

Якутия

¹С.В. Шibaев, ^{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 ФИЦ ЕГС РАН проводил исследования сейсмичности территории Республики Саха (Якутия) на основе системы инструментальных наблюдений, включающей 23 сейсмические станции. В октябре 2014 г. была закрыта станция в поселке Нижний Бестях. В результате без изменений [1] осталась система наблюдений в арктических районах и на северо-востоке региона (девять станций), на юге (семь станций) и западе (три станции). В Центральной Якутии их количество сократилось до четырех (рис. 1.24, табл. 1.19).

Представительность сейсмологических данных отличалась от района к району в зависимости от плотности инструментальных наблюдений. Так, для Станового хребта (юг Якутии) на его западном фланге она начиналась с $M \geq 1.7$ ($K_p \geq 7$), а на восточном – с $M \geq 2.2-2.8$ ($K_p \geq 8-9$). На левобережье р. Лены (запад Якутии) без пропусков регистрировались землетрясения с $M \geq 2.8$ ($K_p \geq 9$). В центральных районах полностью фиксировались события с $M \geq 2.2$ ($K_p \geq 8$). В системе хр. Черского (северо-восток региона) представительными были подземные толчки с $M \geq 2.2-2.8$ ($K_p \geq 8-9$). На крайнем севере и в акватории Восточно-Арктических морей записывались все события с $M \geq 3.3-3.9$ ($K_p \geq 10-11$).

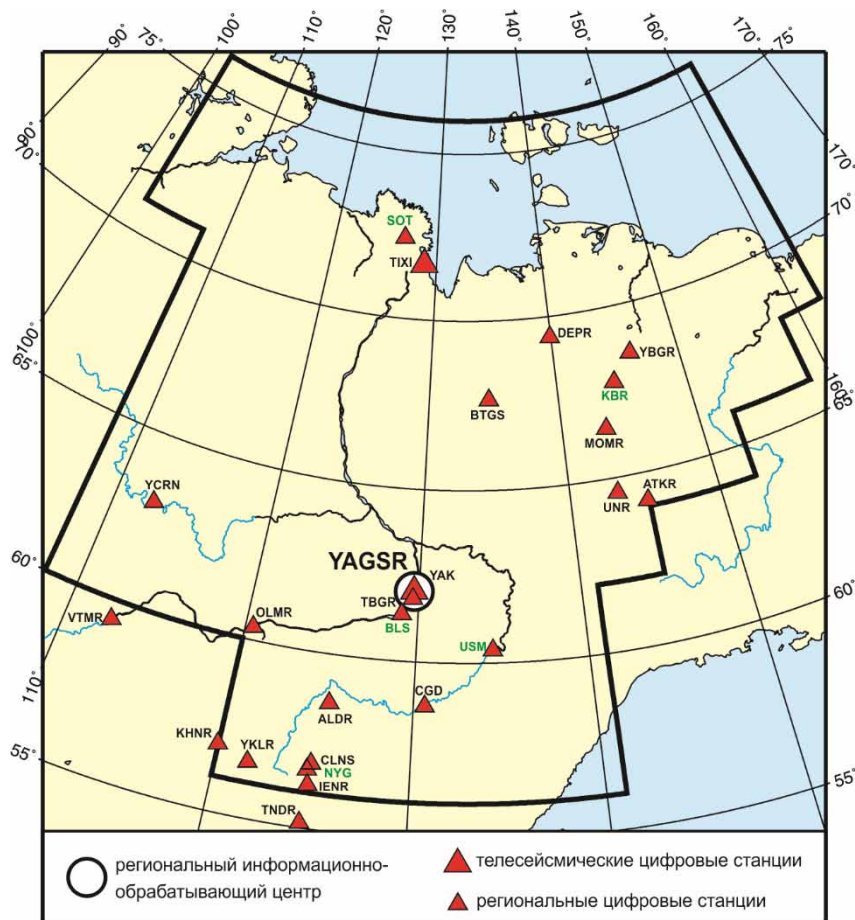


Рис. 1.24. Сейсмические станции на территории Якутии в 2015 г.
 Черный шрифт – международные коды сети (центра) и станций,
 зеленый шрифт – региональные коды станций

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

№	Сейсмическая станция			Дата открытия (установки нового оборудования)	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	АТК	04.07.1988	64.181	145.133	700	Суглинок, галечник, вечная мерзлота	СМ-3КВ+ PAR-24В
3	Багагай	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

При сводной обработке инструментальных наблюдений в приграничных участках территории с соседними регионами привлекались данные сети станций Байкальского, Сахалинского и Магаданского филиалов ФИЦ ЕГС РАН.

Каталог сейсмических событий Якутии за 2015 г. включает параметры 570 землетрясений с $M=1.8-4.8$ ($K_p=7.2-12.7$) [2] и 419 взрывов с $M=1.8-3.1$ ($K_p=7.2-9.6$) [3]. На соседних территориях центром YAGSR были определены параметры 40 землетрясений, которые были добавлены в соответствующие каталоги: Северо-Восток России [6] – девять событий в качестве альтернативных решений; Приамурье и Приморье [7] – 24 события в качестве основных решений и семь – в качестве альтернативных.

Очаги землетрясений располагались в пределах земной коры на глубинах 0–33 км. На основе каталога [2] построена карта эпицентров землетрясений (рис. 1.25). В печатном варианте каталога землетрясений [4] опубликованы данные 236 событий региона с $M \geq 2.3$. Печатный вариант каталога взрывов [5] содержит данные 100 промышленных взрывов с $M=2.3-3.1$ ($K_p=8.1-9.6$).

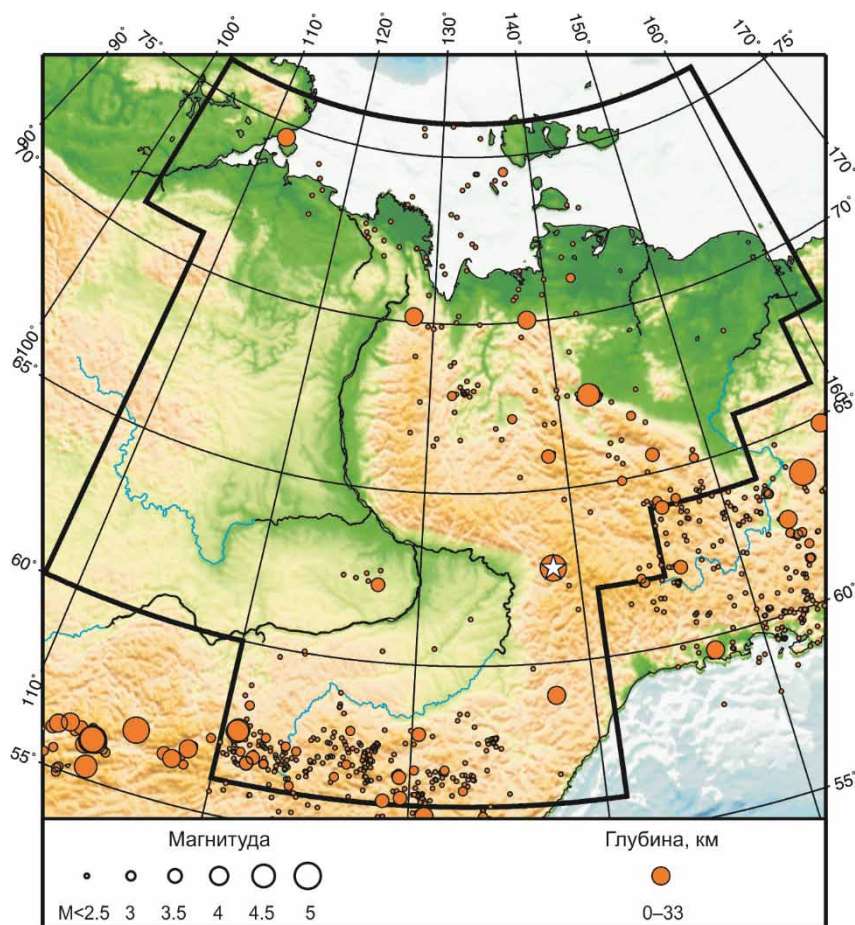


Рис. 1.25. Карта эпицентров землетрясений на территории Якутии в 2015 г.
Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

Уровень сейсмической активности в 2015 г. продолжал снижаться в сравнении с предыдущими 2013 и 2014 гг. [1, 8]. Большая часть землетрясений (свыше 300) отмечена в Южной Якутии в пределах Олёкмо-Становой сеймотектонической зоны (ОСЗ), вытянутой в виде облака эпицентров землетрясений в субширотном направлении вдоль границы Евразийской и Амурской литосферных плит [9] от р. Олёкмы к Охотскому морю. К самым активным участкам на западном фланге относится Олёкмо-Чарское нагорье в переходной зоне от Байкальского рифта к ОСЗ, где не прерывается сейсмическая активность Чаруодинского роя, возникшего еще в 2005 г. и действующего уже более

десяти лет. В этом году здесь отмечено свыше 90 роевых событий. Два из них ощущались на ближайших железнодорожных станциях трассы БАМ. Первое землетрясение возникло 14 сентября в 09^h06^m с $M=4.3$ ($K_p=11.7$) и $h=10$ км. Его небольшие колебания в 3–4 балла наблюдались на станции Олёкма (50 км к юго-востоку от эпицентра) и 3 балла – на станции Хани (80 км к югу). Второе землетрясение, отмеченное 4 декабря в 13^h27^m, было интенсивнее предыдущего – $M=4.6$ ($K_p=12.3$) и $h=18$ км. Макроэффекты при этом толчке выявлены на трех станциях БАМ: Олёкма (54 км к юго-востоку от эпицентра) – 4 балла; Хани (82 км к югу) – 3–4 балла; Новая Чара (150 км к западу) – 3 балла. Для землетрясения 4 декабря в [10] помещено решение фокального механизма по данным Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН, подтверждающее сбросовую подвижку в его очаге.

При перемещении на восток от реки Олёкмы темп современных тектонических движений снижается [11], что отражается в проявлениях сейсмичности. Так, в районе Станового хребта в основном регистрировались слабые землетрясения с $M=1.8–3.7$ ($K_p=7.2–10.7$), а их число едва достигало 80. На восточном окончании этого хребта в течение года наблюдалась небольшая активизация сейсмической деятельности, представленная группой из 29 афтершоков 7-балльного Гонамского события, произошедшего год назад 4 января 2014 г. с $M=5.0$ [1]. Самый сильный афтершок из этой серии отмечен 12 января 09^h32^m с $M=3.7$ ($K_p=10.7$). Еще два активных участка в ОСЗ выделяются на территории Алданского нагорья к северу от Станового хребта и в среднем течении реки Учур (правый приток р. Алдан), где в совокупности зарегистрировано свыше 100 слабых подземных толчков с $M=1.8–3.0$ ($K_p=7.2–9.4$).

Самое сильное землетрясение с $M=4.8$ ($K_p=12.7$) произошло 18 марта в Восточной Якутии на стыке хребтов Верхоянского и Сетте-Дабан. Его очаг располагался на глубине 7 км и был приурочен к крупному региональному Бурхалинскому сдвигу [12]. В ближайшем к эпицентру поселке Теплый Ключ (75 км к западу) выявились 3-балльные макросейсмические эффекты: был слышен легкий гул, раскачивались телевизоры, двигались холодильники, дрожала мебель. Сотрясения с интенсивностью 2–3 балла отмечены в поселках Хандыга (140 км к юго-западу) и Джебарики-Хая (143 км к югу), вблизи которого лед по зимнику на реке Алдан треснул и образовалась наледь. Колебания в 2 балла отмечены в поселках Сайды (148 км к югу) и Охотский Перевоз (170 км к югу). Общая площадь потрясений, значительная часть которых пришлось на участок автодороги Хандыга-Магадан, составила 16 тыс. км². Землетрясение меньшей интенсивности было также отмечено в южных отрогах хр. Сетте-Дабан 14 сентября в 15^h55^m с $M=3.9$ ($K_p=11.1$) и $h=8$ км.

Как обычно, второй сейсмически активной провинцией после ОСЗ являлась территория зоны взаимодействия Евразийской и Североамериканской литосферных плит, маркирующая сухопутную границу Арктико-Азиатского сейсмического пояса на северо-востоке Якутии. Наибольшая плотность землетрясений (более 100 событий с $K_p=7.2–10.7$) зафиксирована в системе хребтов Черского. Половина из них (свыше 50 толчков) являются афтершоками Абыйского (Илин-Тасского) землетрясения, отмеченного 14 февраля 2013 г. с $M=6.9$ в Момском хребте [8]. Повторный толчок 21 марта в 00^h22^m с $M=4.3$ ($K_p=11.8$) и $h=9$ км ощущался в ближайшем селе Куберганя (90 км к северо-востоку от эпицентра) с интенсивностью 3 балла. Северо-западнее хребта Черского в южной части Яно-Индибирской низменности имел место еще один интенсивный толчок с $M=4.2$ ($K_p=11.6$) и $h=21$ км, возникший 7 мая в 22^h37^m.

В течение 2015 г. слабо активной была структура Верхоянского хребта, однако в ее северной части, представленной небольшим хребтом Хараулах, 10 сентября в 12^h41^m произошел подземный толчок с $M=4.1$ ($K_p=11.3$) и $h=10$ км. Это событие интересно тем,

что ранее здесь регистрировались лишь редкие слабые сотрясения, хотя более 80 лет назад на этом участке были отмечены сильные 9-балльные Булунские землетрясения 1927–1928 гг. с $M=6.8$ [13].

Побережье и акватория моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря в арктической части территории Якутии характеризуются умеренной сейсмичностью. Особо выделяются две полосы сейсмичности. Первая пересекает в субдолготном направлении восточную часть шельфа моря Лаптевых и следует к губе Буор-Хая и Янскому заливу. Большинство отмеченных моретрясений с $K_p \leq 10-11$ локализованы здесь в верхней части земной коры ($h=1-10$ км) и приурочены к впадинам окраинно-континентальной рифтовой системы, развитой на морском дне [9]. Вторая полоса в составе Лено-Таймырской сейсмической зоны протягивается через дельту реки Лены вдоль Оленёкского залива к полуострову Таймыр. Эти толчки – также мелкофокусные, а их энергетический класс не превышает $K_p=8-10$. Среди них впервые в Хатангском заливе вблизи западного побережья о. Большой Бегичев проявилось землетрясение 26 мая в 04^h41^m с $M=4.1$ ($K_p=11.4$) и $h=15$ км.

Следует также указать на редкое для Сибирской платформы сейсмическое событие с $M=3.7$ ($K_p=10.7$), которое произошло в 125 км к западу от Якутска 25 октября в 13^h08^m на глубине $h=29$ км.

В целом структура эпицентральных полей в регионе практически мало изменяется во времени, т.к. зависит от особенностей взаимодействия известных литосферных плит, господствующих на северо-востоке Азии [9].

На рис. 1.26 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся на территории Якутии в 2011–2015 гг. (по данным [1, 2]). Уровень сейсмичности региона в 2015 г. согласно шкале «СОУС'09» [14] оценен как «фоновый средний» за 48-летний период наблюдений (с 1968 по 2015 г.) [15].

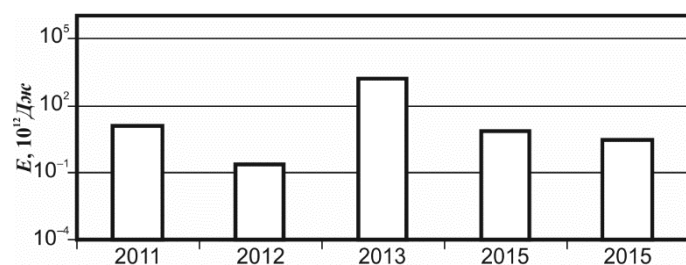


Рис. 1.26. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на территории Якутии в 2011–2015 гг.

Литература

1. Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Петров А.Ф., Тимиришин К.В., Пересыпкин 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.
2. Part_IV-2014. 09_Yakutia_2015.xls // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
3. Part_V-2014. Catalogs_explosions_2015.xls // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
4. Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Старкова Н.Н. (отв. сост.); Хастаева Е.В., Москаленко Т.П., Денегина Е.Г. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Якутия // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 150–153.
5. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 178–191.
6. Part_IV-2015. 10_North-East-region-of-Russia_2015.xls // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.

7. *Part_IV-2015.06_Priamurye-and-Primorye_2015.xls* // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
8. *Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Петров А.Ф., Тимиришин К.В., Пересыпкин Д.М., Лысова Г.В., Старкова Н.Н.* Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Якутия // Землетрясения России в 2013 году. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 49–53.
9. *Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М.* Сеймотектоника Якутии. – М.: ГЕОС, 2000. – 226 с.
10. *Габсатарова И.П., Гилёва Н.А., Богинская Н.В., Иванова Е.И., Малянова Л.С., Сафонов Д.А., Середкина А.И.* Механизмы очагов отдельных землетрясений России // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 192–201.
11. *Парфенов Л.М., Козьмин Б.М., Имаев В.С. и др.* Геодинамика Олёкмо-Становой сейсмической зоны. – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1985. – 136 с.
12. *Разломная тектоника территории Якутской АССР.* – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1976. – 174 с.
13. *Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.* – М.: Наука, 1977. – 536 с.
14. *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.
15. *Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г., Воропаев П.В.* Качественный анализ сейсмичности. Оценка уровня сейсмической активности регионов России // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 81–87.