

СЕЙСМИЧНОСТЬ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ в 2015 г.**Е.И. Алёшина, С.В. Курткин, Л.И. Карпенко***Магаданский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Магадан, evgeniya@memsd.ru*

Аннотация. Рассматриваются результаты сейсмического мониторинга на территории Магаданской области, Чукотского автономного округа и шельфов прилегающих морей (Охотского, Чукотского, Берингова и Восточно-Сибирского). В 2015 г. в регионе работали 14 сейсмических станций, включая вновь открытую на побережье Охотского моря станцию «Гадля». В каталог включены сведения о 290 землетрясениях с энергетическими классами $K_p=4.4-12.6$. При этом, как обычно, большая их часть (93 %) локализована в районе Колымы (район № 2). В дополнительном каталоге содержатся сведения о землетрясении 17 марта в 05^h27^m с $mb_{ISC}=3.3$, произошедшем в Чукотском море. Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в границах региона, составила $\Sigma E=4.6 \cdot 10^{12}$ Дж. Классификация землетрясений Северо-Востока России осуществлялась по энергетическим классам K_p шкалы Т.Г. Раутиан. Построена карта энергетической представительности землетрясений с $K_{min}=5-10$. Минимальный уровень представительной регистрации землетрясений, $K_{min}=5.0$, обеспечен на двух площадках вблизи станций «Суусуман» и «Магадан». На всей территории районов № 1 и № 2 (Охотское море, Колыма) не могут быть пропущены землетрясения с $K_{min}=8$. В районе Чукотки могут регистрироваться без пропусков землетрясения с $K_{min} \geq 10.6$. В населенных пунктах Северо-Востока ощущались три землетрясения с интенсивностью I от 2 до 4 баллов по шкале MSK-64. Самое сильное землетрясение в 2015 г. произошло 1 июня в 10^h53^m на глубине 31 км с $K_p=12.6$ ($MPSP=4.9$) в районе Колымы. Максимальная интенсивность сотрясений, 4 балла, наблюдалась в пос. Омсукчан ($\Delta=132$ км). В марте 2015 г. северо-восточнее пос. Талая возник рой из 29 слабых землетрясений с $K_p=6.2-9.8$. Сравнение положения эпицентров землетрясений Колымского района со схемой тектонического районирования Магаданской области показало, что большинство землетрясений приурочено к крупнейшим глубинным разломам северо-восточного и субширотного простирания. Все гипоцентры расположены в пределах земной коры. Уровень сейсмичности Северо-Востока России в 2015 г. согласно шкале «СОУС-09» оценен как «фоновый средний» за период наблюдений с 1968 по 2015 год. Пространственно все землетрясения Северо-Востока России традиционно сосредоточены в крупных сейсмических поясах: Черского, Северо-Охотском и Транс-Берингийском.

Ключевые слова: сейсмический мониторинг, Северо-Восток, Колыма, Чукотка, Охотское море, сейсмический пояс, энергетический класс, тектоника, глубинный разлом, эпицентральная зона.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.15

Для цитирования: Алёшина Е.И., Курткин С.В., Карпенко Л.И. Сейсмичность Северо-Востока России в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 164–172. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.15

Сеть сейсмических станций. Сейсмический мониторинг территории Магаданской области, Чукотского автономного округа (ЧАО) и шельфов прилегающих морей (Охотского, Чукотского, Берингова и Восточно-Сибирского) в 2015 г. осуществлялся сетью из 14 цифровых сейсмических станций Магаданского филиала ФИЦ ЕГС РАН. В Магаданской области действовали десять станций (одна из них, «Магадан-1», временная), три в ЧАО и одна («Охотск») – в Хабаровском крае. Для определения параметров землетрясений, произошедших в приграничных с Саха (Якутией) районах, использовались данные станций Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН.

Вблизи побережья Охотского моря, в районе Примагаданья, 23 октября запущена в эксплуатацию станция «Гадля» (GADL) в одноименном селе. В ЧАО с 1 ноября после длительного перерыва возобновили работу станции «Провидения» (PVDR) и «Анадырь» (ANDR), которые были законсервированы по техническим причинам в 2012 и 2013 гг. соответственно. Станцию «Нешкан» (NSH) восстановить не удалось из-за проблем с транспортом.

Сведения о станциях, типах и параметрах регистрирующей аппаратуры приведены в электронном приложении [1]. Положение сейсмических станций МФ ФИЦ ЕГС РАН и энергетическая представительность землетрясений K_{min} по наблюдениям действовавшей сети показана на рис. 1. Классификация землетрясений Северо-Востока России осуществлялась по энергетическим классам K_p шкалы Т.Г. Раутиан [2]. При построении карты K_{min} использована методика В.В. Артамонова, Л.В. Мишиной [3].

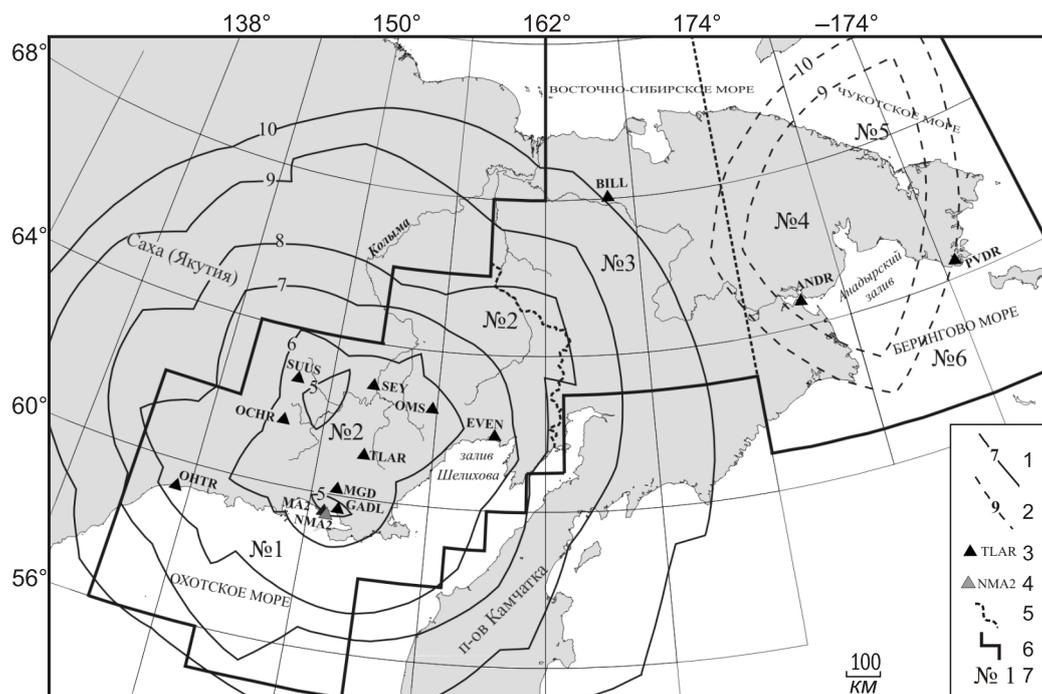


Рис. 1. Карта энергетической представительности K_{\min} землетрясений Северо-Востока России и расположение сейсмических станций в 2015 г.

1, 2 – изолиния K_{\min} , уверенная и предполагаемая соответственно; 3, 4 – сейсмическая станция, постоянная и временная соответственно; 5, 6 – граница района и региона соответственно; 7 – номер района.

Минимальный уровень энергии землетрясений с $K_{\min}=5.0$ обеспечен региональной сетью на двух участках: вблизи станции «Сусуман» и в Примагаданье. В области наибольшей плотности сети станций, в центре Колымы (район № 2), $K_{\min}=6.0$. На всей территории районов № 1 и № 2 (Охотское море, Колыма) не могут быть пропущены землетрясения с $K_{\min}=8$. В районах Чукотки (№ 3, 4), Берингова и Чукотского морей (№ 5, 6) могут быть зарегистрированы землетрясения с $K_{\min}\geq 10.6$. Для территории ЧАО из-за недостаточности материалов сейсмических наблюдений построены лишь предполагаемые изолинии $K_{\min}=9$ и 10, с учетом данных 2010–2012 гг.

Методика определения основных параметров землетрясений не изменилась, обработка данных проводилась с помощью программы НУР2ДТ (версия 7.1), предоставленной К. Дж. Мяки (Мичиганский университет, Ист-Лансинг, США). Координаты эпицентров землетрясений рассчитывались с использованием времен пробега прямых и преломленных P - и S -волн [4].

Анализ данных. В каталог землетрясений Северо-Востока и приграничных районов [5] за 2015 г. включены сведения о 290 событиях с $K_p=4.4$ –12.6. Из них 19 землетрясений находятся за границами зоны ответственности сети МФ ФИЦ ЕГС РАН, три – на Камчатке и 16 – на территории Саха (Якутия).

В дополнении [6] к каталогу [5] содержатся сведения о землетрясении на территории ЧАО, произошедшем 17 марта в 05^h27^m в Чукотском море (район № 5) с $m_{bISC}=3.3$. Его параметры заимствованы из бюллетеней ISC [7]. Для локации этого землетрясения данных сети сейсмических станций МФ ФИЦ ЕГС РАН оказалось недостаточно.

Самое сильное ($K_p=12.6$) в каталоге [5] землетрясение (3) с магнитудой $m_{bMOS}=4.9$, $M_{S_{MOS}}=4.1$ [8] произошло 1 июня в 10^h53^m. Минимальным значением энергетического класса в каталоге, $K_p=4.4$, характеризуется событие в районе № 2 (Колыма), находящееся севернее г. Магадана ($\Delta=16$ км).

Ощутимых землетрясений в 2015 г. было три [9]. Максимальный макросейсмический эффект с $I=4$ балла по шкале MSK-64 [10] наблюдался при землетрясении 1 июня в 10^h53^m с $K_p=12.6$ в населенных пунктах Омсукчан и Сеймчан. Сотрясения от ощутимых землетрясений 2015 г. были зафиксированы в четырех населенных пунктах [11].

Гипоцентры всех землетрясений Северо-Востока расположены на глубинах $h\leq 33$ км. Карта эпицентров землетрясений, включенных в основной [5] и дополнительный [6] каталоги, представлена на рис. 2. Большинство землетрясений приурочено к ранее известным сейсмогенным

зонам – сейсмическим поясам Черского северо-западного простирания, Северо-Охотскому субширотного направления и Транс-Берингийскому сейсмическому поясу северо-восточного простирания [12, 13, 14] (рис. 2).

Распределение землетрясений в 2015 г. по энергетическим классам и выделенной в районах суммарной сейсмической энергии представлены в табл. 1. Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в 2015 г. в границах региона, составила $\Sigma E=4.634 \cdot 10^{12}$ Дж. Количество зарегистрированных в регионе землетрясений в 2015 г. $N_{\Sigma}=272$. Уровень сейсмичности Северо-Востока России в 2015 г. согласно шкале «СОУС09» [15] оценен как «фоновый средний» за период наблюдений с 1968 по 2015 г. [16].

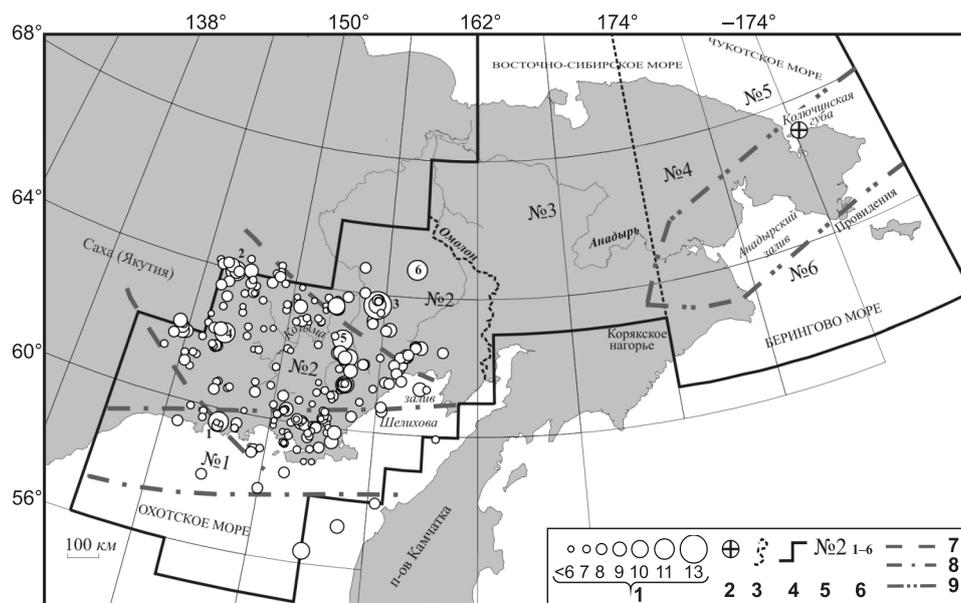


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северо-Востока России за 2015 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – эпицентр из дополнительного каталога [6]; 3, 4 – граница района и региона соответственно; 5 – номер района; 6 – номера сильных ($K_p \geq 10.6$) землетрясений, указанных в графе 2 каталога [5]; 7 – граница фрагмента сейсмического пояса Черского; 8 – граница Северо-Охотского сейсмического пояса; 9 – граница фрагмента Транс-Берингийского сейсмического пояса (ТБСП).

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам и приграничным территориям региона Северо-Восток за 2015 г.

№	Район	K_p										N_{Σ}	$\Sigma E, Дж$
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Охотское море	–	–	4	5	9	1	1	–	–	–	20	$7,174 \cdot 10^9$
2	Колыма	1	5	35	109	66	24	5	5	–	1	251	$4,623 \cdot 10^{12}$
3	Западная Чукотка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Восточная Чукотка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Чукотское море	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	$3,981 \cdot 10^9$
6	Берингово море	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Всего в регионе	1	5	39	114	75	25	7	5	–	1	272	$4,634 \cdot 10^{12}$
	Якутия	–	–	1	8	3	4	–	–	–	–	16	$7,472 \cdot 10^9$
	Камчатка	–	–	–	1	1	1	–	–	–	–	3	$1,696 \cdot 10^9$
	Сумма	1	5	40	123	79	30	7	5	–	1	291	$4,643 \cdot 10^{12}$

Примечание. Учтены все землетрясения из основного [5] и дополнительного [6] каталогов. Энергия землетрясений из [6] (район № 5, Чукотское море) определена по расчетному классу K_p по формуле: $K_p=2.84+2.03 \cdot m_b$ [4].

Проанализируем особенности сейсмичности Северо-Востока России в 2015 г. по отдельным районам.

Район Охотского моря (№ 1) в 2015 г. характеризуется слабой сейсмической активностью. В нем локализовано 20 землетрясений (7.4 % от общего количества) с $K_p=6.0-9.7$. Выделившаяся

сейсмическая энергия, равная $\Sigma E=7.174 \cdot 10^9$ Дж, составляет 0.15 % от суммарной энергии региона. Самое сильное землетрясение с $K_p=9.7$ здесь зарегистрировано 18 ноября в 04^h16^m у границы с Камчаткой (рис. 2).

Очаги землетрясений района № 1 в 2015 г. расположены в центральной части Северо-Охотского сейсмического пояса.

В районе **Колымы (№ 2)** зарегистрировано 251 землетрясение с $K_p=4.4-12.6$, или 92.6 % от общего числа событий в регионе. Суммарная сейсмическая энергия, выделенная землетрясениями района № 2, равна $\Sigma E=4.623 \cdot 10^{12}$ Дж, что составляет 99.9 % от величины суммарной энергии всех зарегистрированных в регионе событий. Эпицентры землетрясений Колымского района (№ 2) нанесены на схему тектонического районирования Магаданской области [17] (рис. 3). В тектоническом отношении большинство эпицентров землетрясений приурочено к глубинным разломам Охотско-Колымского водораздела.

Основное количество энергии района Колымы ($E=3.981 \cdot 10^{12}$ Дж – 86 %) высвободилось в очаге землетрясения (3) 1 июня в 10^h53^m с $K_p=12.6$ (рис. 2, 3). Данное событие было сильнейшим в регионе в 2015 г., оно записано станциями международных агентств согласно бюллетеню ISC [7]. Основные параметры землетрясения по материалам различных сейсмологических служб представлены в табл. 2.

Таблица 2. Основные параметры землетрясения 1 июня с $K_p=12.6$ по региональным данным в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\Delta\varphi$, км	λ° , E	$\Delta\lambda$, км	h , км	δh , км		
NEGRS	10 53 30.5	0.7	63.69	3.6	155.52	2.9	31	4	$K_p=12.6$	[5]
MOS	10 53 26.6	0.92	63.896	–	155.455	–	11	–	$M_S=4.1/8$, $M_{PSP}=4.9/44$	[8]
ISC-ЕНВ	10 53 28.79	0.9	63.900	–	155.457	–	15f	–	–	[7]
NEIC	10 53 28.44	2.02	63.841	–	155.497	–	10f	–	$m_b=4.7/188$	[7]
ISC	10 53 29.05	0.81	63.762	–	155.520	–	17.4	4.98	$M_S=4.3/20$, $m_b=4.7/167$	[7]
IDC	10 53 26.9	0.4	63.897	–	155.447	–	0f	–	$M_S=4.1/14$, $m_b=4.3/34$	[7]

Примечание. Расшифровка кодов агентств дана в обозначениях к наст. сб.

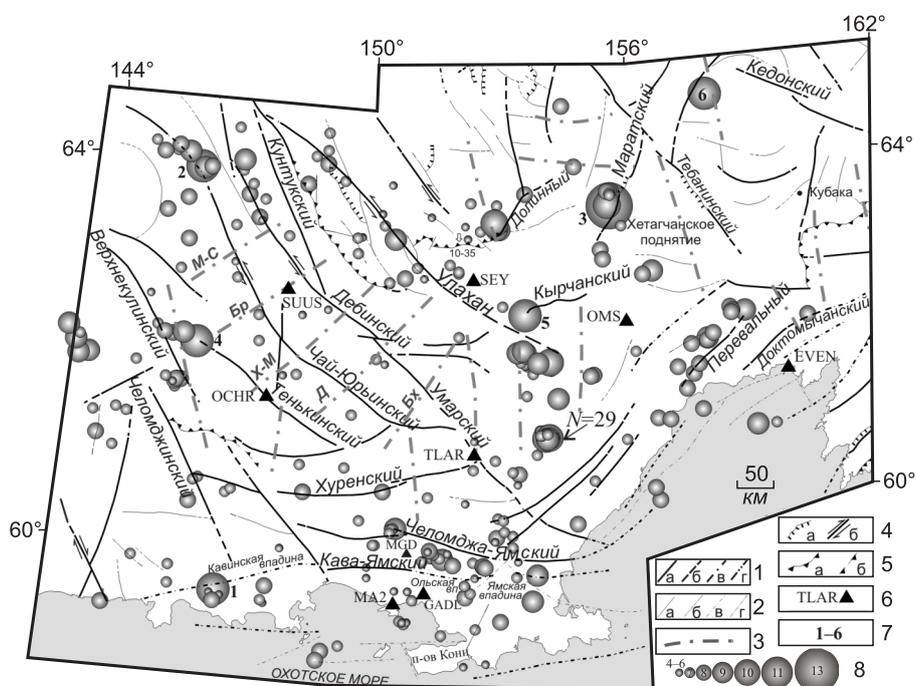


Рис. 3. Тектоническая схема района Колымы [17] и положение эпицентров землетрясений за 2014 г.

1, 2 – крупнейшие разломы (1) и прочие тектонические нарушения (2): установленные (а), предполагаемые (б), скрытые под молодыми образованиями (в) и в акватории моря (г); 3 – скрытые разломы фундамента: М-С – Малык-Сиенский, Бр – Берелёхский, Х-М – Хейджано-Мылгинский, Д – Детринский, Бх – Бахапчинский; 4 – разломы: надвиги (а), сдвиги (б); 5 – краевые ограничения установленных (а) и предполагаемых (б) шарьяжей; 6 – сейсмическая станция; 7 – номера сильных ($K_p \geq 10.6$) землетрясений, указанных в графе 2 каталога [5]; 8 – энергетический класс землетрясений.

Все решения эпицентра землетрясения 1 июня в 10^h53^m с $K_p=12.6$ в плане изображены на рис. 4. Положения эпицентров агентств IDC, ISC-EHB и MOS хорошо согласуются между собой, расстояния между ними 0.4–0.6 км, в то время как эпицентры агентств NEIC и ISC удалены от них на расстояние около 6.5 км и 15 км соответственно, решение NEGRS – примерно на 23 км (рис. 4).

При сводной обработке землетрясения в Магаданском филиале использовались данные наблюдений восьми станций (рис. 5) [1]. Ближайшей ($\Delta=132$ км) к эпицентру была станция «Омсукчан» (OMS). Почти все станции находились юго-западнее эпицентра, поэтому, возможно, определенный NEGRS эпицентр смещен на юго-запад от Маратского разлома.

В тектоническом отношении землетрясение 1 июня в 10^h53^m с $K_p=12.6$ приурочено к Маратскому глубинному разлому северо-восточного простирания. Маратский и Тебанинский разломы взбросового типа ограничивают с северо-запада и северо-востока Хетагчанское антиклинальное поднятие (рис. 3). После главного толчка в июне было зарегистрировано восемь афтершоков с $K_p=7.4–10.1$ [5], область их эпицентров вытянута в субмеридиональном направлении на расстояние около 20 км. Все афтершоки располагаются севернее основного толчка (рис. 4), что характерно для афтершоковых зон Северо-Востока, где главное событие практически всегда ограничивает положение афтершоков с одной из сторон эллипсоида, за пределами которой эпицентры отсутствуют [18]. Глубина гипоцентра главного события $h=31$ км, глубины афтершоков варьируют от 6 до 29 км. Энергетическая ступень между главным толчком и максимальным афтершоком равна: $\Delta K_p=12.6–10.1=2.5$.

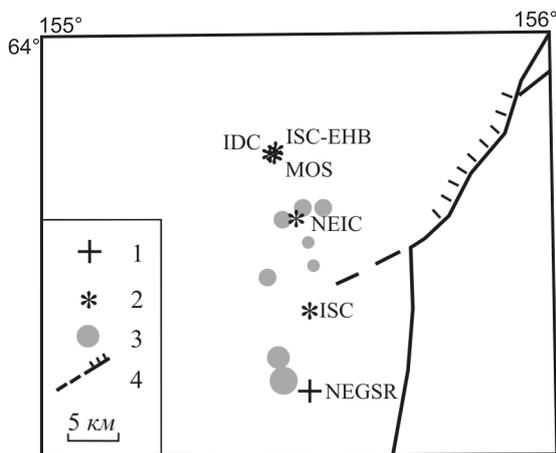


Рис. 4. Сопоставление решений эпицентра землетрясения 1 июня в 10^h53^m с $K_p=12.6$ по данным станций сети

МФ ФИЦ ЕГС РАН (NEGRS) и других агентств

1 – инструментальный эпицентр по [5]; 2 – решения других сейсмологических служб по [7]; 3 – афтершоки; 4 – фрагмент Маратского разлома.

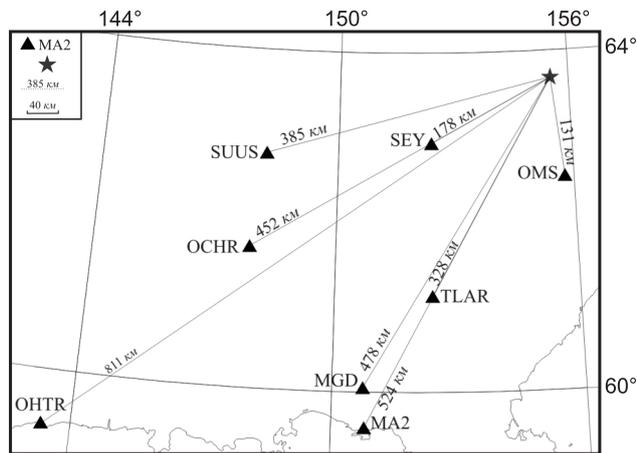


Рис. 5. Положение региональных станций относительно инструментального эпицентра землетрясения 1 июня в 10^h53^m с $K_p=12.6$

1 – сейсмическая станция; 2 – инструментальный эпицентр; 3 – эпицентральное расстояние.

Землетрясение 1 июня в 10^h53^m с $K_p=12.6$ ощущалось в пос. Омсукчан (эпицентральное расстояние $\Delta=132$ км) с интенсивностью $I=4$ балла и Сеймчан ($\Delta=177$ км) – $I=3$ балла. Сведения о его макросейсмических проявлениях собраны сотрудниками сейсмостанций при помощи телефонного опроса, а также посредством распространения опросных листов. Макросейсмическая информация приведена ниже.

$I=4$ балла. Пос. Омсукчан. Землетрясение наблюдалось на 1–5 этажах панельных зданий людьми в состоянии покоя. Ощущалось дребезжание, как будто проехал бульдозер. Вибрировала мебель, предметы, стоящие на столе, трескались обои, дребезжала посуда, стекла окон. Открывались и закрывались дверцы шкафов. Беспokoились домашние животные. Некоторые жители испугались, вышли на улицу.

$I=3$ балла. Пос. Сеймчан. Землетрясение ощущалось в основном на 3–5 этажах панельных зданий жителями в состоянии покоя. Многие ощутили два толчка и плавные колебания в течение 2–3 секунд. Слегка раскачивались люстры, занавески, колебалась вода в сосудах. Некоторые ощутили дребезжание, как от проезжающего грузовика.

В районе очаговой зоны землетрясения 1 июня в $10^{\text{h}}53^{\text{m}}$ с $K_p=12.6$ ранее не регистрировались землетрясения с $K_p>10.4$.

Юго-восточнее пос. Сеймчан ($\Delta=71$ км) 11 декабря в $15^{\text{h}}53^{\text{m}}$ произошло землетрясение (5) с $K_p=10.9$. Жители поселка ощутили его с интенсивностью $I=3$ балла. Эпицентр землетрясения располагается в районе Сеймчано-Буюндинской впадины, в зоне сближения юго-восточного окончания разлома Улахан с Кырчанским глубинным разломом северо-восточного простирания [17] (рис. 3).

Землетрясение (1), произошедшее 12 января в $08^{\text{h}}48^{\text{m}}$ с $K_p=11.4$, ощущалось в г. Магадане ($\Delta=207$ км) и пос. Снежный ($\Delta=213$ км) с интенсивностью 2 балла. Эпицентр приурочен к Кава-Ямскому разлому субширотного простирания в районе, где он перекрыт отложениями Кавинской впадины.

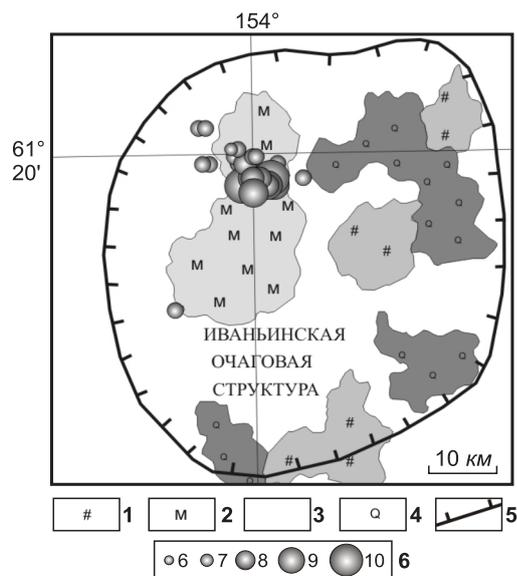


Рис. 6. Тектоническая схема по [17] с эпицентрами землетрясений роя в районе пос. Талая

1 – нижне- и верхнемеловые вулканы Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП) и наложенных впадин; 2 – верхнеюрские терригенно-вулканогенные молассы краевых прогибов и впадин; 3 – терригенные породы чехла срединных массивов; 4 – позднерюрские гранитоиды; 5 – контур Ивановской очаговой структуры; 6 – энергетический класс землетрясений.

№ 3, 4), в Беринговом море (№ 6) землетрясения не зарегистрированы.

В целом сейсмичность Северо-Востока в 2015 г. соответствует фоновому уровню. Все зарегистрированные землетрясения приурочены к ранее известным сейсмогенным зонам – сейсмическим поясам Черского, Северо-Охотскому и ТБСП.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках темы НИР АААА-А20-120060890034-7 госзадания № 075-00576-21 ФИЦ ЕГС РАН с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира».

Л и т е р а т у р а

1. Алёшина Е.И., Курткин С.В. Сейсмические станции Северо-Востока России ($N=12$) в 2015 г. (код сети NEGSР) // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>

В марте 2015 г. северо-восточнее пос. Талая (станция TLAR) возник рой из 29 землетрясений с $K_p=6.2-9.8$ (рис. 3, 6). Большинство событий зарегистрировано в марте и в июле [5]. Эти землетрясения располагаются компактной группой, вытянутой в северо-западном направлении. Длина зоны около 15 км, ширина – 5 км. Эпицентры расположены в пределах Ивановской очаговой структуры и приурочены к верхнеюрскому терригенно-вулканогенному массиву горных пород [17].

Наблюдаются скопления эпицентров землетрясений на северо-западных окончаниях Тенькинского ($N=6$, $K_p=6.9-10.6$), Чай-Юрьинского ($N=8$, $K_p=7.2-10.7$) и Дебинского разломов ($N=9$, $K_p=6.3-9.4$). Область повышенной плотности эпицентров зафиксирована между Кава-Ямским и Челомджа-Ямским разломами субширотного направления ($N>30$, $K_p=5.6-8.7$). Небольшое скопление ($N=12$) землетрясений с $K_p=6.8-9.6$ наблюдается у юго-восточного окончания глубинного разлома Улахан северо-западного простирания, вблизи его пересечения с меридиональным скрытым разломом фундамента (рис. 3).

Большинство землетрясений района Колымы (№ 2) приурочено к крупнейшим глубинным разломам и располагаются в пределах юго-восточной части сейсмического пояса Черского.

В Чукотском море (№ 5) в районе Колоченской губы по данным ISC [7] 17 марта в $05^{\text{h}}27^{\text{m}}$ произошло землетрясение с $mb=3.3$ [6] (рис. 2).

На Западной и Восточной Чукотке (районы

2. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. Труды ИФЗ АН СССР; № 32 (199). – М.: Наука, 1964. – С.88–93.
3. Артамонов В.В., Мишина Л.В. Регистрационные возможности сети сейсмических станций Северо-Востока СССР // Сейсмические процессы на Северо-Востоке СССР. – Магадан, 1984. – С. 99–115.
4. Mackey K.G. Seismological Studies in Northeast Russia. Dissertation for the degree of Ph.D. / Michigan State University. Department of Geological Sciences, 1999. – 346 p.
5. Алёшина Е.И. (отв. сост.), Габдрахманова Ю.В., Чернецова А.Г., Бугаёва А.П. Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
6. Алёшина Е.И., Лукаш Н.А. Дополнение к каталогу землетрясений Северо-Востока России за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
7. International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
8. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2015. (2021) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2015
9. Алёшина Е.И. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Северо-Востока России в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
10. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
11. Алёшина Е.И. (отв. сост.), Пойгина С.Г. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Северо-Востока России в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
12. Козьмин Б.М. Сейсмические пояса Якутии и механизм очагов землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 125 с.
13. Алёшина Е.И., Седов Б.М. Развитие структуры и геодинамики северной границы Охотоморской плиты // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. – Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2009. – С. 11–13.
14. Mackey K.G., Fujita K., Sedov B.M., Gounbina L.V., Leyshuk N., Kurtkin S. A seismic aftershock deployment and analysis of seismicity of the Neshkan region, Chukotka, Russia (Michigan State University, Department of Geological Sciences, USA) // NERSP Report. – 2003. – N 10. – 85 p.
15. 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.
16. Алёшина Е.И., Курткин С.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Северо-Восток России и Чукотка // Землетрясения России в 2015 г. – Обнинск: ГС РАН, 2017. – С. 62–66.
17. Кузнецов В.М. Схема тектонического районирования Охотско-Колымского водораздела. Масштаб 1:1 000 000. – ФГУП «Магадангеология», 2001.
18. Алёшина Е.И., Седов Б.М., Гунбина Л.В. Характеристика роев и афтершоков Северо-Востока России // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 31–35.

SEISMICITY of the NORTH-EAST of RUSSIA in 2015

E.I. Alyeshina, S.V. Kurtkin, L.I. Karpenko

*Magadan branch of Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia,
evgeniya@memsd.ru*

Abstract. The results of seismic monitoring of the Magadan oblast, the Chukotka Autonomous okrug, and the shelves of the adjacent seas (Okhotsk, Chukchi, Bering, and East Siberian seas) are considered. There were 14 seismic stations working in the region. The new station “Gadlya” was opened on the Okhotsk sea coast. The catalog includes information about 290 earthquakes with energy classes $K_R=4.4-12.6$. As usual, most of them (93 %) are localized in the Kolyma region. The total seismic energy released within the region’s borders was

$\Sigma E = 4.634 \cdot 10^{12} J$. According to the earthquake energy completeness map K_{\min} built for the region, minimal energy level of earthquakes, $K_{\min} = 5.0$, is provided at two areas near the Susuman and Magadan stations. The station network can register without omissions the earthquakes with $K_{\min} \geq 8$ at the Okhotsk sea and Kolyma areas, with $K_{\min} \geq 10.6$ in the Chukotka area. In 2015 three earthquakes with intensities $I = 2-4$ by MSK-64 scale were felt in settlements of North East of Russia. The 2015 strongest earthquake occurred on June 1 at $10^5 53^m$ with $K_R = 12.6$ ($MPSP = 4.9$), $h = 31 km$ in the Kolyma area. A maximum shaking intensity of $I = 4$ was observed in Omsukchan settlement ($\Delta = 132 km$). In March 2015 a swarm of 29 weak earthquakes with $K_R = 6.2-9.8$ occurred northeast of Talaya settlement. Epicenters of Kolyma area earthquakes were plotted on the tectonic zoning map of the Magadan region. Most earthquakes are confined to the main deep faults oriented in the northeastern and sublatitudinal directions. All hypocenters are located within the Earth's crust. The seismicity level of the North-East of Russia in 2015 according to the "SOUS09" scale was assessed as "background average" for the observation period from 1968 to 2015. Spatially, all earthquakes in the North-East of Russia are traditionally concentrated within the major seismogenic belts – Chersky, North-Okhotsk, and Trans-Beringian.

Keywords: seismic monitoring, Nord-East, Kolyma, Chukchi and Okhotsk seas, seismogenic belts, energy classes, tectonic map, deep fault, epicentral zone.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.15

For citation: Alyeshina, E.I., Kurtkin, S.V., & Karpenko, L.I. (2021). [Seismicity of the North-East of Russia in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 164–172. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.15

References

1. Alyeshina, E.I., & Kurtkin, S.V. (2021). [Seismic stations of the North-East of Russia in 2015 (network code NEGRS)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
2. Rautian, T.G. (1964). [Determination of energy of earthquakes at a distance of up to 3000 km]. *Experementalnaya seysmika. Trudy IFZ AN SSSR; №32(199)* [Experimental seismic. Proc. of the AS USSR; № 32 (199)] (pp. 88–93). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
3. Artamonov, V.V., & Mishina, L.V. (1984). [Registration capabilities of the network of seismic stations of the North-East of the USSR]. *Seismicheskie protsessy na Severo-Vostoke SSSR* [Seismic processes in the North-East of the USSR] (pp. 99–115). Magadan, Russia. (In Russ.).
4. Mackey, K.G. (1999). Seismological Studies in Northeast Russia. Dissertation for the degree of Ph. D.-Michigan State University. Department of Geological Sciences.
5. Alyeshina, E.I., Chernetsova A.G., Gabdrahmanova J.V., & Bugaeva A.P. (2021). [The catalog earthquakes North-East of Russia]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
6. Alyeshina, E.I., & Lukash, N.A. (2021). [Addition to the catalogue of earthquakes in the North-East of Russia for 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
7. International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
8. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations. (2021). Retrieved from ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2015/
9. Alyeshina, E.I. (2021). [Macroseismic effect of significant earthquakes in settlements of the North-East of Russia in 2013]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
10. Medvedev, S.V., Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaya shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
11. Alyeshina, E.I., & Poyigina, S.G. (2021). [Information on points for which there is information on macroseismic manifestations of palpable earthquakes Northeast Russia 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
12. Kozmin, B.M. (1984). *Seysmicheskie poyasa Yakutii I mehanizm ochagov zemletryaseniy* [Seismic zones of Yakutia and the mechanism of earthquake foci]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 125 p. (In Russ.).

13. Alyeshina, E.I., & Sedov, B.M. (2009). [Development of the structure and geodynamics of the Northern border of the Okhotsk plate]. In *Problemy kompleksnogo geofizicheskogo monitoringa Dal'nego Vostoka Rossii. Petropavlovsk-Kamchatskiy* [Problems of complex geophysical monitoring of the Russian Far East. Petropavlovsk-Kamchatskiy] (pp. 11–13). Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia: KF GS RAS. (In Russ.).
14. Mackey, K.G., Fujita, K., Sedov, B.M., Gounbina, L.V., Leyshuk, N., & Kurtkin, S.V. (2003). A seismic after-shock deployment and analysis of seismicity of the Neshkan region, Chukotka, Russia/Michigan State University, Department of Geological Sciences, USA. *NERSP Report*, (10), 85.
15. Saltykov, V.A. (2009). [Formalized estimation of seismicity level by the example of Kamchatka and Baikal region]. In *Materialy IV Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly "Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh"* [Proceedings of the IV International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 178–182). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
16. Alyeshina, E.I., & Kurtkin, S.V. (2017). [Northeast of Russia and Chukotka]. In *Zemletriaseniia Rossii v 2015 godu* [Earthquakes in Russia, 2015] (pp. 62–66). Obninsk, Russia: GS RAS. (In Russ.).
17. Kuznetsov, V.M. (2001). [Scheme of tectonic zoning of the Okhotsk-Kolyma watershed. Scale 1:1 000 000]. Magadan, Russia: FSUE «Magadangeologiya». (In Russ.).
18. Alyeshina, E.I., Sedov, B.M., & Gunbina, L.V. (2014). [Characteristic of earthquake swarms and aftershocks in Northeast Russia]. In *Materialy IX Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly "Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh"* [Proceedings of the IX International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 31–35). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).