

Якутия

¹С.В. Шибяев, ^{1,2}Б.М. Козьмин, ¹А.Ф. Петров, ¹К.В. Тимиршин,
¹Д.М. Пересыпкин, ¹А.В. Наумова, ¹Н.Н. Старкова

¹Якутский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Якутск;

²Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, г. Якутск

Якутский филиал (ЯФ) ФИЦ ЕГС РАН проводил исследования сейсмичности территории Республики Саха (Якутия) на основе системы инструментальных наблюдений, включающей 23 сейсмические станции, которая не изменилась по сравнению с 2015 г. [1]. Расположение пунктов наблюдений представлено на рис. 1.24, информация о станциях приведена в табл. 1.19.

В 2016 г. были проведены полевые исследования по изучению сейсмичности арктических районов Якутии. Эти работы выполнялись в рамках совместного проекта "Seismicity and neotectonics of Laptev Sea region (SIOLA)" («Сейсмичность и неотектоника региона моря Лаптевых») на 2016–2018 гг. ЯФ ФИЦ ЕГС РАН, Института океанологии РАН им. П.П. Ширшова (г. Москва) и Гельмгольтцского центра полярных и морских исследований Полярного института им. А. Вегенера (Германия). В рамках проекта была организована международная экспедиция, которая установила 25 временных автономных цифровых сейсмостанций в районе Оленёкской протоки дельты р. Лены и на западном побережье губы Буор-Хая к югу от пос. Тикси. Период работы этой сети на первом этапе составлял июль 2016 г. – июль 2017 г. с продолжением регистрации землетрясений в 2018 году.

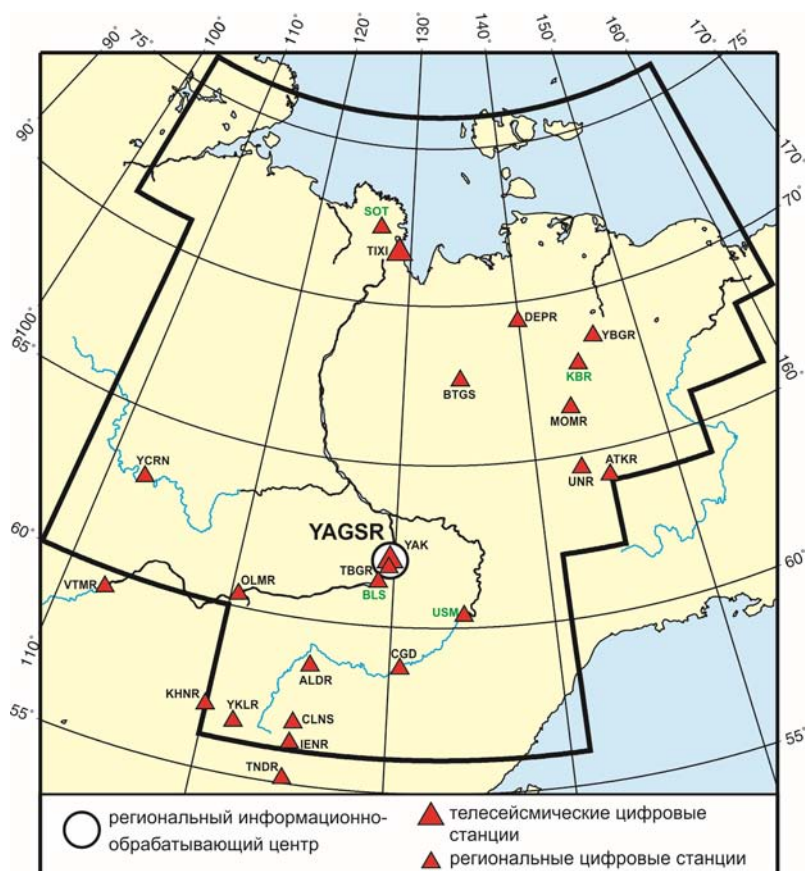


Рис. 1.24. Сейсмические станции на территории Якутии в 2016 г.

Черный шрифт – международные коды сети (центра) и станций,
 зеленый шрифт – региональные коды станций

Таблица 1.19. Сведения о сейсмических станциях ЯФ ФИЦ ЕГС РАН (сеть YAGSR)

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	Название, код сети	Код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Алдан	ALDR	ALD	01.10.1999	58.610	125.410	662	Крупный галечник, глина, вечная мерзлота	СМ-3КВ+ Байкал-111
2	Артык	ATKR	ATK	04.07.1988	64.181	145.133	700	Суглинок, галечник, вечная мерзлота	СМ-3КВ+ PAR-24В
3	Батагай	BTGS	BTG	12.03.1975	67.656	134.625	127	Глина, гравий, вечная мерзлота	СМ-3ОС+ SDAS
4	Белая Гора	YBGR	BGR	12.08.2011	68.532	146.193	36	Глина, вечная мерзлота	KS-2000+ PAR-4СН
5	Булус	–	BLS	27.03.2012	61.360	129.030	90	Галька	СМЕ-4011+ Байкал-8
6	Витим	VTMR	VTM	16.06.2003	59.440	112.550	188	Суглинок	СМЕ-4011+ PAR-4СН
7	Депутатский	DEPR	DEP	27.08.2003	69.390	139.900	320	Вечная мерзлота	KS-2000+ PAR-4СН
8	Иенгра	IENR	IEN	10.07.2004	56.224	124.857	860	Гранитогнейсы	СМ-3КВ+ Байкал-11
9	Куберганя	–	KBR	18.04.2014	67.775	144.478	50	Вечная мерзлота	СМЕ-6011+ PAR-4СН
10	Мома	MOMR	MOM	05.03.1983	66.467	143.217	192	Глина, гравий, вечная мерзлота	KS-2000+ PAR-4СН
11	Олёкминск	OLMR	OLM	11.06.2010	60.376	120.463	45	Песок, вечная мерзлота	СМ-3КВ+ Байкал-11
12	Столб	–	SOT	16.08.2013	72.403	126.812	50	Алевролиты, вечная мерзлота	СМЕ-6011+ Байкал-8
13	Табага	TBGR	TBG	24.06.2003	61.821	129.637	98	Вечная мерзлота	СМ-3КВ+ Байкал-11
14	Тикси YAGSR, IMS СТВО	TIXI	TIX	15.08.1995 (21.09.2014)	71.649	128.867	50	Доломиты, кварциты, вечная мерзлота	STS-1, GS-13+Q330
15	Тында	TNDR	TND	20.06.2001	55.147	124.721	530	Галька, глина	СМ-3ОС+ SDAS
16	Усть-Мая 2	–	USM	08.04.2006	60.367	134.458	170	Глина, вечная мерзлота	СМ-3КВ+ Байкал-11
17	Усть-Нера	UNR	UNR	21.11.1961	64.566	143.228	485	Суглинки, вечная мерзлота	СКМ-3+ PAR-24В
18	Хани	KHNR	KHN	11.12.2005	56.921	119.979	690	Гранитогнейсы	СМ-3КВ+ Байкал-11
19	Чагда	CGD	CGD	01.08.1968	58.752	130.609	195	Галька, глина, вечная мерзлота	СМ-3КВ+ Байкал-11
20	Чернышевский	YCRN	CRN	14.07.2011	63.021	112.486	319	Галька, гравий	KS-2000+ Байкал-111
21	Чульман	CLNS	CHL	01.07.1963	56.837	124.893	745	Песчаник	СМ-3ОС+ SDAS
22	Юктали	YKLR	YKL	04.07.2004	56.592	121.654	417	Суглинок	СМ-3КВ+ PAR-4СН
23	Якутск YAGSR, IMS СТВО	YAK	YAK	05.10.1957 (31.08.1993)	62.031	129.680	91	Песчаник, вечная мерзлота	STS-1, GS-13+ IRIS/USGS

Временные цифровые станции были оборудованы сейсмометрами L-4C 1.0 Hz фирмы Sercel (Франция) и регистраторами Data-Cube с использованием мощных литиевых аккумуляторов. Автономная работа данного комплекса – до одного года. Планируется обработка данных, полученных в районе наблюдений, для землетрясений с $K_p \geq 6$.

Для определения параметров гипоцентров землетрясений в приграничных районах в РИОЦ Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН использовались данные станций Байкальского, Сахалинского и Магаданского филиалов ФИЦ ЕГС РАН. Представительность регистрации землетрясений сохранилась на уровне 2015 г. [1].

В каталоге сейсмических событий Якутии приведены параметры 467 землетрясений с $M=1.6-4.0$ ($K_p=6.9-11.2$) (в том числе четырех – по данным центра NEGSР) и 320 взрывов с $M=1.8-3.1$ ($K_p=7.2-9.6$) [2, 3]. Очаги землетрясений располагались в пределах земной коры на глубинах 0–36 км. В печатном варианте каталога землетрясений [4] опубликованы параметры 160 событий региона с $M \geq 2.3$. Печатный вариант каталога взрывов [5] содержит данные 76 промышленных взрывов с $M \geq 2.3$.

На соседних территориях центром YAGSR были определены параметры 16 землетрясений, которые добавлены в каталог Северо-Востока России [6] в качестве альтернативных решений.

На основе каталога землетрясений [2] составлена карта эпицентров, которая приведена на рис. 1.25.

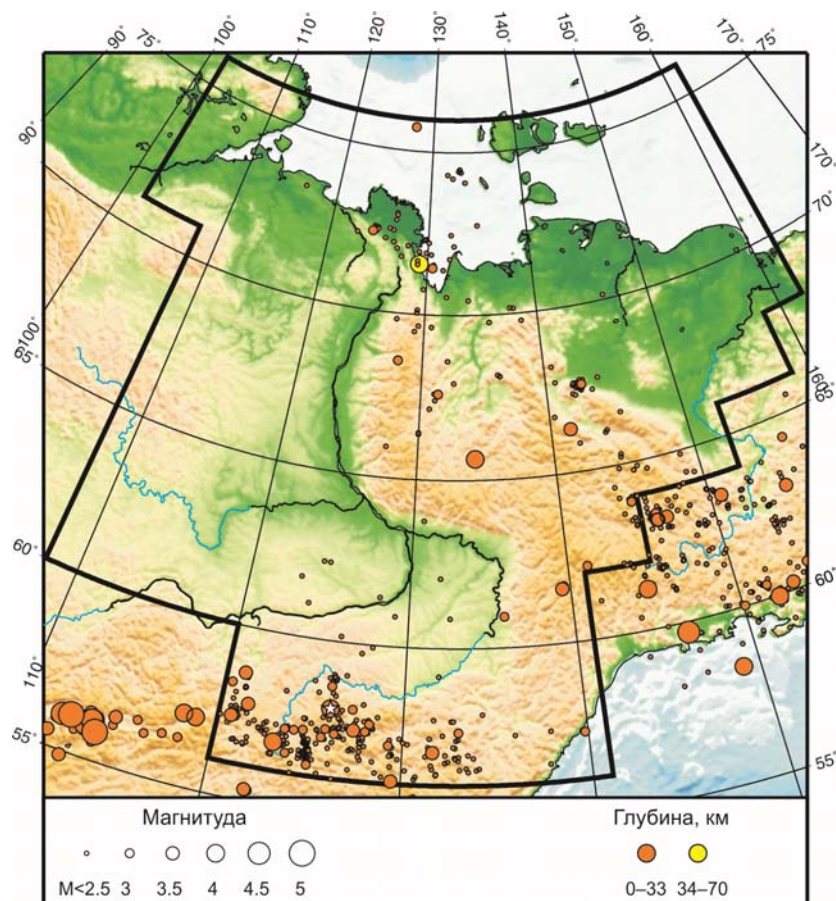


Рис. 1.25. Карта эпицентров землетрясений на территории Якутии в 2016 г.
Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

Как и в прошлом году [1], проявления сейсмичности регистрировались в 2016 г. на юге, северо-востоке и в арктической части территории Якутии. Они тяготели, в основном, к областям взаимодействия крупных литосферных плит: Евразийской и Северо-Американской на северо-востоке, а также Евразийской и Амурской на юге региона [7].

2016 г. отмечен низким уровнем сейсмичности. Наибольшая активность наблюдалась на юге региона, где из общего числа землетрясений за год (476 толчков) с $M \geq 1.8$ ($K_p \geq 7.2$) около 70% (319 толчков) произошли в пределах Олёкмо-Становой сейсмо тектонической зоны (ОСЗ) в Южной Якутии (рис. 1.25). Характерной особенностью для южно-якутских землетрясений является их приуроченность к активным участкам территории, где уже имели место сильные землетрясения с афтершоками или крупные рои. К таковым относится, например, область Чаруодинского роя землетрясений 2005 г., которая более 11 лет продолжает генерировать сейсмические события [8]. На Олёкмо-Чарском нагорье между Байкальским рифтом и Становой складчатой областью в 2016 г. было зафиксировано 40 слабых землетрясений. Самым значительным здесь был подземный толчок с $M=3.6$ ($K_p=10.4$), возникший 6 марта в 16^h08^m на глубине 16 км. К другим участкам ОСЗ, где стабильно из года в год регистрируются скопления слабых сотрясений, относится район среднего течения р. Олёкмы и западного окончания Станового хребта [9]. Здесь зарегистрировано 79 землетрясений с $K_p=6.0-10.8$ в интервале глубин 2–29 км. Самым интенсивным был толчок, возникший 1 мая в 14^h49^m с $M=3.8$ ($K_p=10.8$) на глубине 22 км. В середине XX в. на этой территории наблюдались проявления трех сильных землетрясений (в 1958 и 1967 гг. – на левобережье р. Олёкмы и в 1989 г. – в Чульманской впадине) с $M=6.5-7.0$ [7, 10].

Далее к востоку имеет место снижение сейсмической активности в междуречье Алдана и его правого притока Тимптон на Алданском нагорье, примыкающем с севера к Становому хребту, где фиксировались слабые сейсмические события с $K_p \leq 9$. Лишь одно землетрясение, произошедшее 16 января в 13^h44^m на глубине 8 км в Томотской гряде, имело $M=4.0$ ($K_p=11.2$). Толчок произошел около полуночи по местному времени и ощущался в ближайшем (25 км к западу от эпицентра) поселке Большой Нимныр с силой до 3–4 баллов (глухой гул и дрожание домов как от проходящего рядом трактора).

В среднем течении р. Гонам выявлена еще одна небольшая (свыше десяти) группа слабых толчков, тяготеющая к эпицентральной области Гонамского землетрясения 2014 г. с $M=5.0$ ($K_p=14.2$) [11]. Не изменился уровень сейсмичности в районе хребта Лурикан, который пересекает р. Учур (правый приток р. Алдана) в ее среднем течении, где зарегистрировано более 20 землетрясений с $K_p=7-10$. Четыре сейсмические события были локализованы в хребте Джугджур вдоль Охотского побережья. Их энергетический класс не превышал $K_p=8-10$. Самый интенсивный среди них толчок с $M=3.2$ ($K_p=9.8$) зафиксирован 19 февраля в 14^h15^m.

Сейсмическая обстановка на северо-востоке региона оставалась спокойной. У подавляющего числа землетрясений в системе хр. Черского энергетический класс K_p соответствовал интервалу 8–10, при этом пространственное расположение эпицентров было неравномерным. Так, субдолготная группа из 11 толчков возникла в верхнем течении р. Индигирки у подножья хр. Улахан-Кыстабит. В среднем течении р. Индигирки продолжилась активность в области Абыйского землетрясения 2013 г. с $M=6.9$ ($K_p=15.2$), где зарегистрировано десять землетрясений с $K_p=7-9$.

Кроме того, выделялись отдельные единичные сильные сотрясения, зафиксированные в районе Янского плоскогорья 14 июня 13^h48^m с $M=3.9$ ($K_p=11$) и в Чибалахском хребте 24 августа в 12^h59^m с $M=3.6$ ($K_p=10.4$), связанные с современными движениями по Индигиро-Колымской сети разломов [12].

Повышенная сейсмическая активность в 2016 г. наблюдалась в заливе Буор-Хая моря Лаптевых и дельте р. Лены в виде линейной цепочки эпицентров землетрясений,

вытянутой с юга на север вдоль названного залива. Самый сильный подземный толчок из этой серии произошел здесь 19 августа в 09^h59^m с $M=4.0$ ($K_p=11.2$). Другой ряд эпицентров севернее поселка Тикси прослеживался на северо-запад вдоль Быковской и Оленёкской протоков, пересекая дельту реки Лены. Он объединил свыше десятка слабых землетрясений, наибольшее среди них, возникшее 11 декабря в 22^h13^m, имело $M=2.3$ ($K_p=8.1$).

Несколько слабых мелкофокусных моретрясений с $K_p=7.5-8.9$ были отмечены на шельфе моря Лаптевых вблизи о. Столбовой. Наиболее значимое из них зафиксировано 30 декабря в 18^h38^m с $M=2.7$ ($K_p=8.8$).

Одиночные землетрясения были также отмечены в Южном Верхоянье ($N=2$), хребте Сете-Дабан ($N=2$) и в Центральной Якутии ($N=4$).

На рис. 1.26 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся на территории Якутии в 2012–2016 гг. (по данным [1, 2]). Уровень сейсмичности региона в 2016 г. согласно шкале «СОУС'09» [13] оценен как «фоновый пониженный» за 49-летний период наблюдений (с 1968 по 2016 г.) [14].

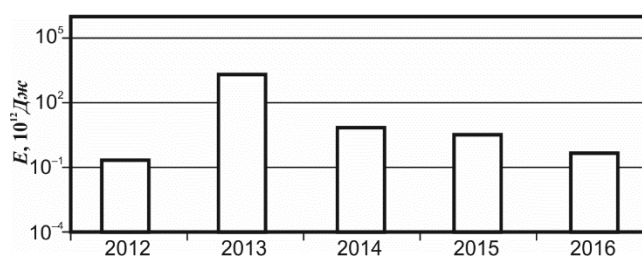


Рис. 1.26. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на территории Якутии в 2012–2016 гг.

Литература

1. Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Петров А.Ф., Тимиршин К.В., Пересыпкин Д.М., Наумова А.В., Старкова Н.Н. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Якутия // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 56–61.
2. Part_IV-2016. 09_Yakutia_2016.xls // Землетрясения России в 2016 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD-ROM.
3. Part_V-2016. Catalogs_explosions_2016.xls // Землетрясения России в 2016 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD-ROM.
4. Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Старкова Н.Н. (отв. сост.); Хастаева Е.В., Москаленко Т.П., Денега Е.Г. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Якутия // Землетрясения России в 2016 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 156–158.
5. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2016 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 183–193.
6. Part_IV-2016. 10_North-East-region-of-Russia_2016.xls // Землетрясения России в 2016 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD-ROM.
7. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмо тектоника Якутии. – М.: ГЕОС, 2000. – 226 с.
8. Шибяев С.В., Петров А.Ф., Козьмин Б.М., Имаева Л.П., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А., Тимиршин К.В., Петрова В.Е., Гилева Н.А., Пересыпкин Д.М. Чаруодинский рой землетрясений 2005 г. и его ощутимые землетрясения: Чаруодинское-I 10 ноября в 19^h29^m с $K_p=15.7$, $M_w=5.8$, $I_0=8$ и Чаруодинское-II 11 декабря в 15^h54^m с $K_p=14.8$, $M_w=5.7$, $I_0=7$ (Южная Якутия) // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 404–418.
9. Разломная тектоника территории Якутской АССР. – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1976. – 174 с.

10. *Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.* – М.: Наука, 1977. – 536 с.

11. *Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Петров А.Ф., Тимишин К.В., Пересыткин Д.М., Лысова Г.В., Старкова Н.Н.* Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Якутия // *Землетрясения России в 2014 году.* – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 51–55.

12. *Козьмин Б.М., Имаев В.С., Имаева Л.П.* Сейсмичность и современная геодинамика // *Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия).* – М.: МАИК Наука, 2001. – С. 33–67.

13. *Салтыков В.А.* Формализованная оценка уровня сейсмичности на примере Камчатки и Байкальского региона // *Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Четвертой Международной сейсмологической школы.* – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 178–182.

14. *Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г., Воропаев П.В.* Качественный анализ сейсмичности. Оценка уровня сейсмичности регионов России // *Землетрясения России в 2016 году.* – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 73–79.