

УДК 550.348.098.64 (571.65)

СЕЙСМИЧНОСТЬ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ в 2020 году

Е.И. Алёшина, С.В. Курткин, Л.И. Карпенко

Магаданский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Магадан, evgeniya@memsd.ru

Аннотация. Рассматриваются результаты сейсмического мониторинга Магаданской области, Чукотского автономного округа и шельфов прилегающих морей (Охотского, Чукотского, Берингова и Восточно-Сибирского). На Северо-Востоке России работали 14 сейсмических станций. В каталог включены сведения о 327 землетрясениях с энергетическими классами $K_p=6.2-15.0$, из них непосредственно в границах территории «Северо-Восток» – 213 землетрясений с $K_p=6.2-12.2$. При этом, как обычно, большая их часть локализована в районе Колымы (район № 2). Классификация землетрясений осуществлялась по энергетическим классам K_p шкалы Т.Г. Раутиан. Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся внутри границ региона, составила $\Sigma E=3.448 \cdot 10^{12}$ Дж. Построена карта энергетической представительности землетрясений с $K_{min}=6-10$, согласно которой на всей территории Магаданской области не могут быть пропущены землетрясения с $K_{min}=7$, в Охотском море с $K_{min}=8$, на Чукотке с $K_{min}=10$. Самое сильное в границах региона землетрясение с $K_p=12.2$ ($m_b=4.3$, $M_s=3.7$) произошло 1 ноября в 11^h44^m в Беринговом море. Отмечено одно ощутимое землетрясение, интенсивность сотрясений от которого в г. Магадане не превышала 2 баллов по шкале MSK-64. Эпицентры землетрясений Магаданской области нанесены на схему тектонического районирования. Большинство землетрясений приурочено к крупнейшим глубинным разломам северо-западного, субширотного и северо-восточного направлений. Все гипоцентры расположены в пределах земной коры. Уровень сейсмичности Северо-Востока России в 2020 г. согласно шкале «СОУС09» оценен как «фоновый средний» за период наблюдений с 1968 по 2020 год. Пространственно все землетрясения Северо-Востока России традиционно сосредоточены в крупных сейсмогенных поясах: Черского, Северо-Охотском и Транс-Берингийском.

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

Для цитирования: Алёшина Е.И., Курткин С.В., Карпенко Л.И. Сейсмичность Северо-Востока России в 2020 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – С. 174–182. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.15> EDN: HMOTYP

Введение. Северо-Восток России включает территорию Магаданской области, Чукотского автономного округа (ЧАО) и шельфы прилегающих морей: Охотского, Чукотского, Берингова и Восточно-Сибирского. Сейсмический мониторинг в 2020 г. осуществлялся Магаданским филиалом ФИЦ ЕГС РАН.

Сеть сейсмических станций и энергетическая представительность регистрации землетрясений K_{min} . Сеть наблюдений в 2020 г. состояла из 14 цифровых сейсмических станций. 11 станций расположены в Магаданской области (одна из них – «Магадан-1», временная) и три – в Чукотском АО. Для определения параметров землетрясений, произошедших в приграничных с Саха (Якутией) районах, использовались данные станций Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН.

Отметим длительные перерывы в работе двух станций. Станция «Эвенск» (EVEN) не работала со 2 августа 2019 г. из-за выхода из строя АЦП. Произведена модернизация оборудования, и только 24 ноября 2020 г. станция возобновила работу. Станция «Омчак» (OCHR) 1 февраля 2019 г. была отключена от линии электропередач (ЛЭП). Работа ЛЭП была налажена 22 октября 2020 года.

Сведения о станциях, типах и параметрах регистрирующей аппаратуры приведены в электронном приложении [1]. Положение сейсмических станций МФ ФИЦ ЕГС РАН, работавших в 2020 г., показано на рис. 1.

Классификация землетрясений Северо-Востока России осуществлялась по энергетическим классам K_p шкалы Т.Г. Раутиан, использовалась шкала СКМ [2]. Для определения регистрационных возможностей сейсмических станций Северо-Востока построена карта K_{min} (рис. 1). При этом использовалась разработанная в 1984 г. для аналоговых станций методика В.В. Артамонова, Л.В. Мишиной [3], в которую внесены изменения, поскольку на территории Северо-Востока в 1999 г. началась замена аналоговых станций на цифровые. Энергетическая представительность землетрясений K_{min} по наблюдениям сети, действовавшей в 2020 г., показана на рис. 1.

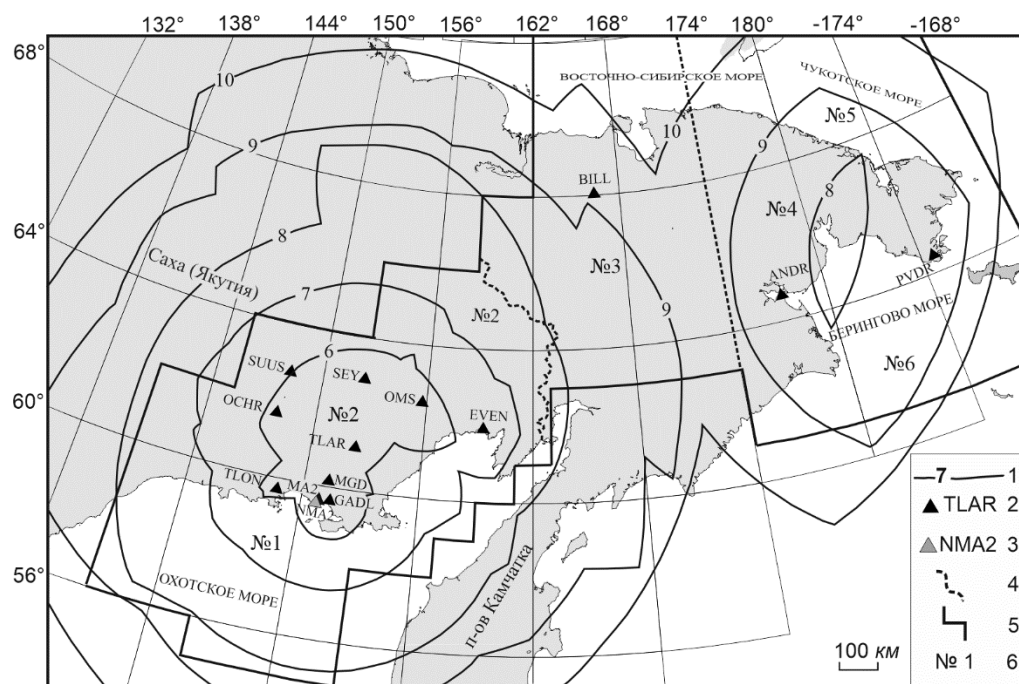


Рис. 1. Карта энергетической представителности $K_{\min}$ землетрясений Северо-Востока России и расположение сейсмических станций в 2020 г.

1 – изолиния $K_{\min}$; 2, 3 – сейсмическая станция, постоянная и временная соответственно; 4 – граница района, для районов № 1 (Охотское море), № 5 (Чукотское море) и № 6 (Берингово море) граница проходит вдоль береговой линии и пунктиром не указана; 5 – граница региона; 6 – номер района.

Минимальный уровень энергии землетрясений с $K_{\min}=6$ обеспечен региональной сетью в центре района № 2 (Колыма) в области наибольшей плотности сети. На всей территории района Колымы не могут быть пропущены землетрясения с $K_{\min}=7$. В Охотском море (район № 1) без пропусков регистрируются землетрясения с $K_{\min}=8$. Зона $K_{\min}=9$ образует две области. Первая, большая, занимает площадь восточной части приграничной Саха (Якутии), Охотского моря, Корякии и западной Чукотки (район № 3). Вторая область охватывает Восточную Чукотку (район № 4) и часть акваторий Чукотского и Берингова морей.

Таким образом, сеть сейсмических станций Северо-Востока на конец 2020 г. решала задачу регистрации землетрясений с $K_{\min}=10$ на территории всего региона.

Методика определения основных параметров землетрясений не изменилась. Просмотр сейсмограмм, выделение фаз, определение времен вступлений P - и S -волн, замеры амплитуд производились в программе DIMAS [4]. Основные параметры (время, координаты, глубина) вычислялись с помощью программы HYP2DT (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 [5]. Классификация землетрясений, как сказано выше, осуществлялась по энергетическим классам K_p шкалы Т.Г. Раутиан [2] с использованием шкалы расстояний для приборов СКМ.

Анализ данных. В каталог землетрясений Северо-Востока и приграничных районов [6] за 2020 г. включены сведения о 327 событиях с $K_p=6.2-15.0$. Из них 114 землетрясений находятся за границами зоны ответственности МФ ФИЦ ЕГС РАН: 92 – на Камчатке и 22 – на территории Саха (Якутия) (рис. 2). Они не будут участвовать в дальнейшем обзоре сейсмичности Северо-Востока. Одно событие с $K_p=8.6$ в Сусуманском городском округе определено нами как «возможно взрыв» на угольном разрезе Тал-Юрях.

Самое сильное на Северо-Востоке землетрясение (22) с $K_p=12.2$ и магнитудой $m_b=4.3$, $M_s=3.7$ произошло 1 ноября в 11^h44^m в Беринговом море у восточной границы региона. Максимальное ($K_p=15.0$) в каталоге [6] землетрясение (2) с магнитудой $MPSP=6.2$, $M_s=6.6$ [7] произошло 9 января в 08^h38^m в центре Корякского нагорья на приграничной с Камчаткой территории. Территориально оно относится к региону Камчатки и более подробно описано в соответствующем обзоре [8].

Сильное землетрясение с $K_p=13.0$, произошло 1 сентября в 00^h51^m, оно является одним из сильнейших событий роя, который регистрируется с 26 декабря 2019 г. в заливе Шелихова.

По данным станций сети Магаданского филиала ФИЦ ЕГС РАН и согласно расчетам программой НУР2DT, его эпицентр находится на территории Северо-Востока. Но, как и все события этого роя, оно отнесено к территории Камчатки, т.к. большинство землетрясений этой последовательности находятся в зоне Камчатского региона [8].

Минимальным значением энергетического класса в каталоге, соответствующим $K_p=6.2$, характеризуется событие в районе № 2 (Колыма), находящееся в 60 км северо-восточнее с. Гадля.

Сведения об ощутимости на территории региона в 2020 г. имеются по одному землетрясению, которое произошло 8 ноября в 07^h02^m с $K_p=11.2$ [9]. Интенсивность сотрясений в г. Магадане не превышала $I=2$ балла [10, 11] по шкале MSK-64.

Гипоцентры всех землетрясений Северо-Востока расположены в пределах земной коры на глубинах $h \leq 33$ км. Карта эпицентров землетрясений, включенных в каталог [6], представлена на рис. 2.

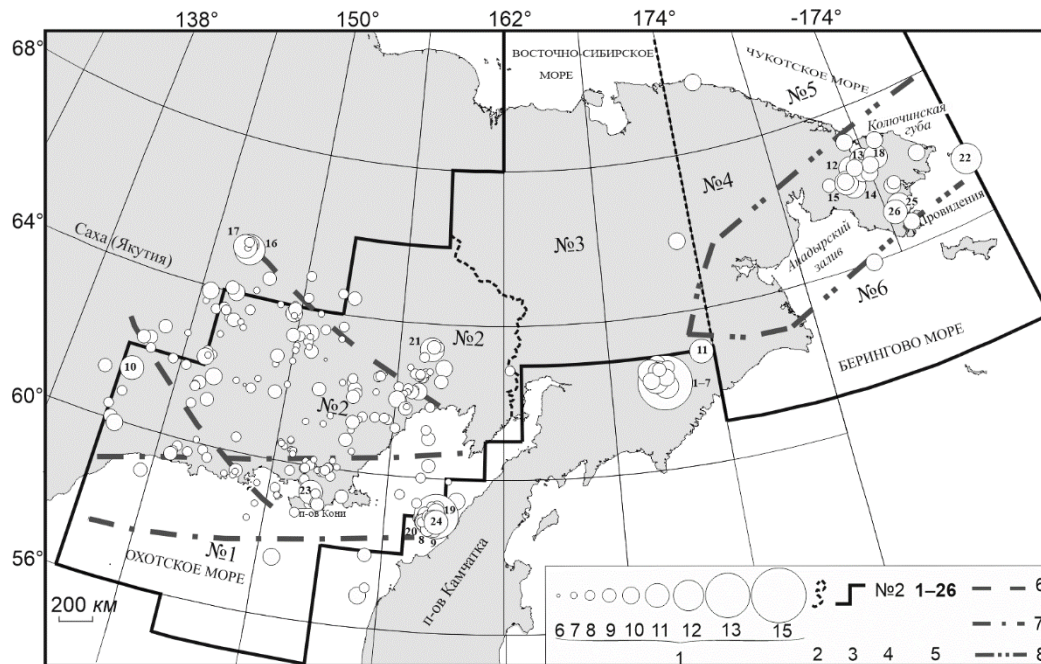


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северо-Востока России за 2020 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – граница района, для районов № 1 (Охотское море), № 5 (Чукотское море) и № 6 (Берингово море) граница проходит вдоль береговой линии; 3 – граница региона; 4 – номер района; 5 – номер сильного ($K_p \geq 10.6$) землетрясения, указанного в графе 2 каталога [6]; 6 – граница фрагмента сейсмического пояса Черского; 7 – граница Северо-Охотского сейсмического пояса; 8 – граница фрагмента Транс-Берингийского сейсмического пояса (ТБСП).

Большинство землетрясений приурочены к ранее известным сейсмогенным зонам: сейсмическим поясам Черского северо-западного простирания, Северо-Охотскому субширотного направления и Транс-Берингийскому сейсмическому поясу (ТБСП) северо-восточного простирания [11, 12, 13] (рис. 2). Сильные землетрясения зарегистрированы в районе Корякского нагорья, в Беринговом и Охотском морях.

Распределение землетрясений по энергетическим классам и выделенной ими суммарной сейсмической энергии в районах представлены в табл. 1.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам за 2020 г.

№	Район	K_p								N_Σ	ΣE , Дж·10 ¹¹
		6	7	8	9	10	11	12			
1	Охотское море	—	6	5	3	1	—	—		15	0.119
2	Колыма	10	63	61	26	8	3	—		171	5.163
3	Западная Чукотка	—	—	—	—	1	—	—		1	0.05
4	Восточная Чукотка	—	—	—	3	14	7	—		24	13.239
5	Чукотское море	—	—	—	—	—	—	—		0	—
6	Берингово море	—	—	—	—	1	—	1		2	15.912
	Всего	10	69	66	32	25	10	1		213	34.483

Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в 2020 г. в границах региона, согласно каталогу [6], составила $\Sigma E = 34.483 \cdot 10^{11}$ Дж. Количество зарегистрированных в регионе землетрясений $N_{\Sigma} = 213$. На рис. 3 показано ежегодное распределение количества землетрясений и выделяемой сейсмической энергии на Северо-Востоке России в период 2000–2020 гг.

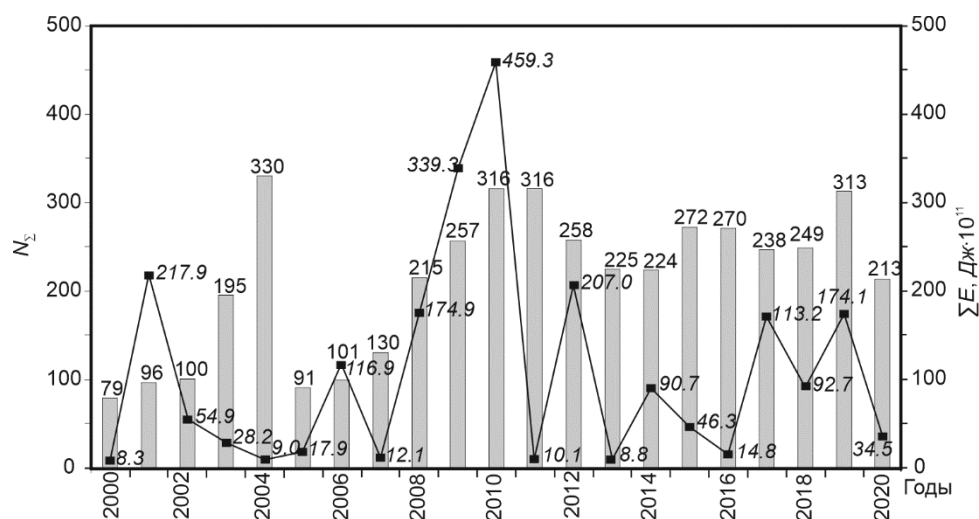


Рис. 3. Изменение ежегодного количества землетрясений N_{Σ} и сейсмической энергии ΣE на Северо-Востоке России за период 2000–2020 гг.

Гистограмма – количество землетрясений (N_{Σ}), график – суммарная сейсмическая энергия (ΣE).

Количество землетрясений в 2020 г. близко к среднему значению за 21-летний период наблюдений ($N_{\text{среднее}} = 214$). Суммарная сейсмическая энергия в 2020 г. в 3.2 раза ниже среднего значения за 21 год ($\Sigma E_{\text{среднее}} = 108.995 \cdot 10^{11}$ Дж).

По шкале «СОУС09» [14] уровень сейсмичности Северо-Востока России в 2020 г. оценен как «фоновый средний» за 53-летний период наблюдений с 1968 по 2020 г. [15].

Проанализируем особенности сейсмичности Северо-Востока России в 2020 г. по отдельным районам.

В **Охотском море (№ 1)** в 2020 г. локализовано 15 землетрясений с $K_p = 6.9$ – 9.7 . Выделившаяся сейсмическая энергия, равная $\Sigma E = 0.119 \cdot 10^{11}$ Дж, составляет 0.4 % от суммарной годовой энергии региона (табл. 1).

Самое сильное землетрясение с $K_p = 9.7$ в Охотском море зарегистрировано 12 января в $10^{\text{h}}50^{\text{m}}$. Его эпицентр расположен в 220 км южнее г. Магадана.

В заливе Шелихова Охотского моря, на границе зон ответственности Магаданского и Камчатского филиалов ФИЦ ЕГС РАН, локализована большая группа землетрясений ($N = 61$) с $K_p = 7.8$ – 13.0 . Большая часть событий ($N = 44$) попала в зону Камчатского региона, поэтому независимо от координат все они отнесены к территории Камчатки. Максимальное событие этого роя с $K_p = 13.0$ произошло 1 сентября в $00^{\text{h}}51^{\text{m}}$. Область эпицентров в плане имеет изометричную форму размером $\sim 60 \times 60$ км. Большинство землетрясений роя зарегистрировано в январе и сентябре.

Очаги землетрясений района № 1 в 2020 г. расположены в пределах Северо-Охотского сейсмического пояса.

В районе **Колымы (№ 2)** зарегистрировано 171 землетрясение с $K_p = 6.2$ – 11.2 , или 80 % от общего числа событий в регионе. Суммарная сейсмическая энергия, выделенная землетрясениями района № 2, $\Sigma E = 5.163 \cdot 10^{11}$ Дж, составляет 15 % от суммарной энергии всех зарегистрированных в регионе событий. Эпицентры землетрясений района Колымы нанесены на схему тектонического районирования Магаданской области [16] (рис. 4).

Большинство землетрясений приурочено к глубинным разломам северо-западного, субширотного и северо-восточного простирания. Наиболее активными были Улахан и Буксундинский глубинные разломы. Наблюдается скопления эпицентров в зоне между Кава-Ямским и Челомджа-Ямским разломами субширотного направления, в зоне сочленения Ольской и Ямской неотектонических впадин, между Буксундинским и Перевальным разломами, в районе Наяханского вулканического поля.

Самым сильным в районе № 2 является землетрясение (23) с $K_p=11.2$ (рис. 2, 4), произошедшее 8 ноября в 07^h02^m. Эпицентр располагался на берегу Охотского моря вблизи полуострова Кони на глубине ~3 км (рис. 2, 4). В Магадане, находящемся на расстоянии 80 км от эпицентра, отмечались 2-балльные сотрясения.

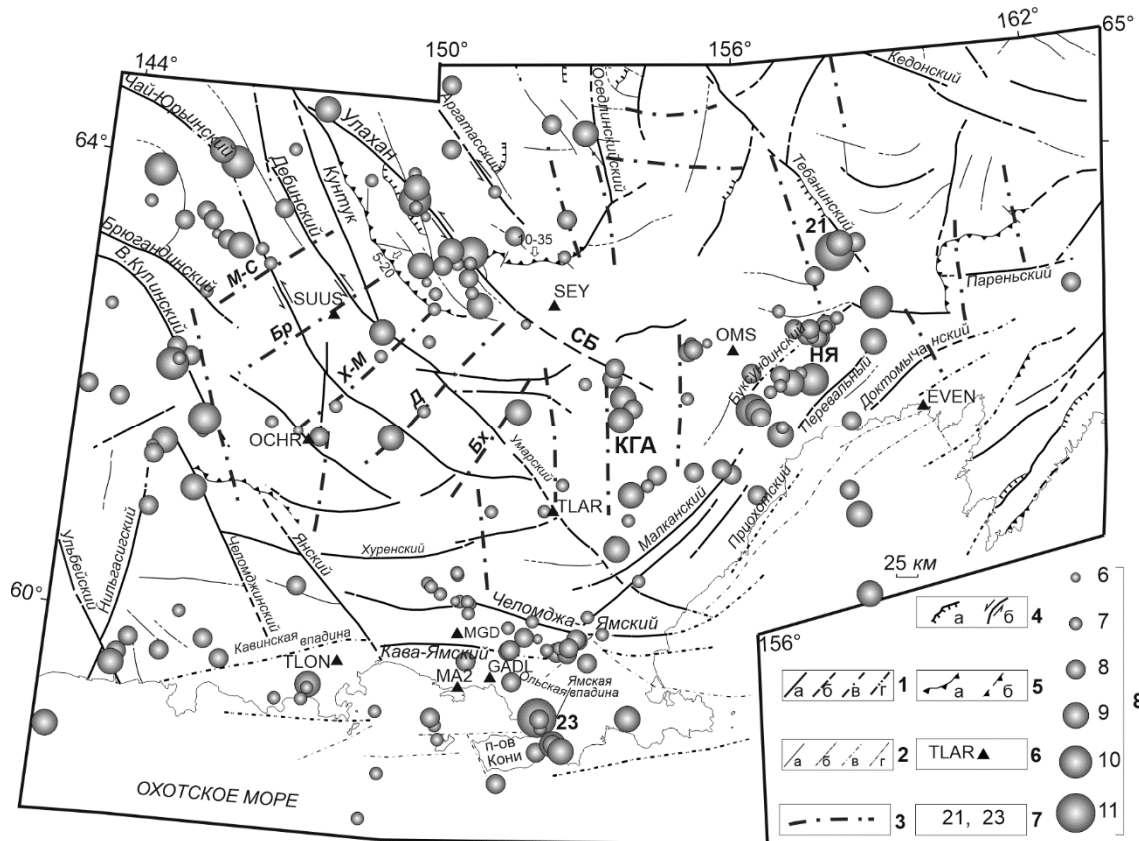


Рис. 4. Тектоническая схема района Колымы [16] и положение эпицентров землетрясений в 2020 г.

1 – крупнейшие разломы: установленные (а), предполагаемые (б), скрытые под молодыми образованиями (в) и в акватории моря (г); 2 – прочие тектонические нарушения: 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 [6]; 8 – энергетический класс землетрясений. Наименования структур: СБ – Сеймчано-Буюндинская впадина; НЯ – Наяханское вулканическое поле; КГА – Купкинская горстантиклиналь.

Другое сильное землетрясение с $K_p=11.1$ (21) произошло 11 сентября в 06^h21^m в 138 км северо-восточнее пос. Омсукчан (сейсмостанция OMS на рис. 4). Локализовано два афтершока с $K_p=8.1$, 8.8. Эпицентры основного толчка и афтершоков приурочены к южному окончанию Тибанинского глубинного разлома взбросового типа северо-западного простирания (рис. 4).

Очаги землетрясений района Колымы (№ 2) в 2020 г. расположены в пределах юго-восточной части сейсмического пояса Черского и вдоль северной границы Северо-Охотского сейсмического пояса.

В районе Западной Чукотки (№ 3) зарегистрировано одно землетрясение с $K_p=9.7$, произошедшее 10 ноября в 19^h26^m в 240 км северо-западнее г. Анадыря (сейсмостанция ANDR на рис. 3). В ближайшем населенном пункте Усть-Белая, находящемся на расстоянии 36 км от эпицентра, землетрясение не ощущалось.

На Восточной Чукотке (№ 4) локализовано 24 землетрясения с $K_p=9.0-11.4$ (рис. 2, 5). Выделившаяся сейсмическая энергия, равная $\Sigma E=13.239 \cdot 10^{11}$ Дж, составляет 38 % от суммарной годовой энергии региона (табл. 1). Большинство эпицентров расположено у южного берега Колочинской губы. Три наиболее сильные землетрясения (15, 18, 25 на рис. 5) имели равные энергетические классы $K_p=11.4$.

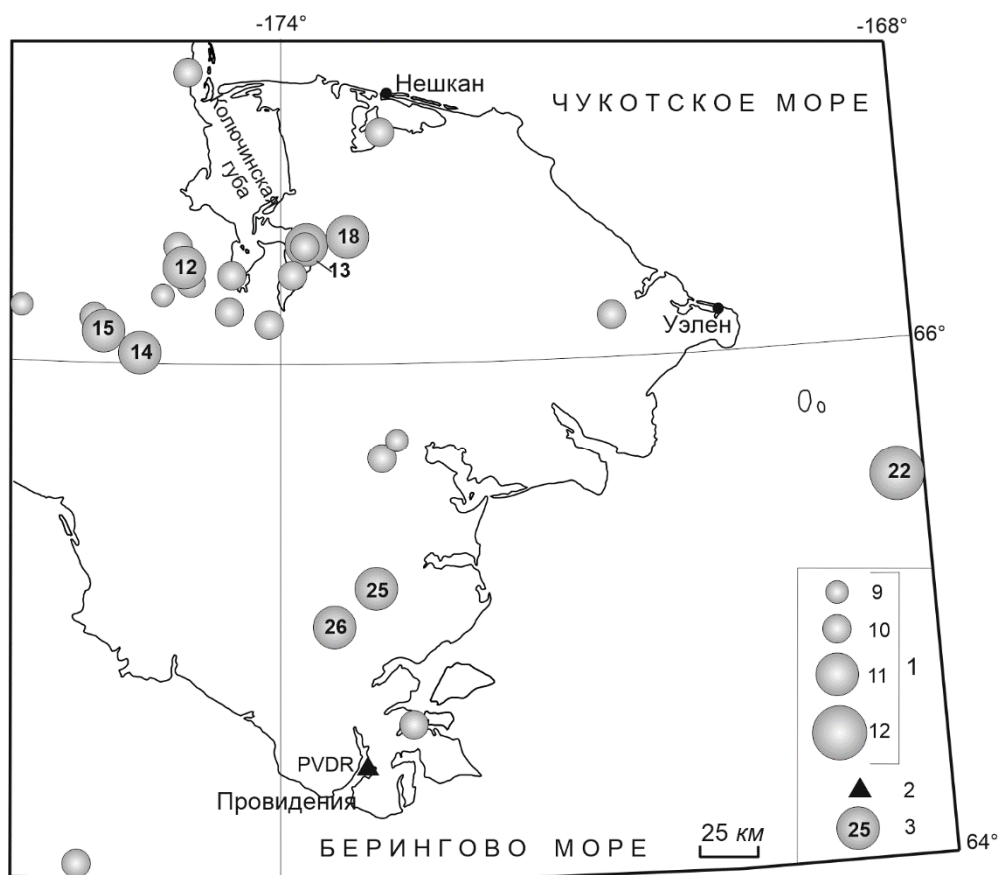


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Восточной Чукотки и Берингова моря в 2020 г.

1 – энергетический класс землетрясения; 2 – сейсмостанция; 3 – номер сильного ($K_p \geq 10.6$) землетрясения, указанного в графе 2 каталога [6].

В Чукотском море (№ 5) землетрясений не зарегистрировано.

В Беринговом море (№ 6) зарегистрировано два землетрясения с $K_p=9.8, 12.2$. Землетрясение с $K_p=12.2$ (22 на рис. 2 и 5), произошедшее 1 ноября в 11^h44^m, является максимальным событием на Северо-Востоке России в 2020 г., в его очаге высвободилось $E=15.85 \cdot 10^{11}$ Дж, что составляет 46 % от величины суммарной энергии всех зарегистрированных в регионе событий. Эпицентр землетрясения (22) расположен в 106 км юго-восточнее села Уэлен, самого восточного населенного пункта Евразии.

Основные параметры землетрясения (22) по материалам различных сейсмологических агентств представлены в табл. 2. Координаты эпицентра по данным разных сетей показаны на рис. 6. Решение МФ ФИЦ ЕГС РАН смещено к северо-востоку относительно других, например, на ~22 км от решения NEIC. Разброс в положении эпицентров прочих международных агентств не превышает 10.5 км. Глубина очага по региональным данным, $h=7$ км, определена программой HYP2DT.

Таблица 2. Основные параметры землетрясения 1 ноября 2020 г. с $K_p=12.2$ по региональным данным в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магниту- да/число станций	Исто- чник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$, км	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$, км	h , км	δh , км		
МФ ФИЦ ЕГС РАН	11 44 42.5	1.2	65.47	4.0	-168.25	5.4	14	7	$K_p=12.2/3$	[6]
IDC	11 44 42.99	0.54	65.3618	17.4	-168.587	9.0	0	f	$M_s=3.6/37$, $m_b=4.1/24$	[17]
AEIC	11 44 43.19	1.58	65.3927	18.4	-168.772	4.1	19.6	4.5	$ML=4.6$	– " –
NEIC	11 44 43.69	1.44	65.3831	7.4	-168.673	3.6	10	f	$m_b=4.3/21$	– " –
ISC-EHB	11 44 44.85		65.3690	3.6	-168.553	2.3	15.0	f		– " –
ISC	11 44 44.27	0.40	65.3545	7.56	-168.604	5.15	10	f	$M_s=3.7/36$, $m_b=4.3/33$	– " –

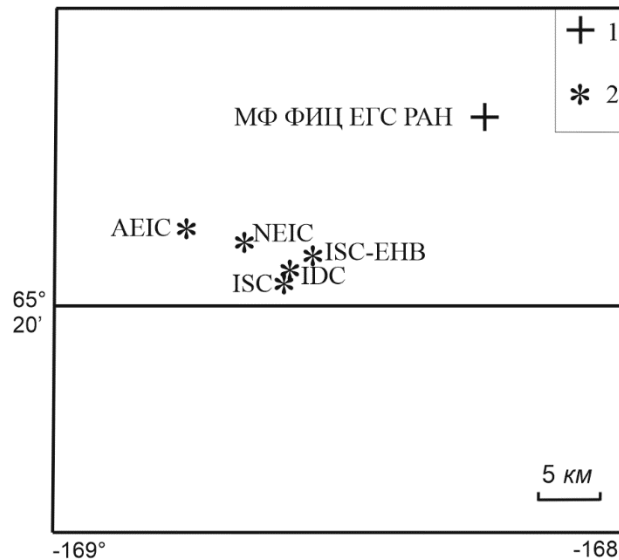


Рис. 6. Сопоставление положения эпицентра землетрясения 1 ноября 2020 г. с $K_p=12.2$ по данным станций сети МФ ФИЦ ЕГС РАН и других агентств

1 – инструментальный эпицентр по [6]; 2 – решения по данным других сейсмологических служб [17].

Локализация землетрясения в Магаданском филиале выполнена по данным пяти станций. Диапазон эпицентральных расстояний $\Delta=260\text{--}2169$ км (рис. 7). Ближайшая к эпицентру станция PVDR находилась в 260 км юго-западнее эпицентра. Отметим, что на канале времени в PVDR произошел сбой, поэтому была принята поправка для вступлений волн P , P_g и S_g , равная $t=+7^s$, «рекомендованная» программой HYP2DT.

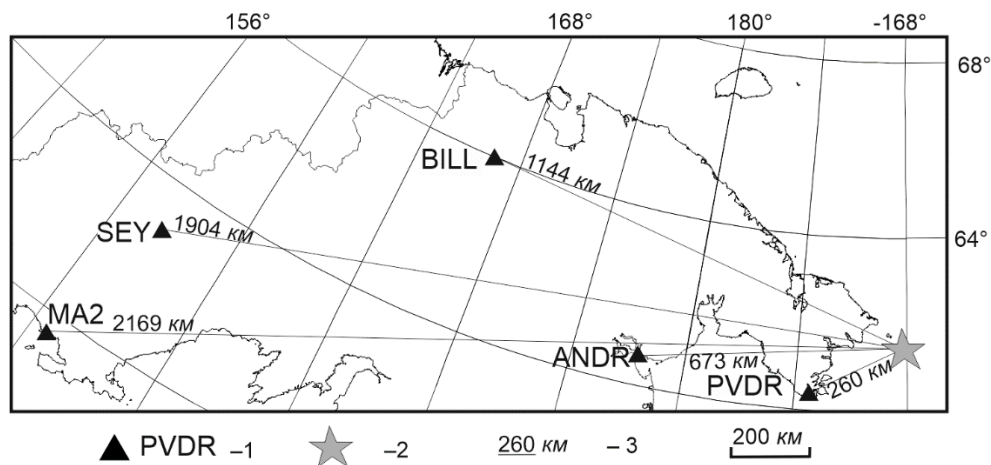


Рис. 7. Положение региональных станций, зарегистрировавших землетрясение 1 ноября с $K_p=12.2$

1 – сейсмическая станция и ее код; 2 – эпицентр землетрясения; 3 – эпицентральное расстояние.

Заключение. Уровень сейсмичности Северо-Востока России в 2020 г., согласно шкале «СОУС09», оценен как «фоновый средний». Наблюдается повышение сейсмической активности в Беринговом, Охотском море и на Чукотском п-ове. Пространственно все землетрясения Северо-Востока России традиционно сосредоточены в крупных сейсмогенных поясах: Черского, Северо-Охотском и ТБСП.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках темы НИР АААА-А20-120060890034-7 госзадания № 122040800176-9 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 в 2020 г. (код сети NEGSР) // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html>
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. Дрознин Д.В., Дрознина С.Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // Сейсмические приборы. – 2010. – Т. 46, № 3. – С. 22–34.
5. 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.
6. Алёшина Е.И. (отв. сост.), Габдрахманова Ю.В., Чернецова А.Г., Бугаева А.П. Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2020 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html>
7. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2020. (2024) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: http://www.gsras.ru/ftp/Teleseismic_bulletin/2020
8. Чебров Д.В., Абубакиров И.Р., Губанова А.А., Глухов В.Е., Ландер А.В., Матвеев Е.А., Митюшкина С.В., Павлов В.М., Раевская А.А., Салтыков В.А., Сеньюков С.Л., Титков Н.Н. Парамуширское землетрясение 25 марта 2020 г. $M_L=7.7$, $M_w=7.4$ // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 27 (2020). – С. 289–300. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.26> EDN: RZVNF0
9. Алёшина Е.И. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Северо-Востока России в 2020 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html>
10. Алёшина Е.И. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Северо-Востока России в 2020 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html>
11. Козьмин Б.М. Сейсмические пояса Якутии и механизм очагов их землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 125 с.
12. 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.
13. Fujita K., Mackey K.G., McCaleb R.C., Gunbina L.V., Kovalev V.N., Imaev V.S., Smirnov V.N. Seismicity of Chukotka, Northeastern Russia // Society of America Special Papers. – V. 360. – P. 259–272. <https://doi.org/10.1130/0-8137-2360-4.259>
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. Алёшина Е.И., Курткин С.В. Северо-Восток России и Чукотка // Землетрясения России в 2020 г. – Обнинск: ГС РАН, 2022. – С. 68–72.
16. Кузнецов В.М. Схема тектонического районирования Охотско-Колымского водораздела. Масштаб 1:1 000 000. – ФГУП «Магадангеология», 2001.
17. International Seismological Centre. (2024). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>

SEISMICITY of THE NORTH-EAST of RUSSIA in 2020

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

Magadan branch GS RAS, Russia, Magadan, evgeniya@memsd.ru

Abstract. The results of seismic monitoring of the Magadan region, Chukotka Autonomous Area and the shelf of adjacent seas (Okhotsk, Chukchi, Bering and East Siberian seas) are considered. There were 12 working seismic stations in the region. The catalog of the Russian North-East earthquakes for 2020 includes information about 327 earthquakes, 114 of them are out of the region and 213 with energy classes $K_R=6.2$ –12.2 are within the region borders. As usual, most of 213 regional earthquakes (80 %) are localized in the Kolyma area. The total seismic energy released within the region's borders was equal $\Sigma E=3.448 \cdot 10^{12}$ J. The classification of Russian North-East earthquakes was performed using energy classes K_P of T.G. Rautian's scale. The energy representativeness map of earthquakes with $K_{min}=6$ –10 was built. The Magadan network of stations records without omissions the earthquakes with $K_{min}=7$ in Magadan oblast, with $K_{min}=8$ in Okhotsk sea, $K_{min}=10$ in the Chukchi. The strongest earthquake of 2020 with $K_R=12.2$ ($m_b=4.3$, $M_s=3.7$) occurred on November 1, 11^h44^m in the Bering Sea. Epicenters of Magadan region earthquakes were plotted on the tectonic zoning scheme. Most earthquakes are confined to

the largest deep faults in the northwestern and sublatitudinal directions. All hypocenters are located within the earth's crust. In 2020, the seismicity level of the North-East of Russia according to the "S0US09" scale was assessed as "background average" for the observation period from 1968 to 2020. Spatially, all Russian North-East earthquakes are traditionally concentrated in large seismogenic belts: Chersky, North-Okhotsk and Trans-Beringian.

Keyword: seismic monitoring, Nord-East, Kolyma, Chukchi, Okhotsk seas, seismogenic belts, energy classes, tectonics, deep fault.

For citation: Alyeshina, E.I., Kurtkin, S.V., & Karpenko, L.I. (2024). [Seismicity of the North-East of Russia in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in North Eurasia], 27(2020), 174–182. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.15> EDN: HMOTYP

References

1. Alyeshina, E.I., & Kurtkin, S.V. [Seismic stations North-East of Russia in 2020 (network code NEGRS)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html> (In Russ.).
2. Rautian, T.G. (1964). [On the determination of energy of earthquakes at distances 3000 km]. In *Experimental'naya seismika. Trudy IFZ AN USSR; № 32(199)* [Experimental seismic] (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]. In *Seysmicheskie processy na Severo-Vostoke SSSR* [Seismic processes in the North-East of the USSR] (pp. 99–115). Magadan, Russia. (In Russ.).
4. Droznin, D.V., & Droznina, S.Ya. (2011). Interactive DIMAS software for seismic signal processing. *Seismic Instruments*, 47(3), 215–224. (In Russ.). DOI: 10.3103/S0747923911030054
5. Mackey, K.G. (1999). Seismological Studies in Northeast Russia. Dissertation for the degree of Ph.D. *Michigan State University. Department of Geological Sciences*, 346 p.
6. Alyeshina, E.I., Chernetsova, A.G., Gabdrahmanova, J.V., & Bugaeva, A.P. (2024). [The catalog earthquakes North-East of Russia in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html> (In Russ.).
7. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations. (2024). Retrieved from http://www.gsras.ru/ftp/Teleseismic_bulletin/2020
8. Chebrov, D.V., Abubakirov, I.R., Gubanova, A.A., Glukhov, V.E., Lander, A.V., Matveenko, E.A., Mityushkina, S.V., Pavlov, V.M., Saltykov, V.A., Senyukov, S.L., & Titkov, N.N. (2024). [Paramushir earthquake on March 25, 2020 $M_w=7.4$]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020), 289–300. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.26> EDN: RZVNFO
9. Alyeshina, E.I. (2023). [Macroseismic effect of significant earthquakes in settlements of the North-East of Russia in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html> (In Russ.).
10. Alyeshina, E.I. (2023). [Information on points for which there is information on macroseismic manifestations of palpable earthquakes Northeast Russia in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-27.html> (In Russ.).
11. Kozmin, B.M. (1984). *Seysmicheskie poyasa Yakutii I mekhanizm ochagov zemletryasenii* [Seismic zones of Yakutia and the mechanism of earthquake foci]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 125 p. (In Russ.).
12. Alyeshina, E.I., & Sedov, B.M. (2009). [Development of the structure and geodynamics of the Northern border of the Okhotsk plate]. In *Materialy sed'moi nauchno-tehnicheskoi konferentsii "Problemy kompleksnogo geofizicheskogo monitoringa Dal'nego Vostoka Rossii"* [Proceedings of the seventh scientific-practical conference "Problems of complex geophysical monitoring of the Russian Far East"] (pp. 11–13). Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia: KF GS RAS Publ. (In Russ.).
13. Fujita, K., Mackey, K.G., McCaleb, R.C., Gunbina, L.V., Kovalev, V.N., Imaev, V.S., & Smirnov, V.N. (2002). Seismicity of Chukotka, northeastern Russia. *Geological Society of America Special Papers*, 360, 259–272. <https://doi.org/10.1130/0-8137-2360-4.259>
14. 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 dannyykh"* [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.).
15. Alyeshina, E.I., & Kurtkin, S.V. (2020). [Northeast of Russia and Chukotka]. In *Zemletriaseniia Rossii v 2020 godu* [Earthquakes in Russia, 2020] (pp. 68–72). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
16. Kuznetsov, V.M. (2001). *Skhema tektonicheskogo raionirovaniia Okhotsko-Kolymsskogo vodorazdela. Masshtab 1:1 000 000* [Scheme of tectonic zoning of the Okhotsk-Kolyma watershed. Scale 1:1 000 000]. FSUE «Magadangeologiya» Publ. (In Russ.).
17. International Seismological Centre. (2024). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>