

III. СИЛЬНЫЕ И ОЩУТИМЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

УДК 550.348. (571.56)

ГОНАМСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 4 января 2014 г.

с $K_p=14.2$, $M_w=5.4$, $I_0^p=8$ (Якутия, Алданское нагорье)

Б.М. Козьмин^{1,2}, Р.С. Михайлова³

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

²Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН,
г. Якутск, b.m.kozmin@diamond.ysn.ru

³ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, rm-gs@mail.ru

Аннотация. Приводятся основные параметры сильного Гонамского землетрясения, зарегистрированного на Алданском нагорье, анализируются инструментальные и макросейсмические данные, фокальный механизм и его связь с сеймотектоническими особенностями региона. Детально представлены проявления афтершоковой деятельности и ее связь с региональным Тыркандинским разломом. Приведены геометрические параметры зоны афтершоков (ширина – 15 км, длина – 60 км, площадь – 900 км²).

Ключевые слова: Каталог землетрясений, механизм очага, афтершоки, карта пунктов-баллов, Алданское нагорье, Якутия.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.27

Для цитирования: Козьмин Б.М., Михайлова Р.С. Гонамское землетрясение 4 января 2014 г. с $K_p=14.2$, $M_w=5.4$, $I_0^p=8$ (Якутия, Алданское нагорье) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 271–277. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.27

Введение. Район переходной зоны между структурами Алданского нагорья и Станового хребта характеризуется относительно слабой сейсмичностью с незначительным количеством (около 10–20 в год) слабых землетрясений с $K_p \leq 10$ ($M \leq 3.5$). Сильные землетрясения здесь не были ранее зарегистрированы, а число ощутимых толчков с $K_p=11–12$ ($M=4.0–4.5$) составляло единицы [1, 2], в связи с чем для данного района ощущается недостаток как инструментальных, так и макросейсмических данных. Поэтому произошедшее здесь 4 января 2014 г. сильное Гонамское землетрясение представляет значительный интерес.

Инструментальные данные. Локализация гипоцентра Гонамского землетрясения была выполнена по данным 24 сейсмических станций Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН, а суммарное число станций Мира, зарегистрировавших это событие, равно, по данным Международного сейсмологического центра (ISC), $n=1060$ [3]. Обработка записей основного толчка и сопровождающих его землетрясений производилась с помощью типового программного модуля «WSG», используемого филиалами ФИЦ ЕГС РАН [4]. При этом для функционирования программы «WSG» в процессе расчетов применялись алгоритмы, составленные на основе осредненного регионального годографа С.И. Голенецкого [5].

Гонамское землетрясение произошло 5 января в половине шестого утра местного времени, или 4 января в 19^h34^m по Гринвичу. Его эпицентр был лоцирован в безлюдной горно-таежной местности. Магнитуда землетрясения по данным GCMT (Global CMT Project, Lamont Doherty Earth Observatory) соответствовала $M_w=5.4$ [3], энергетический класс $K_p=14.2$, глубина очага $h=10$ км [6]. Основные параметры Гонамского землетрясения по материалам различных сейсмологических агентств приведены в табл. 1, из которой следует, что полученные решения неплохо согласуются между собой лишь для основных мировых агентств – ISC (International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom), NEIC (National Earthquake Information Center; Geological Survey, Denver, USA), Сейсмологического бюллетеня ФИЦ ЕГС РАН (MOS) и GCMT (рис. 1), но их решения располагаются в 17–24 км юго-восточнее эпицентра, определенного по записям региональных сейсмических станций. Наибольшее отклонение от него, равное 30–40 км, имеет место для решений Международного центра данных IDC (International Data Centre, Vienna, Austria), Китайского Бюро исследования землетрясений ВЛ (China Earthquake

Networks Center, Beijing, China) и Федерального института геонаук и природных ресурсов, Ганновер, Германия (BGR). Вероятно, это связано с использованием данных удаленных станций и их неудачным положением относительно эпицентра. Для событий в регионе Якутия (Республика Саха), например, подобные отклонения часто случаются для китайского агентства ВЛ.

Таблица 1. Основные параметры Гонамского землетрясения 4 января 2014 г. с $K_p=14.2$, $M_w=5.4$ по наблюдениям Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН в сопоставлении с данными других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр								Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi$, км°	λ° , E	$\delta\lambda$, км	Δ , км	h , км	δh , км			
ЯФ ФИЦ ЕГС РАН (YARS)	19 34 26.84	1.02	56.955	8	129.323	9	–	10	–	$K_p=14.2$ $M_L=5.4/12$	[3, 6]	
MOS	19 34 25.5	0.8	56.739	5.4	129.592	5.4	24	12	–	$M_S=4.9/26$, $m_b=5.5/39$	[7]	
NEIC	19 34 25.65	1.17	56.746	10.29	129.533	7.7	23	1 f	–	$m_b=5.3/373$	[3]	
IDC	19 34 25.67	0.38	56.694	9.0	129.656	8.4	30	0 f	–	$M_S=4.5/29$, $m_b=4.8/34$, $M_L=5.1/7$	–	
ВЛ	19 34 26.00	1.26	56.58	–	129.48	–	35	10	–	$M_S=5.6/77$, $m_b=5.0/73$	–	
BGR	19 34 27.26	–	57.18	–	129.96	–	40	14.5	0.4	$M_S=4.7$, $m_b=5.1$	–	
ISC-EHB	19 34 27.41	0.77	56.678	16.0	129.584	13.0	22	10.8	0.8		–	
GCMТ	19 34 27.60	0.10	56.84	–	129.57	–	17	20.9	0.7	$M_w=5.4/137$	–	
ISC	19 34 27.36	0.37	56.795	3.52	129.510	2.97	18	9.8	2.1	$M_S=5.0/58$, $m_b=5.3/348$, $h_{pP}=10.0$	–	

Примечание. Δ – расстояние между эпицентром, найденным по данным региональной сети, и решениями других агентств; сведения об агентствах см. в обозначениях к настоящему ежегоднику.

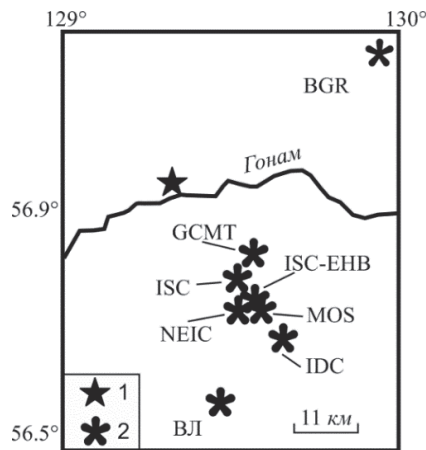


Рис. 1. Расположение эпицентра Гонамского землетрясения по региональным и международным данным

1 – эпицентр по материалам Якутского филиала ФИЦ ЕГС РАН; 2 – решения других сейсмологических центров.

Глубина гипоцентра h варьирует в разных решениях от 10 до 21 км, при $h_{pP\text{isc}}=10$ км (табл. 1), что указывает на возникновение землетрясения в верхней части земной коры, т.к. ее мощность на этом участке достигает 50–60 км [8]. При этом магнитуда толчка имеет следующие значения: $M_{S\text{ISC}}=5.0/58$, $M_{w\text{GCMТ}}=5.4/137$ [5]. Расчет магнитуды с использованием энергетического класса по формуле Раутиан:

$$M=(K-4)/1.8 \quad [9], \quad (1)$$

дает еще более высокую оценку магнитуды – $M=5.7$.

Исходя из вышеперечисленных параметров, для определения интенсивности сотрясений в эпицентре I_0 мы выбрали в качестве M в уравнениях макросейсмического поля значение моментной магнитуды $M_w=5.4$ и крайние значения глубины гипоцентра 10 и 21 км.

При применении уравнения макросейсмического поля для Якутии из [10]:

$$I_0=1.5 M-3.5 \lg h+3.0, \quad (2)$$

получаем $I_0=7.6$ балла при $h=10$ км и $I_0=6.5$ балла при $h=21$ км.

На основе уравнения макросейсмического поля, уточненного для южно-якутских землетрясений:

$$I_0=1.5 M-4.5 \lg h+5.1 \quad [2], \quad (3)$$

получены следующие значения интенсивности: $I_0=8.7$ и $I_0=7.3$ балла соответственно для глубин 10 и 21 км, или в среднем $I_0=8$ баллов. Отметим, что наиболее надежной по данным табл. 1 является глубина $h_{pP}=10$ км, определенная ISC [3], которая к тому же соответствует глубине по региональным данным и близка к глубинам, определенным в большинстве сейсмологических центров (табл. 1). Поэтому принимаем для дальнейших исследований последствий Гонамского землетрясения $h=10$ км, $I_0^p=8$ баллов.

Механизм очага Гонамского землетрясения определен GCMT [11] по методу момента тензора центроида и включен в каталог механизмов [12]. В результате было получено решение механизма очага (табл. 2), глубина гипоцентра $h=20.9$ км, скалярный сейсмический момент $M_0=1.385 \cdot 10^{17}$ Н·м и моментная магнитуда $M_w=5.4$ [3, 11].

Таблица 2. Параметры механизма очага Гонамского землетрясения 4 января 2014 г.

Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	Магнитуды		K_p	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Агент- ство
			M_{WGCMT}	M_{SISC}		T		N		P		$NP1$			$NP2$			
						PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$	
04.01	19 34 27.6	20.9	5.4	5.0	14.2	5	150	78	36	11	241	16	86	-168	285	79	-4	GCMT

Решение фокального механизма этого землетрясения выявило две возможные плоскости разрыва в очаге. На диаграмме (рис. 2) выделяется близмеридиональная ($STK_1=16^\circ$) плоскость скольжения $NP1$, близкая по простиранию к Тыркандинской тектонической структуре, и субширотная ($STK_2=285^\circ$) плоскость разрыва $NP2$, совпадающая по направлению с Гонамской системой разломов.

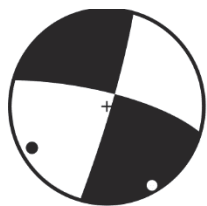


Рис. 2. Диаграмма механизма очага (нижняя полусфера) землетрясения 4 января 2014 г. по методу момента тензора центроида

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений растяжения и сжатия соответственно; зачернена область волн сжатия.

При этом ось сжатия в очаге землетрясения расположена близгоризонтально (угол наклона к горизонту ($PL_p=11^\circ$) в запад–юго-западном направлении ($AZM=241^\circ$), а ось растяжения ориентирована почти горизонтально ($PL_t=5^\circ$) в юг–юго-восточном направлении ($AZM=150^\circ$). Обе плоскости крутые. Кинематика подвижки в очаге соответствует сдвигу.

Афтершоки. После основного события заметная серия афтершоков (свыше 100 толчков) наблюдалась почти до конца года. Первый афтершок с $K_p=9.6$ возник 4 января в 19^h47^m , т.е. через 13^s после главного толчка, последний – 26 ноября 2014 г. в 17^h59^m с $K_p=8.2$. Большая их часть (89 толчков) отмечена в отдельной графе годового каталога [6] меткой «афт». Их эпицентры в виде полосы (60×15 км) площадью в 900 км², вытянутой с северо-запада на юго-восток вдоль Тыркандинского разлома, представлены на (рис. 3), причем секущий Гонамский разлом послужил как бы линией «запрета», т.к. почти все афтершоки локализованы к югу от него. Меньшая часть, из 18 отно-

сительно слабых толчков, выбрана *red.* из бюллетеня ISC и оформлена дополнительным приложением [13] к годовому каталогу [6]. Все повторные события произошли в верхней части земной коры, в интервале глубин 0–30 км (рис. 4). Очаги большей половины из них возникли на глубине 5–15 км.

Развертка афтершоков Гонамского землетрясения во времени, представленная на рис. 5, характеризуется рядом особенностей. На первой стадии, в течение первых 100 дней (до 10 апреля), происходит быстрое затухание их активности. Два сильных афтершока, с $K_p=11.4$ и 11.2 [6], произошли на фоне относительного затишья 23 апреля и 12 мая на той же глубине $h=10$ км, что и главный толчок. После них наблюдается вялый процесс затухания (всего 20 толчков) до конца серии. Энергетическая ступень между главным толчком и максимальным в серии афтершоком составляет $\Delta K_a=2.8$.



Рис. 3. Карта эпицентров Гонамского землетрясения и его афтершоков

1 – энергетический класс K_p : 14 (главный толчок), 11, 10, ≤ 9 соответственно; 2 – фокальный механизм, зачернена область волн сжатия.

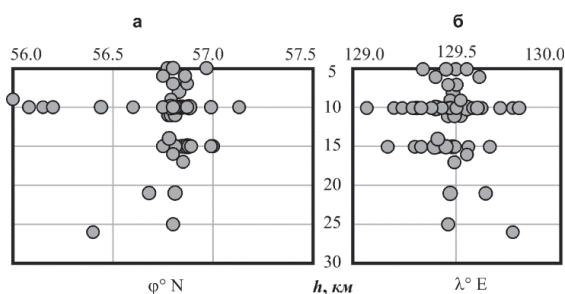


Рис. 4. Проекция афтершоков Гонамского землетрясения на широту (а) и долготу (б)

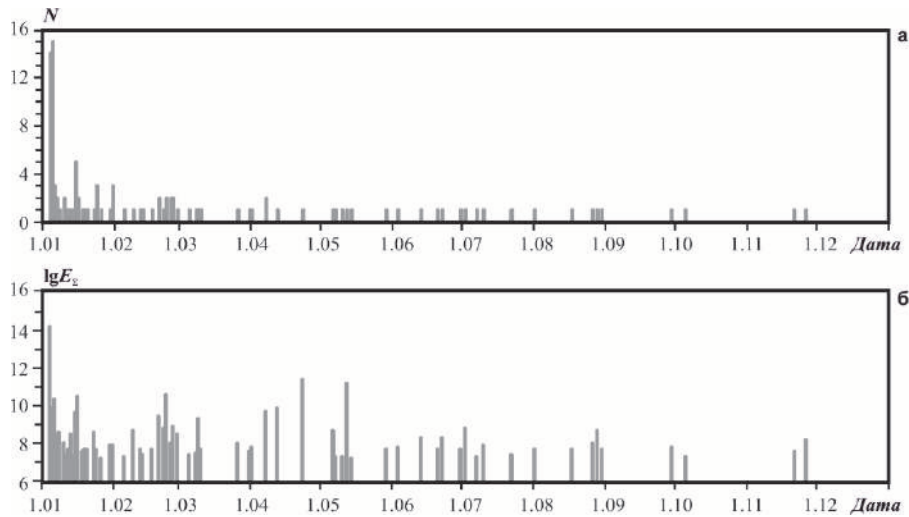


Рис. 5. Посуточное распределение числа N (а) и логарифма суммарной энергии $\lg E_z$ (б) афтершоков Гонамского землетрясения в 2014 г.

Макросейсмические сведения. В связи с низкой плотностью местного населения макроэффекты Гонамского события отмечены лишь в четырех населенных пунктах Республики Саха (Якутия). Ближайший из них, временный пос. Эльга, располагался в 117 км к юго-востоку от эпицентра и испытал 5–6-балльные воздействия. В поселке, который представляет несколько деревянных балков¹ и вагончиков, проживают сезонные рабочие, занятые на новом угольном месторождении «Эльгинское». В момент толчка (раннее утро) все жители были разбужены сильными колебаниями почвы. Строения «ходили ходуном», слышался громоподобный звук. Тряслись стены, скрипели полы и потолочные перекрытия, смещалась мебель, на столах, скамейках подпрыгивали посуда, книги, с полок падали предметы на пол. В г. Томмот (284 км к северо-западу от эпицентра) и пос. Нижний Куранах (300 км к северо-западу) наблюдались 3-балльные эффекты этого события. В г. Нерюнгри (287 км к западу) интенсивность сотрясений достигала 2 балла. Его ощутили не спавшие жители на верхних этажах 4–9-этажных жилых домов. Землетрясение проявилось также в двух населенных пунктах на севере Амурской области: с интенсивностью в 3 балла в пос. Верхнезейск (267 км к югу) и в 2 балла – в г. Зея (381 км к югу). Суммарная площадь ощутимых воздействий землетрясения на юге Республики Саха (Якутия) и севере Амурской области составила около $300 \cdot 10^3 \text{ км}^2$.

Все сведения о проявлениях Гонамского землетрясения в населенных пунктах суммированы в табл. 3 и на рис. 6, 7.

Таблица 3. Макросейсмические сведения о Гонамском землетрясении 4 января 2014 г. с $K_p=14.2$, $M_w=5.4$

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E
5–6 баллов				
1	Временный пос. Эльга	117	56.19	130.63
3 балла				
2	Томмот	284	58.96	126.27
3	Нижний Куранах	300	58.81	125.53

№	Пункт	Δ , км	φ° , N	λ° , E
4	Верхнезейск	267	54.61	128.57
2 балла				
5	г. Нерюнгри	287	56.67	124.65
6	г. Зея	381	53.74	127.25

Анализ сотрясений в населенных пунктах в зависимости от расстояния (рис. 7) выявил аномально высокое затухание, основанное, главным образом, на высокой интенсивности сотрясений в пос. Эльга. С использованием глубины $h=10$ км и $M_w=5.4$ для Гонамского землетрясения получено уравнение макросейсмического поля:

$$I=1.5 M-5.23\lg(r)+7.53, R=0.98, \quad (4)$$

где R – коэффициент корреляции.

¹ «Балок» – это временная некапитальная постройка небольшого размера, строительная бытовка.

На небольшом количестве данных оно подтверждает более высокое затухание сотрясений от землетрясений Якутии, описываемое уравнением (3), по сравнению с (2) из [10].

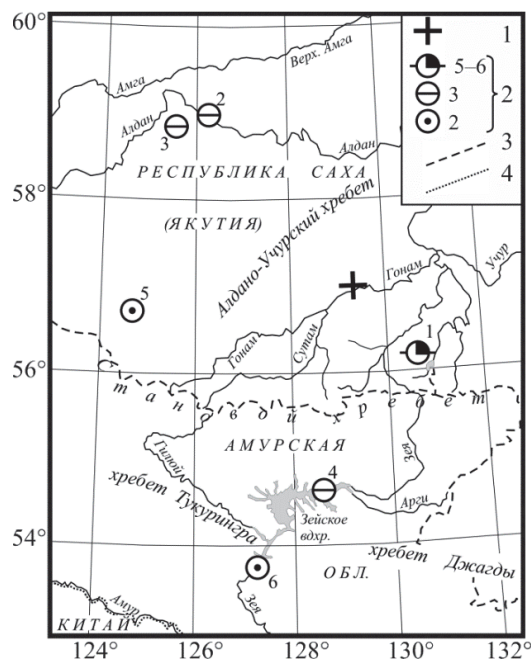


Рис. 6. Карта пунктов-баллов Гонамского землетрясения с $K_p=14.2$, $M_w=5.4$

1 – инструментальный эпицентр; 2 – балл в населенном пункте; 3, 4 – республиканская и государственная граница соответственно.

зоны, то рабочей плоскостью разрыва следует считать близмеридиональную плоскость $NP1$. В итоге, гипоцентр Гонамского землетрясения возник в результате современных движений в разломном узле Гонамской и Тыркандинской дизъюнктивных систем Алданского щита Сибирской платформы, причем больше всего активизировалась зона влияния Тыркандинской шовной зоны, которая «подновилась» на расстоянии в 65 км.

Заключение. Гонамское землетрясение 4 января 2014 г. в переходной зоне между структурами Алданского нагорья и Станового хребта, являясь самым интенсивным среди отмеченных здесь за последние 50 лет, подтверждает современную сейсмическую активность района. Это событие, несмотря на некоторую ограниченность макросейсмических и инструментальных данных, позволило отчасти пополнить сейсмологическую информацию о рассматриваемой территории, которая все еще остается малоисследованной с точки зрения макросейсмических проявлений землетрясений и законов затухания интенсивности сотрясений с расстоянием. Полученные данные могут быть востребованы в работах по уточнению сейсмической опасности и оценке сейсмического риска, особенно при проектировании и строительстве объектов мега-проекта «Комплексное развитие Южной Якутии», предполагающего развитие гидроэнергетики в бассейне р. Тимптон и первоочередное освоение Эльгинского и Таежного угольных месторождений, расположенных в пределах Алданского щита.

Л и т е р а т у р а

1. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсотектоника Якутии. – М.: ГЕОС, 2000. – 226 с.
2. Козьмин Б.М. Сейсмические пояса Якутии и механизмы очагов их землетрясений. – М.: Наука, 1984. – 125 с.
3. International Seismological Centre (2020), On-line Bulletin, <https://doi.org/10.31905/D808B830>
4. 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 Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 77–83.

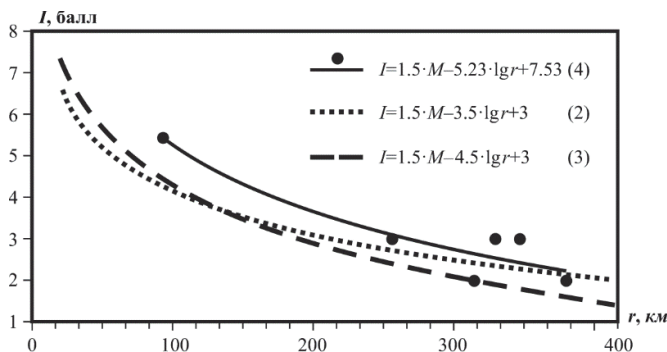


Рис. 7. График затухания с расстоянием интенсивности сотрясений от Гонамского землетрясения 4 января 2014 г. с $M_w=5.4$, $h=10$ км

Тектоническая позиция очага. Эпицентры Гонамского землетрясения и его афтершоков тяготеют к крупному Тыркандинскому региональному разлому, пересекающему Алданский щит с северо-запада (устье р. Тимптон) к юго-востоку (поднятие Токинского Становика). Названный разлом представлен в виде ряда локальных разрывных нарушений, а в магнитном поле сопровождается цепочкой положительных аномалий [1].

Если принять во внимание север-северо-западное расположение области афтершоков, совпадающее с простираем Тыркандинской шовной

5. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1988. – С. 124–135.
6. Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Старкова Н.Н. (отв. сост.), Хастаева Е.В., Каратаева А.С., Москаленко Т.П., Денег Е.Г. Каталог землетрясений и взрывов Якутии с $K_p \geq 7.6$ за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
7. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2014. (2020) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014
8. Парфенов Л.М., Козьмин Б.М., Имаев В.С. и др. Геодинамика Олекмо–Становой сейсмической зоны. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1985. – 136 с.
9. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
10. Шебалин Н.В. Опорные землетрясения и уравнения макросейсмического поля // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 20–30.
11. Global Centroid Moment Tensor (GCMT) Catalog Search. (2020). [Site]. – URL: <http://www.globalcmt.org/>
12. Козьмин Б.М., Лукаш Н.А., Левина В.И. Каталог механизмов очагов землетрясений Якутии за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
13. Михайлова Р.С. Дополнение к списку афтершоков Гонамского землетрясения 2014 г. с $K_p=14.2$, $M_w=5.4$ // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.

GONAM EARTHQUAKE on January 4, 2014

with $K_p=14.2$, $M_w=5.4$, $I_0=8$ (Yakutia, Aldan Highlands)

B.M. Koz'min^{1,2}, R.S. Mikhailova³

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

²*Institute of Diamond and Precious Metal Geology, Siberian Division of the Russian Academy of Sciences,
Yakutsk, Russia, b.m.kozmin@diamond.ysn.ru*

³*Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Obninsk, Russia, rm-gs@mail.ru*

Abstract. The results of analysis of instrumental and macroseismic data, focal mechanism, and seismotectonic position of the strong Gonam earthquake occurred on the Aldan Highlands are given. The manifestations of aftershock activity and its connection with the regional Tyrkanda fault are analyzed in more detail. This fault is confidently observed in the positive anomalies of the magnetic field. The geometric parameters (width and length) of the aftershock zone are given.

Keywords: earthquake catalogue, focal mechanism, aftershocks, points map, Aldan highlands, Yakutia.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.27

For citation: Koz'min, B.M., & Mikhailova, R.S. (2020). [Gonam earthquake on January 4, 2014 with $K_p=14.2$, $M_w=5.4$, $I_0=8$ (Yakutia, Aldan Highlands)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 271–277. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.27

References

1. Имаев, В.С., Имаева, Л.П., & Козьмин, Б.М. (2000). *Seismotektonika Yakutii* [Seismotectonics of Yakutia]. Moscow, Russia: GEOS Publ., 226 p. (In Russ.).
2. Козьмин, Б.М. (1984). *Seismicheskie poiasa Yakutii i mekhanizmy ochagov ikh zemletriasenij* [Seismic belts of Yakutia and the mechanisms of the foci of their earthquakes]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 125 p. (In Russ.).
3. International Seismological Centre (2020). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>

4. Krasilov, S.A., Kolomiets, M.V., & Akimov, A.P. (2006). [Organization of Digital Seismic Data Processing Using a Software Package WSG]. In *Materialy Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly "Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh"* [Proceedings of the International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 77–83). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
5. Goleneckij, S.I. (1988). Earthquakes in Baikal and Transbaikalia. In *Zemletrjaseniia v SSSR v 1985 godu* [Earthquakes in USSR in 1985] (pp. 124–135). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
6. Shibaev, S.V., Koz'min, B.M., Starkova, N.N., Hastaeva, E.V., Karataeva, A.S., Moskalenko, T.P., & Denega, E.G. (2020). Catalog of earthquakes and explosions of Yakutia from $K_p \geq 7.6$ for 2014. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
7. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations, 2014. (2020). Retrieved from ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014
8. Parfyonov, L.M., Koz'min, B.M., Imaev, V.S., & oth. (1985). *Geodinamika Oleokmo-Stanovoj seismicheskoi zony* [Geodynamics of the Olyokmo – Stanovoy seismic zone]. Yakutsk, Russia: Yakut branch of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences Publ. 136 p. (In Russ.).
9. Rautian, T.G. (1960). [Energy of the Earthquakes] In *Metody detal'nogo izucheniya seismichnosti. Trudy IFZ ANSSSR, 9(176)*. [Methods of Detailed Study of the Seismicity. Proceedings of the IFZ SA USSR № 9(176)] (pp. 75–114). Moscow, IFZ AN SSSR. (In Russ.).
10. Shebalin, N.V. (1977). [Reference earthquakes and macroseismic field equations]. In *Novyi katalog sil'nykh zemletriasenii na territorii SSSR s drevneishikh vremen do 1975 g.* [A new catalog of strong earthquakes in the USSR from ancient times to 1975] (pp. 20–30). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
11. Global Centroid Moment Tensor. (2020) Retrieved from <http://www.globalcmt.org/>
12. Koz'min, B.M., Lukash, N.A. & Levina, V.I. (2020). Catalogue of Yakutia earthquakes focal mechanism for 2014. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
13. Mikhailova, R.S. (2020). Addition to list of aftershocks of Gonam earthquake 2014 with $K_p=14.2$, $M_w=5.4$. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).