

УДК 550.348. (571.56)

СЕЙСМИЧНОСТЬ ЯКУТИИ в 2021 году

С.В. Шибаев¹, А.А. Макаров^{1,2}, Р.М. Туктаров¹, А. С. Куландина¹

¹Якутский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Якутск, Россия, shibaev@emsd.ysn.ru

²Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН,
г. Якутск, Россия, makarov.2A@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты анализа данных мониторинга сейсмичности Якутии в 2021 г. сетью из 20 станций ЯФ ФИЦ ЕГС РАН. За исследуемый год было зафиксировано 394 землетрясения, распределенных по всей территории Республики Саха (Якутия). Приведены параметры сейсмичности для каждого из 12 районов, на которые разбита анализируемая территория. Для пространственного анализа построена карта эпицентров землетрясений Якутии с границами и основными тектоническими разломами. В результате анализа установлено увеличение выделенной сейсмической энергии по сравнению с таковой в 2020 г. Наиболее сейсмически активными в 2021 г. являлись районы Алданского нагорья, Верхоянского и Черского хребтов, а также Лаптевский район. В пределах последнего было зафиксировано самое сильное землетрясение региона за рассматриваемый период. В том же районе для события к югу-западу от Новосибирских островов приводится механизм очага.

Ключевые слова: эпицентры землетрясений, активные разломы, сейсмические пояса Якутии, литосферные плиты, глубина очага, дельта р. Лена, хребет Черского.

Для цитирования: Шибаев С.В., Макаров А.А., Туктаров Р.М., Куландина А.С. Сейсмичность Якутии в 2021 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – С. 183–188. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.16> EDN: QBKALT

Введение. Территория Республики Саха (Якутия) расположена на стыке литосферных плит: Евразийской, Северо-Американской, Амурской, а также дискуссионной зоны моря Лаптевых [1]. Тектонические взаимодействия между ними, естественно, способствуют активизации сейсмичности региона, обуславливая необходимость мониторинга землетрясений. Для решения поставленной задачи функционирует сеть сейсмических станций Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН. Собранные в 2021 г. данные были обработаны, проанализированы и изложены в настоящей статье. С целью систематизации информации вся территория Республики была поделена на 12 сейсмоактивных районов, согласно их географическому положению и геолого-структурным характеристикам [2].

Сеть стационарных станций. В 2021 г. сеть станций состояла, как и в 2020 г. [3], из 20 опорных пунктов наблюдений. Технические характеристики аппаратуры и пространственное положение станций не претерпели изменений относительно таковых в предыдущем году. Локальная сеть полевых станций, установленная в рамках проекта «Seismicity and Neotectonics of Laptev Sea Region (SIOLA)» [4], была свернута в связи с завершением проекта. Характеристики аппаратурного обеспечения действующих станций приведены в [Приложении 1]. Их местонахождение отражено на карте эпицентров землетрясений (рис. 1).

Методика обработки и представительность регистрации землетрясений. Параметры землетрясений внутри региона были определены по данным якутских станций, а в приграничных зонах для достоверной локализации эпицентров привлекались материалы сетей Байкальского, Сахалинского и Магаданского филиалов ФИЦ ЕГС РАН. Обработка данных велась при помощи типового программного модуля WSG [5] с использованием алгоритмов осредненного регионального географа С. И. Голенецкого [6]. Оценка энергетического класса K_p сейсмических событий была произведена по номограмме Т. Г. Раутиан [7]. Его пересчет в магнитуды M^p реализовался по выражению $M^p = (K_p - 4)/1.8$ [8]. Стоит упомянуть о появлении в электронном каталоге локальных магнитуд ML для исследуемого региона. Их определения также осуществлялись посредством программного модуля WSG [5].

Для большей части региона порог представительности K_{min} был зафиксирован на том же уровне, что и в 2020 г. [3]. Так, на западе республики нижнее значение представительности составляло $K_p = 9-10$, на востоке – $K_p = 8-9$. Величины порогов представительности на юге Якутии возрастают в субширотном направлении от $K_p = 7$ (в междуречье Олекмы и Алдана) до $K_p = 10$ (на территории, географически ограниченной р. Учур и Охотским морем). Север же, в прибрежной зоне моря Лаптевых, характеризовался значениями представительности $K_p = 9-10$. В общем на территории Республики Саха (Якутия) в 2021 г. без пропусков регистрировались местные сейсмические события с $K_p = 10$. Методика оценки представительности регистрации землетрясений сейсмической сетью Якутии описана в [9].

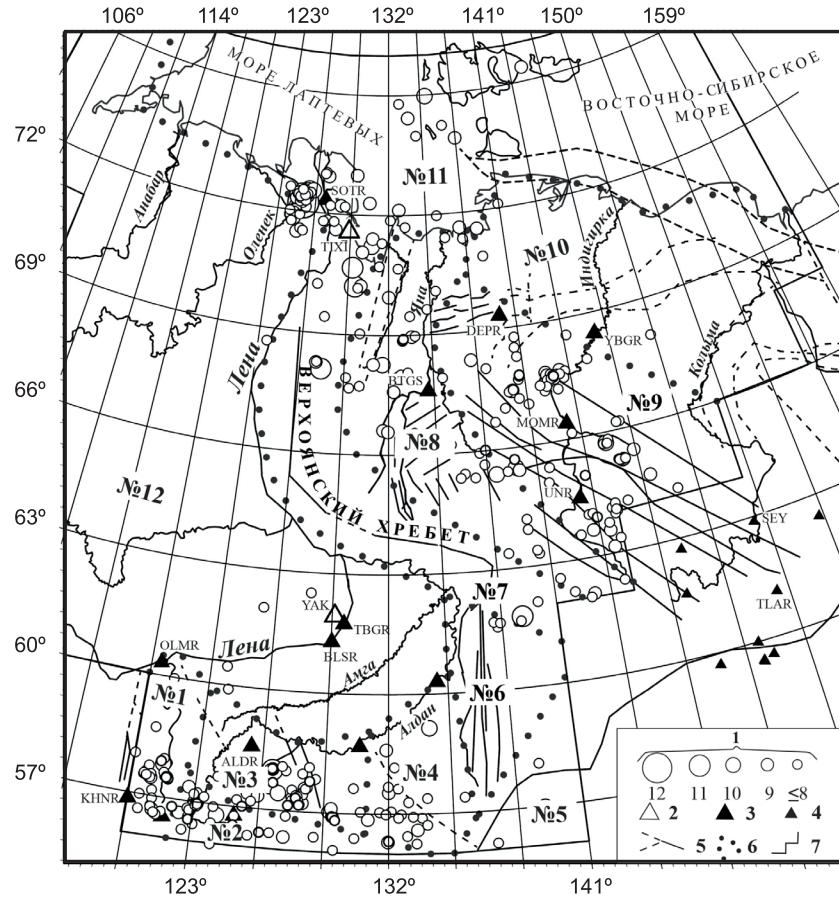


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Якутии с $K_p=7.2-11.6$ за 2021 г.

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

Каталог землетрясений и карта эпицентров. В 2021 г. было зарегистрировано и обработано 394 землетрясения с $K_p=7.2-11.2$ ($M^P=1.8-4.0$), включенных в каталог сейсмических событий Якутии [Приложение 2]. В этом электронном приложении к данной статье приведены сведения о временах возникновения очага, координатах, энергетическом классе. Помимо вышеупомянутых параметров, приведены магнитуды по поверхностным волнам (MS , Ms), по объемным волнам ($MPSP$, m_b) и моментные магнитуды для некоторых событий, вошедших в международные бюллетени [10, 11]. Для количественного анализа сейсмичности была составлена таблица распределения числа землетрясений в зависимости от энергетического класса по районам (табл. 1)

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарной сейсмической энергии ΣE по районам за 2021 г.

№	Район	K_p						N_Σ	$\Sigma E, Дж$
		7.2-7.5	8	9	10	11	12		
1	Олекминский	15	18	4	1			38	$3.274 \cdot 10^{10}$
2	Становой хребет	15	19	9	3			46	$3.596 \cdot 10^{10}$
3	Алданское нагорье	20	22	8	2	1		53	$2.696 \cdot 10^{11}$
4	Учурский	4	12	4	1			21	$9.444 \cdot 10^9$
5	Охотский		2		1			3	$3.206 \cdot 10^{10}$
6	Хребет Сетте-Дабан		3	1				4	$1.350 \cdot 10^9$
7	Верхоянский хребет	2	4	2		4		12	$2.253 \cdot 10^{11}$
8	Яно-Оймяконское нагорье	8	26	8	2			44	$2.216 \cdot 10^{10}$
9	Хребет Черского	17	41	18	2			78	$5.628 \cdot 10^{10}$
10	Приморская низменность		4					4	$7.351 \cdot 10^8$
11	Лаптевский		30	31	12		1	74	$5.207 \cdot 10^{11}$
12	Восточная часть Сибирской платформы	2	10	4	1			17	$1.276 \cdot 10^{10}$
	ВСЕГО	83	191	89	25	5	1	394	$1.219 \cdot 10^{12}$

В результате установлено, что в 2021 г. суммарная сейсмическая энергия составляла $\Sigma E=1.22 \cdot 10^{12}$ Дж, что 1.7 раза превышает прошлогоднее значение $\Sigma E=2.47 \cdot 10^{11}$ Дж [3]. Наиболее активными районами в 2021 г. являлись Алданское нагорье (№ 3) и Лаптевский (№ 11). В пределах каждого из них произошли сильные землетрясения с $K_p=11$ и $K_p=12$ соответственно.

В сейсмотектоническом плане регион характеризуется двумя протяженными сейсмическими поясами: Арктико-Азиатским и Олекмо-Становым (восточным флангом Байкало-Станового). Их существование обусловлено контактом тектонических плит на севере, северо-востоке, и на юге соответственно [2].

Анализ сейсмичности по районам. Наиболее сейсмически активными были районы 1–4 в пределах Олекмо-Становой зоны (ОСЗ), где за исследуемый год произошло 158 землетрясений с $K_p \geq 7.2$ ($M^p \geq 1.8$). В их очагах выделилось $\Sigma E=3.48 \cdot 10^{11}$ Дж сейсмической энергии, что вдвое превосходит значение, отмеченное в 2020 г. ($\Sigma E=1.57 \cdot 10^{11}$ Дж) [3]. Также возросло и количество зарегистрированных землетрясений с $N=150$ в 2020 г. [3] до $N=158$ в 2021 г.

Олекминский район (№ 1) расположен на западном фланге ОСЗ, где проходит транзитная зона перехода от северо-восточного окончания Байкальской рифтовой зоны к Алдано-Становому блоку. Здесь наблюдаются современные тектонические подвижки, ежегодно генерирующие землетрясения в пределах Олдонгсо-Чарудинского эпицентрального поля [12], возникшего в 1997 г. Так, в 2021 г. было зафиксировано десять землетрясений с $K_p=7.3$ –9.5 ($M^p=1.8$ –3.1). К востоку от него, в среднем течении р. Олекмы, локализовано небольшое скопление ($N=8$) сейсмических событий с $K_p=7.2$ –8.5 ($M^p=1.8$ –2.5).

За период с 18 октября по 17 ноября в районе **Станового хребта (№ 2)** наблюдалась наибольшая концентрация сейсмических событий (16 толчков с $K_p=7.5$ –10.0, $M^p=1.9$ –3.3), которые расположились вдоль трассы Станового структурного шва на расстоянии до 30 км. Пространственно они тяготеют к локальному меридиональному тектоническому нарушению, секущему Становой шов под прямым углом, к которому также приурочено Алданское землетрясение 2008 г. [13].

Уровень выделившейся сейсмической энергии района **Алданского нагорья (№ 3)** возрос в девять раз по сравнению с таковым в 2020 г. [3]. Этому способствовали как прирост количества событий, так и ощутимое Нимнырское землетрясение, произошедшее 18 января 2021 г. с $K_p=11.4$ ($M^p=4.1$) и описанное в отдельной статье [14], где приводятся геолого-географическое положение события, его основные параметры, макросейсмические данные, механизм очага.

В **Учурском районе (№ 4)**, было зарегистрировано 20 подземных толчков с $K_p \geq 7.2$ ($M^p \geq 1.8$). Вместе с тем уровень высвободившейся энергии снизился с $\Sigma E=5.102 \cdot 10^{10}$ Дж в 2020 г. до $\Sigma E=9.444 \cdot 10^9$ Дж в 2021 г.

Небольшое количество событий было зафиксировано в пределах районов 5–6. Так, в **Охотском районе (№ 5)** зафиксировано три события с $K_p=8.1$ –10.5 ($M^p=2.3$ –3.6), а в районе **Хребет Сетте-Дабан (№ 6)** – четыре события с $K_p=7.6$ –8.9 ($M^p=2.0$ –2.7). Это указывает на слабую сейсмическую активность района, которая и в 2020 г. была низкой – энергетический класс событий на этой территории не превышал $K_p=8$ [Приложение 2].

Район **Верхоянского хребта (№ 7)** в 2021 г. характеризовался существенным увеличением числа крупных событий в виде четырех землетрясений с $K_p=11$. Из них к местам возникновения Булунских землетрясений 1927–1928 гг. [2] в северной части Верхоянья приурочены сейсмические события 17 апреля с $K_p=10.6$ ($M^p=3.7$) и 25 сентября с $K_p=10.8$ ($M^p=3.8$). Наиболее крупное землетрясение с $K_p=10.9$ ($M^p=3.8$) в этом районе зафиксировано на северных отрогах хребта Сетте-Дабан.

Небольшая активизация наблюдалась и в районе **Яно-Оймяконского нагорья (№ 8)**, что отражается как в количественных показателях (табл. 1), так и в пространственном распределении подземных толчков с $K_p=7.2$ –9.8 ($M^p=1.8$ –3.2), рассеянных по всей территории района. В этом отличие от сейсмичности в 2020 г., когда землетрясения происходили в основном в северной части рассматриваемой области.

Самое большое количество событий ($N=78$) из рассматриваемых 12 районов было зарегистрировано в пределах **Хребта Черского (№ 9)**. Их превалирующая часть сконцентрировалась на юго-восточном фланге, протягиваясь по разломам от Чай-Юрейинского к сдвиговому дизьюнктиву Улахан и надвигу Илин-Тасс [15]. К последнему тяготеет 21 событие с $K_p=7.2$ –10.4 ($M^p=1.8$ –3.4) в течение всего года. В зоне Артыкского землетрясения 1971 г. [16], зафиксировано 8 событий с $K_p=7.2$ –9.2 ($M^p=1.8$ –2.9).

Рассеянная сейсмичность отмечается на **Приморской низменности (№ 10)** с $N_{\Sigma}=4$ и в районе **Восточной части Сибирской платформы (№ 12)** с $N_{\Sigma}=17$ (табл. 1). Однако даже на платформенной территории отмечается общая тенденция прироста количества событий по сравнению с числом землетрясений в 2020 г. ($N_{\Sigma}=12$) [3].

В Лаптевском районе (№ 11) количество сейсмических событий ($N_{\Sigma}=74$) уступает лишь таковому в районе Хребта Черского (№ 9). 13 июня в 04^h28^m в районе № 11 произошло самое сильное в 2021 г. землетрясение региона с $K_p=11.6$ ($M^p=4.2$). На карте эпицентров оно расположено в дельте р. Лены среди множества субдолготно тянувшихся цепочек эпицентров, пересекающих Оленёкскую протоку. В морской же зоне 31 июля в 00^h31^m было зафиксировано событие с $K_p=10.0$ ($M^p=3.3$). На рис. 2 приводится решение GCMT механизма очага этого землетрясения, опубликованное в [11], согласно которому землетрясение реализовалось в условиях преобладания близгоризонтальных напряжений растяжения. Это указывает на кинематику подвижки типа сброс, что является характерным для территории, протягивающейся вдоль хребта Гаккеля [17].

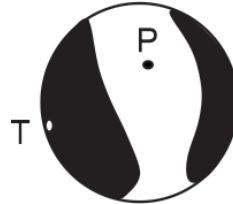


Рис. 2. Диаграмма механизма очага землетрясения 31 июля в 00^h31^m с $K_p=10.0$ по данным GCMT [11]. Черной и белой точками показаны выходы осей напряжений сжатия и растяжения. Затемнены области волн сжатия.

Заключение. В результате анализа количественных показателей сейсмического режима была выявлена общая тенденция активизации сейсмичности большей части территории Республики Саха (Якутия) в 2021 г. Так, энергия ΣE всего региона возросла в 1.7 раза, а количество сейсмических событий – на 34, несмотря на увеличение порога представительности регистрации землетрясений Лаптевского района, связанное с завершением работ в рамках проекта «SIOLA» [4]. Крупные подвижки затронули как арктические районы, так и южные. В последних зарегистрировано и проанализировано крупное Нимнырское землетрясение 18 января 2021 г. с $K_p=11.4$ ($M^p=4.6$). Обобщая проведенный анализ, можно констатировать, что наблюдается активизация тектонических разломов, к которым приурочены эпицентральные поля сильных землетрясений прошлых лет.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (в рамках государственного задания № 075-00604-25) и с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира», а также в рамках государственного задания НИР ИГАБМ СО РАН FUFG-2024-0005.

В подготовке электронных приложений к данной статье принимали участие: С.В. Шибаев, Д.М. Пересыпкин, Н.Н. Старкова, А.А. Макаров, А.С. Куляндина, Р.М. Туктаров, Е.В. Хастаева, С.А. Андреева, Е.Г. Денега, Н.А. Лукаш, С.Г. Пойгина.

Электронное приложение App13_Yakutia_2021 (<http://www.gsras.ru/zse/app-28.html>): 1 – Сейсмические станции, работавшие в Якутии в 2021 г.; 2 – Каталог землетрясений Якутии с $K_p \geq 7.2$ за 2021 г.

Л и т е р а т у р а

1. Козьмин Б.М., Имаев В.С., Имаева Л.П. Сейсмичность и современная геодинамика // Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). – М: МАИК «Наука/Интерperiодика», 2001. – С. 33–67.
2. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмотектоника Якутии. – М.: ГЕОС, 2000. – 226 с.
3. Шибаев С.В., Geissler W., Макаров А.А., Туктаров Р.М., Куляндина А.С. Сейсмичность Якутии в 2020 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – С. 183–188. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.16> EDN: HMUVQF
4. Туктаров Р.М., Шибаев С.В., Козьмин Б.М., Куляндина А.С., Гейслер В., Плетц А., Хаберланд К., Крюгер Ф., Баранов Б.В., Цуканов Н.В., Крылов А.А. Современная сейсмичность Арктического побережья Якутии // Проблемы комплексного геофизического мониторинга сейсмоактивных регионов. Труды Восьмой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Петропавловск-Камчатский, 2021. – Обнинск, ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 112–116. DOI: <https://doi.org/10.35540/903258-451.2021.8.20>
5. Красилов С.А., Коломиец М.В., Акимов А.П. Организация процесса обработки цифровых сейсмических данных с использованием программного комплекса WSG // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Первой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 77–83.

6. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1988. – С. 124–135.
7. 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.
8. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
9. Туктаров Р.М., Радзиминович Н.А., Шибаев С.В. Оценка представительности энергетического класса для Якутской региональной сети сейсмостанций // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2023. – Т. 50, № 3. – С. 5–16. DOI: <https://doi.org/10.21455/VIS2023.3-1>
10. Сейсмологический бюллетень (сеть телесейсмических станций), 2021. (2025) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: http://www.gsras.run/ftp/Teleseismic_bulletin/2021/
11. International Seismological Centre. (2025). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
12. Шибаев С.В., Петров А.Ф., Козьмин Б.М., Имаева Л.П., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А., Тимиршин К.В., Петрова В.Е., Гилёва Н.А., Пересыпкин Д.М. Чаруодинский рой землетрясений 2005 года и его ощущимые 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.
13. Козьмин Б.М., Михайлова Р.С. Алданское землетрясение 8 ноября 2008 г. с $K_p=13.5$, $I_0=6$ (Якутия) // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 448–452.
14. Кул яндина А.С., Туктаров Р.М., Макаров А.А. Нимнырское землетрясение 18 января 2021 года // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – С. 268–277. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.25> EDN: TYGKTP.
15. Шибаев С.В., Козьмин Б.М., Имаева Л.П., Имаев В.С., Петров А.Ф., Старкова Н.Н. Илин-Тасское (Абыйское) землетрясение 14 февраля 2013 г. с $M_w=6.7$ (Северо-Восток Якутии) // Российский сейсмологический журнал. – 2020. – Т. 2, № 1. – С. 92–102. DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.1.09>
16. Fujita K., Kozmin B.M., Mackey K.G. Seismotectonics of the Chersky seismic belt, eastern Sakha Republic (Yakutia) and Magadan district, Russia // Geology, geophysics and tectonics of Northeastern Russia: a tribute to Leonid Parfenov. – Stephan Mueller Spec., 2009. – N. 4. – P. 117–145.
17. Filippova A.I., Melnikova V.I. Crustal stresses in the East Arctic region from new data on earthquake focal mechanisms // Tectonics. – 2023. – V. 42, N 9. – P. e2022TC007338. DOI: <https://doi.org/10.1029/2022TC007338>

SEISMICITY of YAKUTIA in 2021

S.V. Shibaev¹, A.A. Makarov^{1,2}, R.M. Tuktarov¹, A. S. Kulyandina¹

¹Yakutia Branch of Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences,
Yakutsk, Russia, shibaev@emsd.ysn.ru

²Institute of Diamond and Precious Metal Geology, Siberian Division of the Russian Academy of Sciences,
Yakutsk, Russia, makarov.2A@yandex.ru

Abstract. The results of the analysis of seismic data from monitoring in Yakutia in 2021, conducted by a network of 20 stations, belonging to the Yakutia branch of the Geophysical Survey RAS, are presented. During this year, 394 earthquakes were recorded throughout the territory of the Sakha Republic (Yakutia). Data on the parameters of seismic activity for each of the 12 districts that make up the analyzed area are provided. A map of earthquake epicenters in Yakutia, including boundaries and major tectonic faults, has been created for spatial analysis. As a result of the study, an increase in seismic energy compared to 2020 was observed. The most seismic active areas in 2021 were the Aldan highlands, the Verkhoyansk and Chersky ranges, and also the Laptev district. The strongest earthquake of the region for this period was recorded within the latter on June 13, 04^h28^m with $K_R=11.7$. In the same region for the event to the south-west from Novosibirsk islands the focal mechanism is given.

Keywords: earthquake epicenters, focal mechanism, active fault, seismic belt of Yakutia, lithospheric plate, source depth, delta of the Lena River, Chersky Ridge.

For citation: Shibaev, S.V., Makarov, A.A., Tuktarov, R.M., & Kulyandina, A.S. (2025). [Seismicity of Yakutia in 2021]. *Zemletriasenii Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021), 183–188. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.16> EDN: QBKALT

References

1. Koz'min, B.M., Imaev, V.S., & Imaeva, L.P. (2001). *Sejsmichnost' i sovremennaya geodinamika* [Seismicity and modern geodynamics]. Moscow, Russia: MAIK "Nauka/Interperiodika" Publ., 33–67. (In Russ.).
2. Imaev, V.S., Imaeva, L.P., & Koz'min, B.M. (2000). *Seismotektonika Yakutii* [Seismotectonics of Yakutia]. Moscow, Russia: GEOS Publ., 226 p. (In Russ.).
3. Shibaev, S.V., Geissler, W., Makarov, A.A., Tuktarov, R.M., & Kulyandina, A.S. (2024). [Seismicity of Yakutia in 2020]. *Zemletriaseniiia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020), 183–188. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.16> EDN: HMUVQF
4. Tuktarov, R.M., Shibaev, S.V., Koz'min, B.M., Kulyandina, A.S., Geisler, V., Plets, A., Haberland, K., Kruger, F., Baranov, B.V., Tsukanov, N.V., & Krylov, A.A. (2021). [Modern seismicity of the Arctic coast of Yakutia]. In *Trudy Vos'moj nauchno-tehnicheskoy konferentsii "Problemy kompleksnogo geofizicheskogo monitoringa Dal'nego Vostoka Rossii"* [Proceedings of the 8th Scientific and Technical Conference "Problems of complex geophysical monitoring of Far East of Russia"] (pp. 112–116). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/903258-451.2021.8.20>
5. Krasilov, S.A., Kolomiets, M.V., & Akimov, A.P. (2006). [Organization of Digital Seismic Data Processing Using a Software Package WSG]. In *Materialy I Mezhdunarodnoy seismologicheskoy shkoly "Sovremennyye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh"* [Proceedings of the I International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 77–83). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
6. Golenetskij, S.I. (1988). [Earthquakes of Baikal and Transbaikalia]. In *Zemletriaseniiia v SSSR v 1985 godu* [Earthquakes in the USSR in 1985] (pp. 124–135). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
7. Rautian, T.G. (1964). [On the determination of the energy of earthquakes at a distance of 3000 km]. In *Eksperimental'naya seismika (Trudy IFZ AN SSSR № 32 (199))* [Experimental seismic] (pp. 88–93). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
8. Rautian, T.G. (1960). [Energy of the Earthquakes]. In *Metody detal'nogo izucheniya seismichnosti (Trudy IFZ AN SSSR, № 9 (176))* [Methods of Detailed Study of the Seismicity] (pp. 75–114). Moscow, Russia: Inst. Fiz. Zemli Akad. Nauk SSSR Publ. (In Russ.).
9. Tuktarov, R.M., Radziminovich, N.A., & Shibaev S. V. (2023). [Assessing the energy class completeness of the Yakutia regional seismic network]. *Voprosy Inzhenernoi Seismologii* [Problems of Engineering Seismology], 50(3), 5–16. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21455/VIS2023.3-1>
10. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations, 2021. (2025). Retrieved from http://www.gsras.ru/ftp/Teleseismic_bulletin/2021
11. International Seismological Centre. (2025). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
12. Shibaev, S.V., Petrov, A.F., Koz'min, B.M., Imaeva, L.P., Mel'nikova, V.I., Radziminovich, N.A., Timirshin, K.V., Petrova, V.E., Gileva, N.A., & Peresypkin, D.M. (2011). [The Charuoda swarm of earthquakes and its perceptible earthquakes: Charuoda-I of November 10 with $K_R=15.7$, $Mw=5.8$, $I_0=8$ and Charuoda-II of December 11 with $K_R=14.8$, $Mw=5.7$, $I_0=7$ earthquakes (South Yakutia)]. In *Zemletriaseniiia Severnoi Evrazii v 2005 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2005] (pp. 404–418). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
13. Koz'min, B.M., & Mikhailova, R.S. (2014). [Aldan earthquake on November 8, 2008 with $K_R=13.5$, $I_0=6$ (Yakutia)]. In *Zemletriaseniiia Severnoi Evrazii v 2008 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2008] (pp. 448–452). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
14. Kulyandina A. S., Tuktarov R. M., & Makarov A. A. (2025). [Nimnyr earthquake on January 18, 2021]. *Zemletriaseniiia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021), 268–277. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.25> EDN: TYGKTP
15. Shibaev, S.V., Koz'min, B.M., Imaeva, L.P., Imaev, V.S., Petrov, A.F., & Starkova, N.N. (2020). [Ilin-Tass (Abyiskoe) earthquake on February 14, 2013 with $Mw=6.7$ (North-East of Yakutia)]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 2(1), 92–102. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.1.09>
16. Fujita, K., Kozmin, B.M., & Mackey, K.G. (2009). Seismotectonics of the Chersky Seismic Belt, eastern Sakha Republic (Yakutia) and Magadan District, Russia. *Stephan Mueller Special Publication Series*, 4, 117–145.
17. Filippova, A.I., & Melnikova, V.I. (2023). Crustal stresses in the East Arctic region from new data on earthquake focal mechanisms. *Tectonics*, 42(9), e2022TC007338. DOI: <https://doi.org/10.1029/2022TC007338>