cdot 10^8$ |
| | | BL(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $1.36 \cdot 10^8$ |
| Усть-Мая | SDAS+CM-3-OC | BH(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $5.26 \cdot 10^8$ |
| | | BL(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $1.32 \cdot 10^8$ |
| Тында | SDAS+CM-3-OC | BH(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $9.01 \cdot 10^8$ |
| | | BL(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 16 | $2.25 \cdot 10^8$ |
| Витим | SDAS+CM-3-OC | BH(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 24 | $7.35 \cdot 10^9$ |
| | | BL(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 24 | $2.29 \cdot 10^8$ |
| Табага | Байкал-11+CM-3-KB | SH(N, Z, E)v | 0.5–2.0 | 100 | 20 | $2.04 \cdot 10^{10}$ |
| Кангалассы | Байкал-11+CM-3-KB | SH(N, Z, E)v | 0.5–2.0 | 100 | 20 | $2.04 \cdot 10^{10}$ |
| Депутатский | PAR-4CH+KS-2000 | SH(N, Z, E)v | 0.01–50 | 20 | 24 | $8.93 \cdot 10^8$ |
| Юктали | SDAS+CM-3-OC | BH(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 24 | $3.65 \cdot 10^9$ |
| | | BL(N, Z, E)v | 0.02–6.7 | 20 | 24 | $1.14 \cdot 10^8$ |
| Иенгра | Байкал-11+CM-3-KB | SH(N, Z, E)v | 0.05–2.0 | 50 | 20 | $2.86 \cdot 10^9$ |

Примечание. Символами «v» и «a» обозначены велосигграф и акселерограф соответственно.

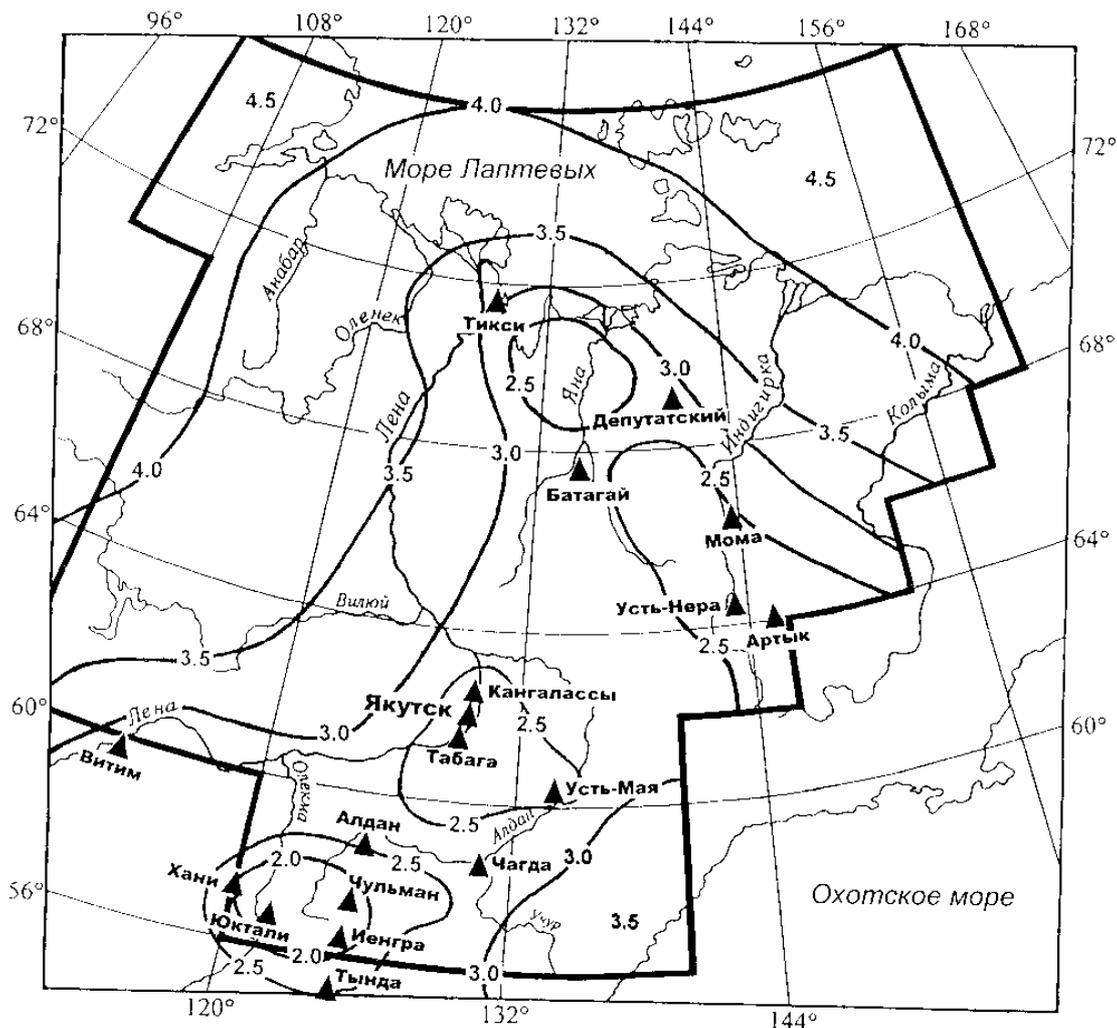


Рис. 1. Карта энергетической представительности K_{\min} землетрясений территории Якутии в 2004 г.

Изолиниями ограничены области с регистрацией без пропусков землетрясений с $M \geq 2.0$ ($K_p \geq 7$), $M \geq 2.5$ ($K_p \geq 8$), $M \geq 3.0$ ($K_p \geq 9$), $M \geq 3.5$ ($K_p \geq 10$), $M \geq 4.0$ ($K_p \geq 11$), $M \geq 4.5$ ($K_p \geq 12$); магнитуда M не измерена, а рассчитана по формуле $M = (K_p - 4) / 1.8$ [1]; утолщенной линией показаны границы региона, треугольниками – сейсмические станции.

С учетом пространственного расположения пунктов наблюдений, чувствительности используемой аппаратуры, дальности регистрации землетрясений разных энергетических классов, частоты опроса данных (числа их отсчетов/с) в системе регистрации была построена карта энергетической представительности K_{\min} землетрясений Якутии (рис. 1). Из рисовки изолиний видно, что наиболее надежная регистрация землетрясений имеет место на юге региона в районе станций «Хани», «Юктали», «Чульман», «Иенгра», «Чагда», «Алдан», «Витим», «Тында». Здесь, в междуречье Олекмы и Алдана, совместная обработка данных станций Якутии и соседнего Прибайкалья («Чара», «Средний Калар», «Тупик», «Бодайбо», принадлежащих Байкальскому филиалу ГС СО РАН) позволяет без пропусков записывать землетрясения на Алданском нагорье и Становом хребте (территория между руслами рек Алдана, Тимптона и Гонама) с $K_p \geq 8-9$ ($M \geq 2.5-3$); в восточной части Алданского нагорья (бассейн р. Учур) – с $K_p \geq 9-10$ ($M \geq 3-3.5$). К востоку от р. Учур до Охотского моря, где эпицентральные расстояния увеличиваются до 300 км и более, представительны сейсмические события более высоких энергетических классов с $K_p \geq 10-11$ ($M \geq 3.5-4.0$). В центральной части региона вблизи Якутска между реками Лена и Алдан, где действовала система из пяти сейсмических станций («Якутск», «Табага», «Кангалассы», а также данных наблюдений в пос. Чагда и Усть-Мая), в полном объеме фиксировались землетрясения с $K_p \geq 8$ ($M \geq 2.5$). В восточной части Сибирской платформы (среднее течение рек Вилюя, Лены и Алдана) регистрировались все события с $K_p \geq 9-10$ ($M \geq 3.0-3.5$). На северо-востоке Якутии в горной системе хр. Черского, где в верхнем и среднем течении р. Индигирки действовали три стан-

ции («Усть-Нера», «Артык», «Мома») и привлекались наблюдения цифровых станций из Магаданской зоны, без пропусков записывались местные землетрясения с $K_p \geq 8$ ($M \geq 2.5$).

В связи с редкой сетью сейсмических наблюдений («Тикси», «Батагай» и «Депутатский») в арктической части Якутии между реками Леной и Индигиркой, а также на побережье и шельфе моря Лаптевых сложились менее благоприятные условия для записи землетрясений. Здесь без пропусков регистрировались толчки с $K_p \geq 8$ ($M \geq 2.5$) лишь на небольшой площадке в низовьях р. Яны, а в районе Тикси и на шельфе моря Лаптевых от п-ва Таймыр до Новосибирских о-вов существующая система наблюдений могла регистрировать полностью сотрясения, начиная лишь с $K_p \geq 10-12$ ($M \geq 3.5-4.5$).

На всей территории Республики Саха (Якутия) в настоящее время не могут быть пропущены местные сейсмические события с $K_p \geq 12-13$ ($M \geq 4.5$).

Параметры эпицентров землетрясений определялись по совокупности данных наблюдений сети сейсмических станций ЯФ ГС СО РАН (Якутск), данных сводной обработки и наблюдений отдельных станций Байкальского филиала ГС СО РАН (Иркутск) и Магаданского филиала ГС РАН (Магадан), а также сведений из бюллетеня станций «Кировский» и «Бомнак», относящихся к Сахалинскому филиалу ГС РАН (Южно-Сахалинск). Координаты эпицентров землетрясений рассчитывались на основе специальной компьютерной программы, составленной К.Д. Маккей в отделе геологии и геофизики Университета штата Мичиган (США) с использованием времен пробега продольных P_g - и P_n - и поперечных S_g - и S_n -волн, которые наиболее четко прослеживаются на записях близких землетрясений.

В 2004 г. были несколько изменены границы некоторых сейсмоактивных регионов России, в том числе и границы Якутии. Согласно [2], они определяются теперь следующими координатами шестнадцати узловых точек: $56.0^\circ-120.0^\circ$, $60.0-120.0$, $60.0-108.0$, $71.0-108.0$, $71.0-102.0$, $76.0-102.0$, $76.0-162.0$, $68.0-162.0$, $68.0-158.0$, $66.0-158.5$, $66.0-152.5$, $64.0-152.5$, $64.0-145.2$, $62.0-145.2$, $62.0-141.0$, $56.0-141.0$, $56.0-120.0$.

По данным сводной обработки составлен каталог землетрясений Якутии, включающий сведения о 276 землетрясениях с $K_p=6-12$. Их распределение по районам и энергетическим классам приведено в табл. 3, а пространственное положение показано на карте эпицентров землетрясений (рис. 2). Суммарная сейсмическая энергия ΣE , выделившаяся в 2004 г., составила $6.362 \cdot 10^{12}$ Дж, что превысило более чем в два раза ее величину в 2003 г. ($\Sigma E=2.743 \cdot 10^{12}$ Дж [3]). Землетрясения с $K_p \geq 7.6$, общим числом $N=149$, представлены в настоящем сб. в каталоге [4].

Анализ данных табл. 3 свидетельствует о том, что суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам высвободилась в течение 2004 г. в процентном отношении следующим образом: Хребет Черского (район № 9) – 35.8 %, Лаптевский (№ 11) – 54.4 %, Становой хребет (№ 2) – 1.1 %, Олекминский (№ 1) – 5.2 %, Верхоянский хребет (№ 7) – 1.0 %, Восточная часть Сибирской платформы (№ 12) – 2.0 %. На долю остальных шести районов пришлось лишь 0.4 % от всей сейсмической энергии за год. Вне новых границ региона, но вблизи их, обработаны и включены в каталог 21 землетрясение Северо-Востока России и 2 землетрясения Приамурья, суммарная энергия которых составила $0.024 \cdot 10^{12}$ Дж. Эта энергия в подсчете годовой энергии по региону не учитывалась.

Таблица 3. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарной сейсмической энергии ΣE по районам за 2004 г.

| № | Район | K_{min} | K_p | | | | | | | N_{Σ} | ΣE , Дж |
|---|-------------------------|-----------|-------|----|----|---|----|----|----|--------------|-----------------------|
| | | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 1 | Олекминский | 7–8 | | 20 | 15 | 1 | 2 | 1 | | 39 | $3.306 \cdot 10^{11}$ |
| 2 | Становой хребет | 8–9 | 14 | 39 | 13 | 3 | 3 | 1 | | 73 | $8.185 \cdot 10^{10}$ |
| 3 | Алданское нагорье | 8–9 | 7 | 33 | 12 | 3 | | | | 55 | $5.692 \cdot 10^9$ |
| 4 | Учурский | 10 | | 4 | 11 | 1 | | | | 16 | $2.095 \cdot 10^9$ |
| 5 | Охотский | 10 | | | 1 | | 1 | | | 2 | $4.107 \cdot 10^9$ |
| 6 | Хребет Сетте-Дабан | 9–10 | | | 1 | 1 | | | | 2 | $2.075 \cdot 10^9$ |
| 7 | Верхоянский хребет | 9–10 | | 1 | 4 | | | 1 | | 6 | $1.209 \cdot 10^9$ |
| 8 | Яно-Оймяконское нагорье | 9–10 | 2 | 5 | 7 | 2 | 1 | | | 17 | $7.411 \cdot 10^{10}$ |
| 9 | Хребет Черского | 8–9 | 3 | 12 | 8 | 9 | 5 | 3 | 1 | 41 | $2.277 \cdot 10^{12}$ |

| № | Район | K_{min} | K_p | | | | | | | | N_{Σ} | $\Sigma E, Дж$ |
|----|-------------------------------------|-----------|-------|-----|----|----|----|----|----|--|--------------|-----------------------|
| | | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| 10 | Приморская низменность | 10–11 | 1 | 2 | | | | | | | 3 | $2.100 \cdot 10^7$ |
| 11 | Лаптевский | 11–12 | 1 | | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 10 | $3.495 \cdot 10^{12}$ |
| 12 | Восточная часть Сибирской платформы | 11 | | 6 | 4 | 1 | | 1 | | | 12 | $1.279 \cdot 10^{11}$ |
| | Всего | | 28 | 122 | 80 | 22 | 13 | 9 | 2 | | 276 | $6.401 \cdot 10^{12}$ |
| | Вне региона: | | | | | | | | | | | |
| | Северо-Восток | | | | 8 | 12 | 1 | | | | 21 | $2.309 \cdot 10^{10}$ |
| | Приамурье | | | | 1 | 1 | | | | | 2 | $4.379 \cdot 10^8$ |
| | Всего | | | | | | | | | | 23 | $2.35 \cdot 10^{10}$ |

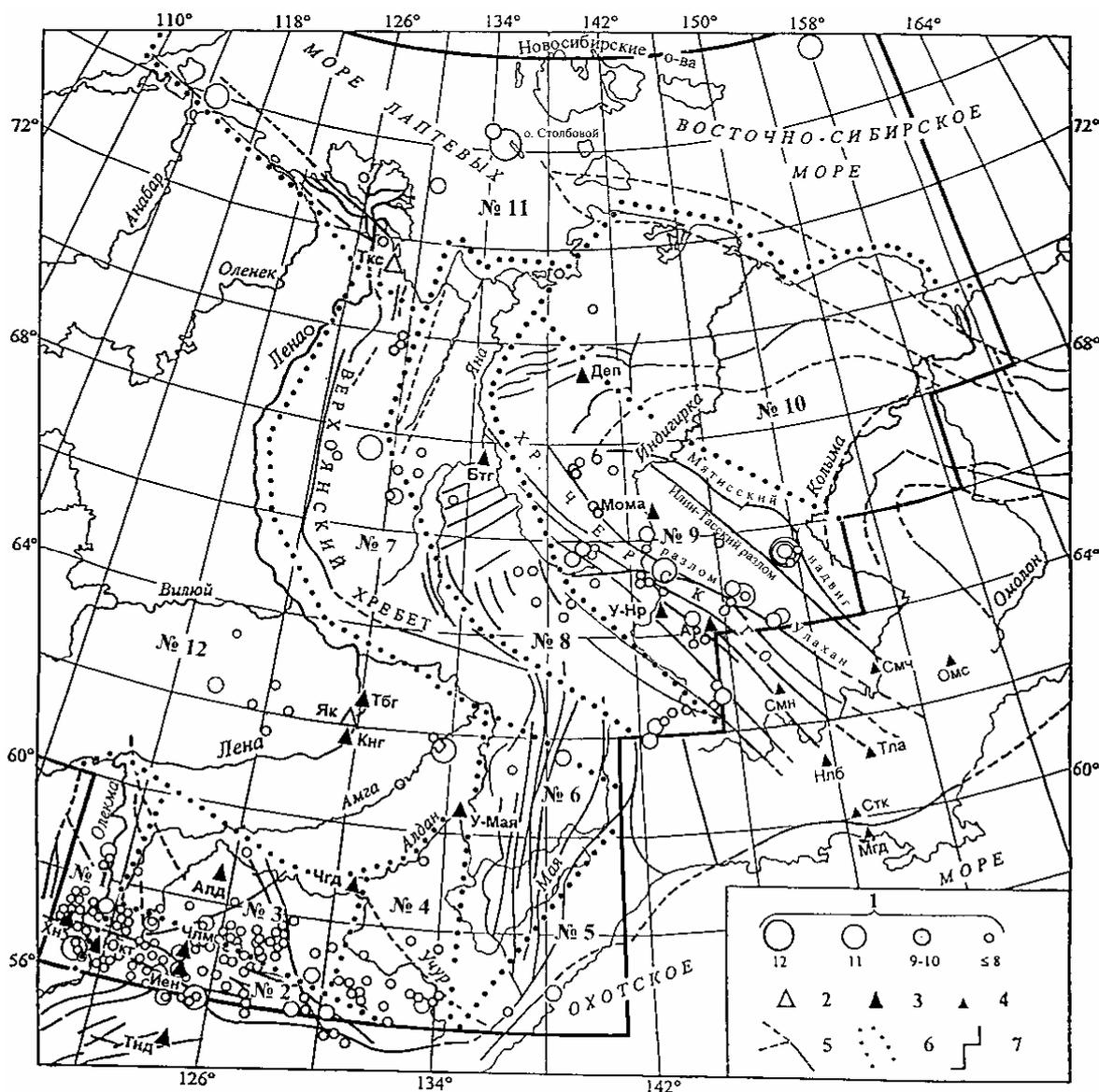


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Якутии за 2004 г.

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

Среди северных районов повышенная сейсмическая активность наблюдалась в районе Хребта Черского (№ 9), где величина выделившейся ΣE возросла в 20 раз, в сравнении с тако-

вой в 2003 г. [3]. Здесь впервые за последние 30 лет отмечен рой из пяти событий с $K_p=9-12$. Самый сильный ($K_p=12.3$) толчок из этой серии произошел 20 июня в 04^h48^m. Его гипоцентр располагался на глубине 17 км (табл. 4). Сведения о макропроявлениях данного толчка отсутствуют, т.к. он возник в ненаселенной горно-таежной местности. Все землетрясения роя располагались между Илин-Тасским и Мятисским разломами ближе к зоне сочленения Момского хребта с Момо-Зырянским прогибом, которые разграничивает Мятисский надвиг (рис. 2). По нему нижнемеловые толщи Момского хребта надвинуты на кайнозойские отложения Момо-Зырянского прогиба.

Натурными наблюдениями выявлено, что плоскость этого разрыва довольно круто падает на юго-запад (азимут падения – 250°, угол падения – 35–40°) [5, 6]. Это подтверждает также пространственное положение эпицентров роя, которые смещены относительно фронтальной части надвига к юго-западу на 10–15 км. Выявленная сеймотектоническая активность Мятисского надвига может указывать на то, что в современное время здесь, вероятно, действует режим тектонического сжатия, ориентированного с юго-запада на северо-восток.

Таблица 4. Параметры роя землетрясений 2004 г. в зоне влияния Мятисского надвига

| № | Дата д м | t_0 , ч мин с | Эпицентр | | h , км [7] | M_s , [7] | m_b , [7] | K_p |
|---|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------|----------------|----------------|-------|
| | | | φ° , N | λ° , E | | | | |
| 1 | 17.06 | 18 07 53.8 | 65.43 | 149.46 | | | 3.9 | 11.0 |
| 2 | 17.06 | 18 47 28.8 | 65.53 | 149.58 | | | | 9.4 |
| 3 | 20.06 | 04 27 31.6 | 65.43 | 149.50 | | | | 9.3 |
| 4 | 20.06 | 04 41 17.0 | 65.38 | 149.45 | | | | 9.0 |
| 5 | 20.06 | 04 48 19.1 | 65.47 | 149.41 | 17* | 3.7 | 4.8 | 12.3 |

Примечание. * Глубина очага определена по фазе pP [7].

Активным показал себя также юго-восточный фланг системы хр. Черского, где развита Индигиро-Колымская система разломов [6, 8]. Среди них наиболее мобильным был разлом Улахан [6]. «Цепочка» эпицентров землетрясений сопровождает на всем протяжении его трасу. В зоне его влияния в течение года возникли два события с $K_p=10.6$ (21 июля в 01^h54^m и 11 ноября в 15^h31^m), четыре толчка 10-го класса и более десятка – с $K_p=8-9$. Небольшие тектонические подвижки, вызвавшие слабые землетрясения, были также зафиксированы по разломам Иньли-Дебинском и Чай-Юреинском, следящимся юго-западнее и параллельно Улахану, а также Нерском – вблизи сейсмической станции «Артык» [6].

Лаптевский район (№ 11) лишь немного уступает району Хребта Черского по уровню высвобожденной в 2004 г. сейсмической энергии (табл. 3), но ее величина в сравнении с таковой в 2003 г. увеличилась в 1.5 раза ($2.211 \cdot 10^{12}$ Дж в 2003 г. и $3.463 \cdot 10^{12}$ Дж в 2004 г.). По проявлениям сейсмичности в районе выделяются три наиболее активных участка. Первый относится к полосе эпицентров, которая следится от срединно-океанического хр. Гаккеля в Северном Ледовитом океане через шельф моря Лаптевых к устью р. Яны [6, 9]. В его пределах в июле 2003 г. вблизи о. Столбовой наблюдалась серия очагов землетрясений, которые тяготели к Широустонскому грабену Лаптевоморской окраинно-континентальной рифтовой системы [6]. В 2004 г. здесь продолжилась сейсмическая деятельность в виде двух моретрясений, также отмеченных около о. Столбовой, одно из которых возникло 28 июня 2004 г. в 02^h11^m с $K_p=12.5$; второе связано с Лено-Таймырской полосой землетрясений, вытянутой от дельты р. Лены к п-ву Таймыр. Внутри него зафиксировано несколько слабых сейсмических событий в дельте р. Лены и одно землетрясение с $K_p=11.0$ возникло 2 октября в 11^h06^m на западе шельфа моря Лаптевых недалеко от устья р. Анабар. В третьем сосредоточено несколько слабых ($K_p=8-9$) землетрясений в заливе Буор-Хая и дельте р. Лены. Кроме того, цифровой аппаратурой на сейсмической станции «Тикси» в радиусе 40–100 км зарегистрировано еще около 50 близких подземных толчков с $K_p=5-7$, но их координаты не определены, т.к. ближайшие к ним станции «Батагай» и «Депутатский» расположены на расстояниях до 500 км от Тикси и не регистрируют такие события.

Особо следует остановиться на землетрясении 4 мая в 16^h29^m с $K_p=11.2$, отмеченном в северной части акватории Восточно-Сибирского моря в 200 км к востоку от Новосибирских ост-

ровов. Оно было зарегистрировано 21 сейсмической станцией в России, Канаде, Аляске и Северной Европе на расстояниях $\Delta=8-52^\circ$. Ближайшая сейсмическая станция – «Билибино», принадлежащая Магаданскому филиалу ГС РАН, располагалась в 875 км к юго-востоку от его эпицентра. Примечательно, что за все время инструментальных наблюдений здесь еще не отмечались землетрясения с такой энергией [9].

Меньший уровень активности выявлен в районе **Верхоянского хребта (№ 7)**. На его территории локализовано менее десяти небольших ($K_p=8-9$) землетрясений. Сильный толчок с энергетическим классом $K_p=10.8$ зарегистрирован лишь на восточном склоне Верхоянского хребта 22 сентября в 09^h48^m.

К слабоактивным в 2004 г. могут быть отнесены районы **Охотский (№ 5), хребта Сетте-Дабан (№ 6), Яно-Оймяконского нагорья (№ 8) и Приморской низменности (№ 10)**. Сейсмическая энергия, выделившаяся в этих районах, едва превысила 0.3 % от ее суммарной годовой величины. В каждом из них произошло лишь по несколько слабых толчков с $K_p=8-10$.

На территории Южной Якутии, как и в 2003 г., отмечен минимум сейсмической активности. В четырех сейсмических районах (Олекминский, Становой хребет, Алданское нагорье и Учурский) в совокупности выделилось менее десятой части суммарной сейсмической энергии за год.

В **Олекминском районе (№ 1)** число зарегистрированных землетрясений уменьшилось (57 в 2003 г. и 40 в 2004 г.). Однако суммарная сейсмическая энергия возросла ($0.125 \cdot 10^{12}$ Дж в 2003 г. и $0.331 \cdot 10^{12}$ Дж в 2004 г.). Здесь практически полностью восстановился нормальный сейсмический фон, который был нарушен с 1997 г. [10] проявлениями Олдонгсинского роя на северо-восточном окончании хр. Удокан, действовавшего с перерывами до 2002 г. [11–15]. Суммарное за все годы число роевых землетрясений превысило 1600. Напротив, несколько ожилилась в 2004 г. сейсмическая деятельность в среднем течении р. Олекмы (бассейн ее левых притоков Тас-Юрх и Имангра), где 1 декабря в 01^h02^m зарегистрировано достаточно крупное событие с $K_p=11.5$ и группа толчков с $K_p=6-10$. Следует отметить, что ранее, в 1958–1987 гг., здесь реализовались ряд сильных ($M_s=5-7$) землетрясений.

Уровень сейсмичности в районе **Станового хребта (№ 2)** оказался ниже такового в 2003 г. ($\Sigma E=0.074 \cdot 10^{12}$ Дж в 2004 г. против $0.117 \cdot 10^{12}$ Дж в 2003 г.). Проявления сейсмичности тяготеют в основном к системе разрывных нарушений субширотного Станового структурного шва [6, 9], где произошло 78 землетрясений. Самое сильное ($K_p=10.7$) из них возникло 25 мая в 11^h09^m к востоку от Амуро-Якутской автомагистрали и железной дороги Тынды–Нерюнгри на водоразделе между реками Тимптон и Гонам. Оно ощущалось с интенсивностью 3–4 балла в ближайших населенных пунктах Нагорный ($\Delta=45$ км) и Золотинка (50 км). В пос. Беркаките (82 км) наблюдались сотрясения с $I=3$ балла, а в г. Тынде (110 км) Амурской области – 2 балла. Интервал энергетических классов для остальных местных сейсмических событий соответствовал $K_p=6-10$. В целом в пределах Станового хребта с запада на восток наблюдалось последовательное уменьшение числа толчков: 35 – на его западном фланге, 20–25 – в центре, и чуть больше 10 – на крайнем востоке (Токинский Становик вблизи оз. Б. Токо).

Для **Алданского нагорья (№ 3)** был характерен низкий уровень высвобожденной сейсмической энергии, равный $5.692 \cdot 10^9$ Дж. Основное скопление землетрясений наблюдалось в центральной части нагорья. Это «облако» эпицентров оказалось заключенным в треугольник, ограниченный Западно-Алданским (с запада), Тыркандинским (с востока) и Становым (с юга) разломами [6], и представляет собой группу из более чем 20 слабых землетрясений с $K_p=5.9-7.7$, возникшую в среднем течении р. Тимптон между 25 ноября и 22 декабря 2004 г.

Слабосейсмичным был **Учурский район (№ 4)**, где в 2004 г. выделилась только половина величины ΣE в 2003 г. ($0.002 \cdot 10^{12}$ Дж и $0.005 \cdot 10^{12}$ Дж соответственно). Вся сейсмичность района была сосредоточена на территории севернее Токинской впадины и в пределах хр. Лурикан, который пересекает р. Учур в ее среднем течении.

Значительно активизировалась в 2004 г. территория **Восточной части Сибирской платформы (№ 12)** в междуречье Алдана и Лены, а также на левобережье р. Лены. Благодаря наблюдениям недавно открытых сейсмических станций в пос. Табага и Кангалассы были определены координаты 11 местных землетрясений в радиусе 300 км от г. Якутска. В частности, к западу от Якутска в бассейне р. Синяя (левый приток р. Лены) зафиксировано шесть слабых

землетрясений с $K_p=7.4-9.2$. Однако самое крупное ($K_p=11.1$, $m_b=3.5$ [7]) событие в этом районе произошло 11 октября в 17^h22^m (в 03^h22^m местного времени) в Центральной Якутии на водоразделе между реками Алдан и его левым притоком Амгой, которое можно назвать Амгинским. Пространственно толчок пришелся на административную границу Таттинского и Чурапчинского районов Республики Саха (Якутия), в 220 км к востоку от г. Якутска. Землетрясение зарегистрировано большинством сейсмических станций Якутского региона и рядом станций в Магаданской области. Наиболее отчетливо волновые формы этого события в ближней зоне были записаны на станциях «Якутск», «Табага» и «Кангалассы». Обработка инструментальных данных показала, что координаты эпицентра определены с высокой точностью: ошибка δ в местоположении эпицентра составила $\delta\varphi=\pm 5$ км по широте и $\delta\lambda=\pm 4$ км по долготе.

Амгинское землетрясение произошло ночью и ощущалось только в ближайших к эпицентру населенных пунктах: с. Дая-Амга Таттинского района и с. Мырыла Чурапчинского района Республики Саха (Якутии). В с. Дая-Амга (30 км к северу от эпицентра) землетрясение было замечено почти всем населением. Вот как описывает этот момент и.о. главы муниципального образования Таттинского района Г.И. Каприн: «... Люди проснулись от страшного глухого звука, казалось, будто строение разрывается на части, многие подумали, что их дом ломает бульдозер». Е.П. Харитоновна сообщила: «... Я проснулась от сильного удара из-под земли и мне показалось, что мой дом накренился, а оконное стекло выпало на пол...». В доме А.В. Тимофеевой в момент землетрясения с печи упал кирпич, от звука падения которого на пол она проснулась. В момент землетрясения в здании местного маслозавода произошло замыкание электропроводки и возник пожар. Интенсивность сотрясений данного события составила здесь не менее 4–5 баллов. Во втором населенном пункте – с. Мырыла – в 20 км к северо-востоку от эпицентра наблюдались четырехбалльные макроэффекты: спящие проснулись, скрипели полы и потолки, дребезжала посуда и дрожала мебель. У многих создалось впечатление, что рядом с их домами произошел взрыв большой силы, который сопровождался глухим гулом. Приведенные макросейсмические данные могут свидетельствовать, что интенсивность данного события в самом эпицентре могла достигать $I_0=5-6$ баллов.

Следует отметить, что землетрясения в Центральной Якутии имели место и раньше. Так, в пределах Лено-Алданского плато, в истоках правых притоков Суолы и Таммы р. Лены на границе Амгинского и Мегино-Кангаласского районов Якутии 29.01.1956 г. было отмечено ощутимое землетрясение с $M=4.8$ с интенсивностью в эпицентре до 5 баллов [16]. Его воздействия наблюдались в радиусе до 40 км от эпицентра на площади около 50 км². С интенсивностью от 3 до 5 баллов это событие проявилось в местных селах Хачо, Елечей и Телиги [17]. Расстояние между названным толчком и событием 2004 г. не превышает 120 км. Другие землетрясения с $K_p=11-12$ имели место здесь также 09.08.1957 г. и 13.07.1979 г. [17, 18]. Распределение очагов землетрясений в междуречье Алдана, Амги и Лены за последние 50 лет указывает на активизацию сейсмотектонических процессов внутри Лено-Алданского плато. В частности, эпицентры местных землетрясений с $K_p=8-12$ сформировали линейную зону, вытянутую на северо-восток вдоль долины р. Амги. Скорее всего, эти проявления обусловлены тектоническими подвижками по Амгинскому разлому северо-восточного простирания, к которому приспособилось русло р. Амги. Представляется, что территория Лено-Алданского междуречья является областью современного активного взаимодействия дизъюнктивных и новейших морфоструктур Алданского щита Сибирской платформы на юге и Верхоянской складчатой системы на севере Якутии, когда в результате регионального сжатия с юга и севера происходит структурная перестройка (коробление) находящейся между ними восточного края Сибирской платформы [19].

Особенности проявления землетрясений в 2004 г. повторили пространственный рисунок их распределения в пределах известных сейсмических поясов: Арктико-Азиатском на северо-востоке и Олекмо-Становой зоне, являющейся восточным флангом Байкало-Станового пояса, на юге Якутии [6]. Сейсмический мониторинг 2004 г. показал, что в регионе сохранялась спокойная сейсмическая обстановка без резких всплесков сейсмической энергии, хотя уровень сейсмичности в северных и северо-восточных районах на границе Евразийской и Североамериканской литосферных плит в 10 раз превосходил уровень сейсмичности южных районов Якутии на границе Евразийской и Амурской литосферных плит [6, 20].

Л и т е р а т у р а

1. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
2. Габсатарова И.П. Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г. // Землетрясения России в 2004 г. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 139.
3. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 2003 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 201–207.
4. Козьмин Б.М., Шibaев С.В. (отв. сост.), Марченко Т.И., Захарова Ж.Г., Саввинова Н.А., Петрова В.Е., Денега Е.Г. Каталог землетрясений Якутии за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
5. Гусев Г.С. Складчатые структуры и разломы Верхояно-Колымской системы мезозоид. – М.: Наука, 1979. – 207 с.
6. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмоструктура Якутии. – М.: ГЕОС, 2000. – 227 с.
7. Internet: // <http://www.isc.ac.uk/Bulletin/html>
8. Гусев Г.С., Мокшанцев К.Б., Третьяков Ф.Ф. Разломы Верхояно-Чукотской складчатой области // Разломная тектоника территории Якутской АССР. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1976. – С. 73–114.
9. Козьмин Б.М. Сейсмические пояса Якутии и механизм очагов их землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 127 с.
10. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 151–155.
11. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 173–177.
12. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 181–189.
13. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 187–192.
14. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 233–239.
15. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 232–238.
16. Козьмин Б.М. (отв. сост.), Андреев Т.А. VI. Якутия и Северо-Восток [1735–1974 гг.; $M \geq 4.5$, $I_0 \geq 5$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 339–357.
17. Кочетков В.М. Сейсмичность Якутии. – М.: Наука, 1966. – 92 с.
18. Козьмин Б.М., Андреев Т.А., Югова Р.С. Землетрясения Якутии и Северо-Востока // Землетрясения в СССР в 1979 году. – М.: Наука, 1982. – С. 67–72.
19. Имаева Л.П., Козьмин Б.М., Имаев В.С., Слепцов С.В. Сейсмоструктура и современная геодинамика Нижнеалданской впадины // Отечественная геология. – 2006. – № 5. – С. 96–101.
20. Mackey K.G., Hampton B., Fujita K., Koz'min B.M., Shibaev S.V., Gounbina L.V. Field studies of active fault zones in Eastern Russia // Seismicity of Northern Eurasia. Materials of International Conference. – Obninsk: GS RAS, 2008. – P. 200–204.