

КАВКАЗ:

УДК 550.348. (479.24)

СЕЙСМИЧНОСТЬ АЗЕРБАЙДЖАНА и ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ в 2015 г.

Г.Д. Етирмишли, Р.Р. Абдуллаева, С.С. Исмаилова, С.Э. Казымова

Республиканский Центр сейсмологической службы НАН Азербайджана
г. Баку, science@azeurotel.com

Аннотация. В 2015 г. сеть сейсмических станций Азербайджана состояла из 35 цифровых станций, которые продолжали работать без изменений по сравнению с предыдущим годом. Однако при обработке их данных уменьшился набор параметров, определяемых для оценки величины землетрясения – прекратилось определение магнитуды $MPVA$ и энергетических классов Kp . Измерялась только локальная магнитуда ML_{Azp} . Суммарное число землетрясений, зарегистрированных сетью станций Азербайджана в 2015 г., составило 6419, однако в каталоге землетрясений Азербайджана, публикуемом в приложении к данной статье, приводятся лишь 128 из них с $ML_{Azp} \geq 3.0$. Сейсмическая активность на изучаемой территории осталась на прежнем уровне. Выделенная сейсмическая энергия изменилась незначительно по сравнению с ее значением в 2014 г. и близка к фоновому значению за период 1993–2014 гг., а рост числа землетрясений представительного уровня ($Kp \geq 8.6$, $ML_{Azp} \geq 2.8$) по сравнению с долговременным среднегодовым значением обусловлен афтершоковыми последовательностями землетрясений 26 января с $ML_{Azp} = 4.9$, 3 июня с $ML_{Azp} = 4.6$ и 4 сентября с $ML_{Azp} = 5.9$. Самым значительным сейсмическим событием на территории республики в 2015 г. было землетрясение 4 сентября с $ML_{Azp} = 5.9$ и интенсивностью сотрясений в эпицентре $I_0 = 7$ баллов.

Ключевые слова: эпицентр, фоновая сейсмичность, сейсмическое затишье, график повторяемости, механизм очага.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.04

Для цитирования: Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э. Сейсмичность Азербайджана и прилегающих территорий в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 50–59. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.04

Введение. В 2015 г. в системе сейсмологических наблюдений на территории Азербайджана произошли изменения относительно 2014 г. [1], которые касаются работы аналоговых станций при неизменном числе постоянных цифровых станций. В мае 2014 г. работа всех аналоговых станций была остановлена. В итоге сеть наблюдений в 2015 г. включала 35 телеметрических станций. Расположение сейсмических станций Азербайджана в плане изображено на рис. 1.

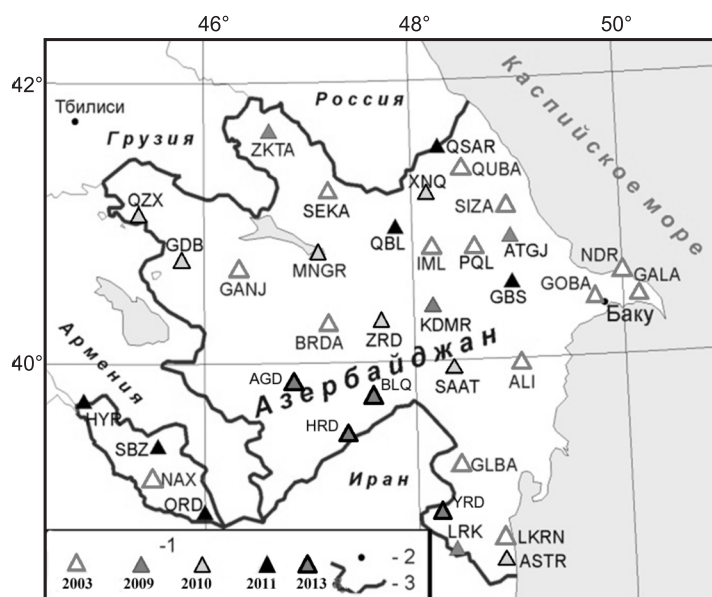


Рис. 1. Телеметрические цифровые станции Азербайджана в 2015 г.

1 – цифровая станция, разными знаками показаны годы открытия станций; 2 – центр сбора и обработки сейсмической информации; 3 – государственная граница

Телеметрические станции достаточно равномерно размещены на территории Республики (рис. 1), чтобы локализовать землетрясения основных очаговых зон. Список всех станций и параметры аппаратуры помещены в Приложении [2].

Методика наблюдений. Для обработки землетрясений, зарегистрированных телеметрической сетью РЦСС, использовалась программа dbloc2

из математического обеспечения Antelope Real-Time System, v. 5.6 с использованием осредненной скоростной модели глубинного геологического строения Азербайджана [3]. Эта модель выведена на основе анализа и обобщения материалов ГСЗ-КМПВ, сейсмокаротажа глубоких скважин, данных гравиметрии и сведений о плотностных характеристиках горных пород Азербайджана.

Классификация землетрясений. В 2015 г. в Азербайджане определяется только локальная магнитуда $ML_{\text{Азр}}$, описанная в [4]. Магнитуда $ML_{\text{Азр}}$ эквивалентна магнитуде ML Рихтера [5]. Все значения энергетических классов, помещенные в годовой каталог, пересчитаны из локальных магнитуд по формуле:

$$K=4.77+1.39 ML_{\text{Азр}} \text{ для } ML_{\text{Азр}}=0\div 6.0. \quad (1)$$

Эта формула приведена в отчете [6].

Каталог землетрясений и анализ сейсмичности. В соответствии с оригиналом каталога землетрясений за 2015 г. [7], в пределах Азербайджана и сопредельных районов определены параметры 6419 землетрясений с $ML_{\text{Азр}}=0.0\div 5.9$ или $K=4.5\div 13.0$. Однако, в Приложении [8] публикуется усеченный по энергии вариант каталога из 128 землетрясений (с $ML_{\text{Азр}}\geq 3.0$ или $K\geq 9.0$). Оба каталога использованы в статье, но для разных целей.

Первый каталог [7] служит для характеристики сводной карты эпицентров всех зарегистрированных в 2015 г. землетрясений с $K\geq 4.5$ (рис. 2), графика их распределения по месяцам (рис. 3), расчетным классам K (табл. 1, рис. 4), локальным магнитудам $ML_{\text{Азр}}$ (табл. 2, рис. 5) и, для сравнения с предшествующими годами, распределения параметров $N(K_p)$ и ΣE , начиная с 1993 г. (табл. 3, рис. 6).

Второй каталог [8] использован для карты эпицентров более сильных ($K\geq 9.0$) землетрясений (рис. 7) и описания на ее основе сейсмического процесса на территории Азербайджана в 2015 году. Карта эпицентров 128 землетрясений в диапазоне $ML_{\text{Азр}}=3\div 5.9$ изображена ниже на рис. 7. Число ощутимых землетрясений, которые проявились в 36 населенных пунктах, составило $N_{\text{ощ}}=17$ [9, 10]. Каталог механизмов очагов землетрясений [11] содержит параметры для семи землетрясений.

В ред. каталог [8] традиционно дополнен магнитудами по поверхностным (MS, Ms), объемным волнам ($MPSP, m_b$) и моментными (Mw, M_0) из международных бюллетеней [12, 13].

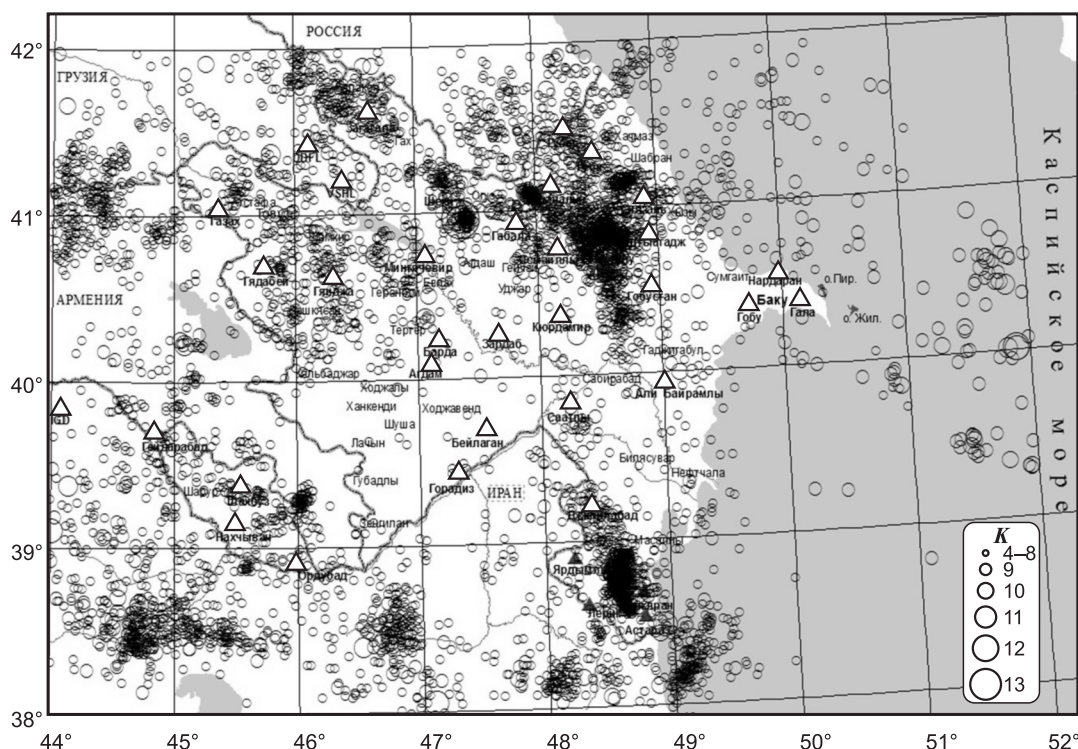


Рис. 2. Карта эпицентров всех зарегистрированных в 2015 г. землетрясений Азербайджана и прилегающих территорий ($N=6419$)

Изменение во времени числа землетрясений и сейсмической энергии, выделившейся в течение 2015 г. на территории Азербайджана и сопредельных государств, представлено на рис. 3.

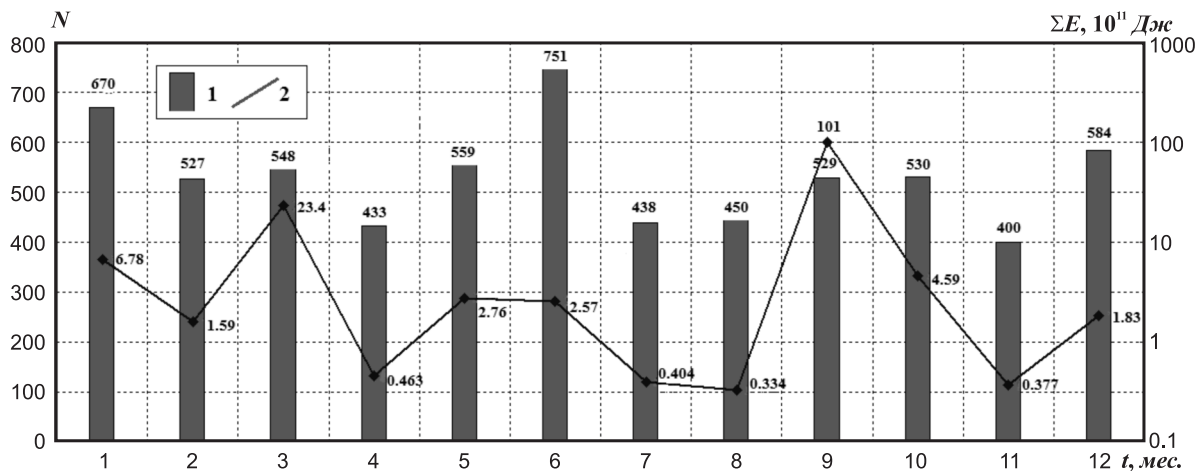


Рис. 3. Вариации числа землетрясений и их суммарной сейсмической энергии в 2015 г.

1 – число землетрясений N ; 2 – суммарная сейсмическая энергия ΣE

Как видно из рис. 3, всплеск выделенной сейсмической энергии зарегистрирован в марте и в сентябре, когда происходили землетрясения с $ML_{\text{Азр}} > 5$. Величина выделенной в марте сейсмической энергии на изучаемой территории, равная $\Sigma E = 23.4 \cdot 10^{11}$ Дж, связана с сильным землетрясением с $K=12.3$, $ML_{\text{Азр}}=5.4$, произошедшим 22 марта в 22^h45^m в акватории Каспийского моря. Увеличение выделенной сейсмической энергии до значения $\Sigma E = 101 \cdot 10^{11}$ Дж зафиксировано в сентябре. Это связано с тем, что в этом месяце, а именно 4 сентября в 04^h49^m, произошло сильное землетрясение с $ML_{\text{Азр}}=5.9$ [8]. Суммарная сейсмическая энергия, высвобожденная в очагах землетрясений в 2015 г., равна $\Sigma E = 146.29 \cdot 10^{11}$ Дж, что мало отличается от этой величины в 2014 г. – $\Sigma E = 144.4 \cdot 10^{11}$ Дж (табл. 3). В табл. 1 представлено распределение землетрясений по отдельным энергетическим классам.

Таблица 1. Распределение числа землетрясений N из оригинального каталога [7] по энергетическим классам K

| K | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | N_{Σ} |
|-----|-----|------|------|-----|-----|----|----|----|----|--------------|
| N | 406 | 2146 | 2540 | 731 | 181 | 32 | 8 | 3 | 1 | 6048 |

По данным этой таблицы в диапазоне $K=7 \div 13$ построен график повторяемости (рис. 4) и получено уравнение для его линейной части:

$$\lg N = 7.46 - 0.58K, R^2 = 0.994, \tag{2}$$

где R^2 – коэффициент детерминации.

Наклон графика $\gamma = -0.58$ несколько выше его величины $\gamma = -0.55$ в 2014 году.

В табл. 2. представлено распределение землетрясений по магнитудам $ML_{\text{Азр}}$, а на рис. 5 приведен соответствующий график повторяемости, аппроксимированный в диапазоне магнитуд $ML_{\text{Азр}}=1-6$ уравнением:

$$\lg N = 4.67 - 0.86ML_{\text{Азр}}, R^2 = 0.998. \tag{3}$$

Таблица 2. Распределение землетрясений по локальным магнитудам $ML_{\text{Азр}}$ в оригинальном каталоге [7]

| $ML_{\text{Азр}}$ | 0.25 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | N_{Σ} | $\Sigma E, \text{ Дж}$ |
|-------------------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|------------------------|
| N | 96 | 691 | 1635 | 2055 | 1007 | 358 | 134 | 45 | 17 | 6 | 2 | 1 | 1 | 6048 | $146 \cdot 10^{11}$ |

Распределение числа землетрясений по годам и суммарная сейсмическая энергия представлены в табл. 3.

Как видно из рис. 6, ежегодно регистрируемое сетью станций Азербайджана число землетрясений всех энергетических классов на рассматриваемой территории (рис. 2) испытывало заметный рост с 2009 г. и достигло максимума в 2012–2015 гг., что отражает повышение эффективности сети сейсмических станций и снижение представительного уровня регистрации землетрясений. За весь период 1993–2015 гг. представительным в регионе является $K_p=9$, поэтому среднегодовое за 22 года число землетрясений с $K_p=9 \div 14$, $N_{\Sigma(K=9-14)}=149.9$, можно считать долговременным средним параметром сейсмического режима, как и среднегодовую выделенную энергию $E_{\Sigma}=22.68 \cdot 10^{12}$ Дж. (табл. 3). В сравнении с этими параметрами, в 2015 г. число землетрясений с $K_p=9 \div 14$ (233) и выделенная сейсмическая энергия ($E_{\Sigma}=14.6 \cdot 10^{12}$ Дж) осталась на фоновом уровне.

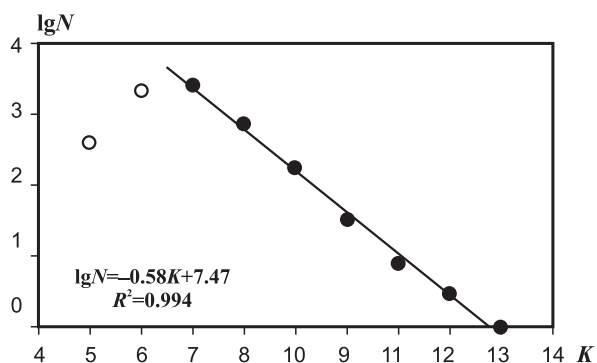


Рис. 4. График повторяемости всех землетрясений по расчетным классам K на территории Азербайджана и сопредельных государств за 2015 г.

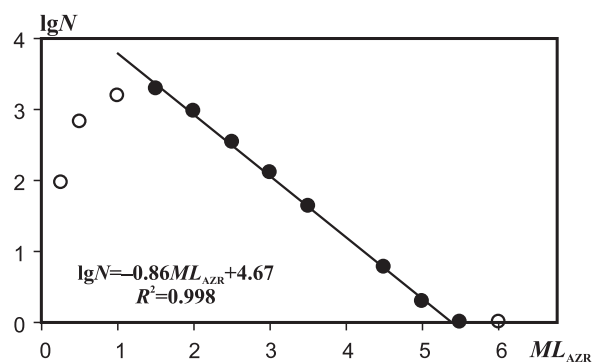


Рис. 5. График повторяемости землетрясений на территории Азербайджана и сопредельных государств за 2015 г. по магнитудам ML_{AZR}

Таблица 3. Распределение по энергетическим классам числа землетрясений N и суммарная сейсмическая энергия ΣE в 2015 г. в сравнении с аналогичными средними параметрами за период 1993–2014 гг.

| Годы | K_p, K | | | | | | | | | | N_{Σ} | $N_{\Sigma(K=9-14)}$ | $\Sigma E, 10^{12}$ Дж |
|---------------------------|----------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|------|------|--------------|----------------------|------------------------|
| | ≤ 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | | |
| N_{cp} за 1993–2014 гг. | 131.32 | 374.68 | 500.45 | 264.73 | 99.59 | 36.23 | 10.5 | 2.95 | 0.45 | 0.18 | 1421.09 | 149.9 | 22.68 |
| 2015 г. | 459 | 2298 | 2681 | 748 | 186 | 35 | 8 | 3 | 1 | – | 6419 | 233 | 14.6 |

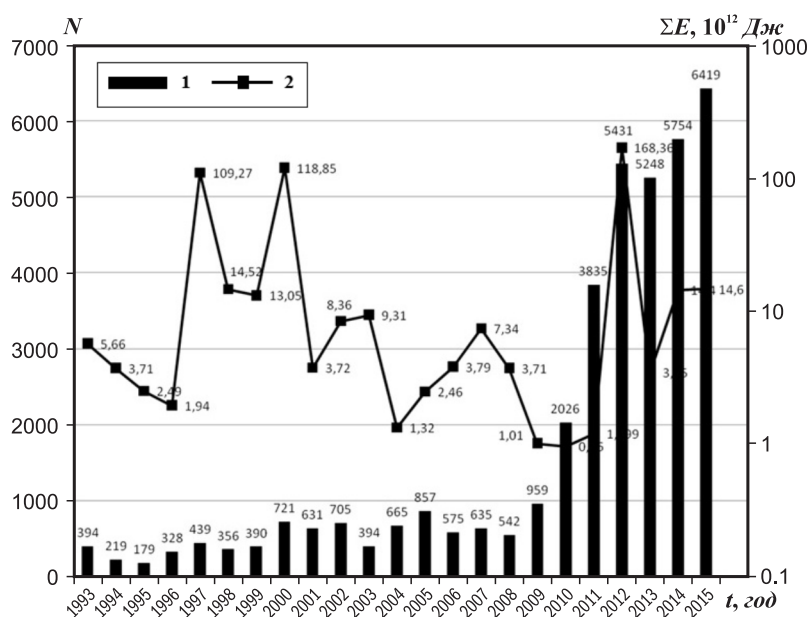


Рис. 6. Распределение числа землетрясений (1) и суммарной сейсмической энергии (2) на территории региона за период 1993–2015 гг.

Второй каталог [8] из 128 более сильных землетрясений использован для описания сейсмического процесса на территории Азербайджана в 2015 году. Границы выборки: $\varphi=38-42^\circ\text{N}$, $\lambda=44-52^\circ\text{E}$. Карта эпицентров землетрясений 2015 г. с $ML_{\text{Азр}} \geq 3$ ($K \geq 9$) изображена на рис. 7. Самым сильным на территории Республики является землетрясение, произошедшее на территории Куринской депрессии (№ 7), сопредельной с юго-восточным погружением Большого Кавказа, 4 сентября в $04^{\text{h}}49^{\text{m}}$ с $K=13$, $ML_{\text{Азр}}=5.9$ [8].

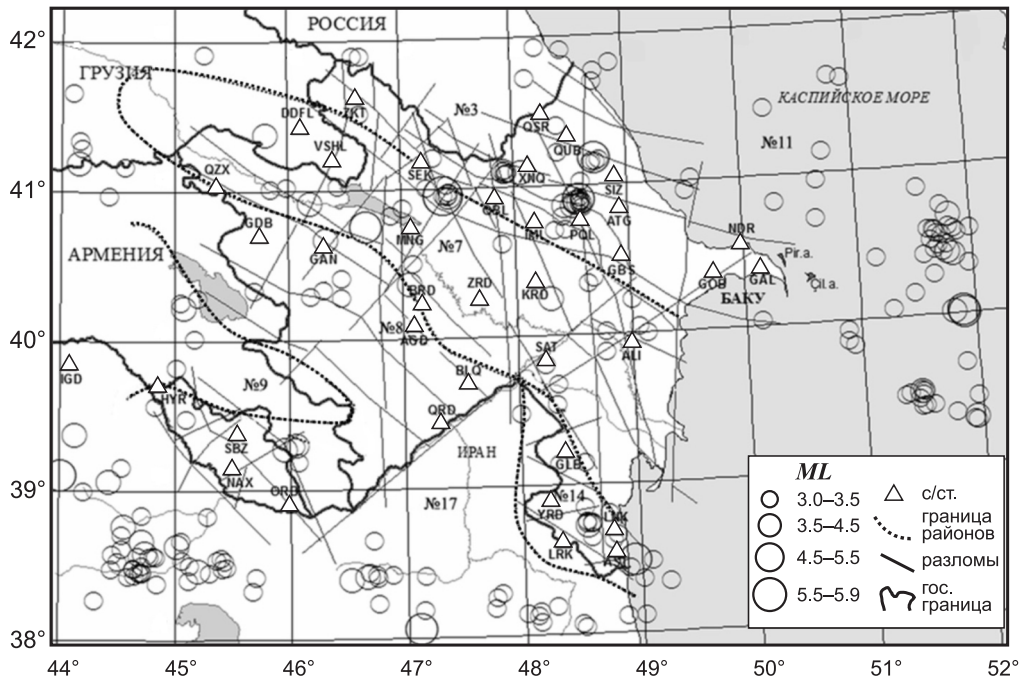


Рис. 7. Карта эпицентров 128 землетрясений Азербайджана и прилегающих территорий с $ML_{\text{Азр}} \geq 3.0$ за 2015 г.

В 2015 г. сейсмическая активность юго-восточного погружения Большого Кавказа, т.е. района Восточного Кавказа (№ 3), несколько уменьшается. Активизируется район Средне-Куринской депрессии. Всего в этом районе зарегистрировано четыре землетрясения с $K \geq 10$ и $ML_{\text{Азр}} \geq 4$: 9 февраля в $01^{\text{h}}12^{\text{m}}$ с $ML_{\text{Азр}}=4$, $K=10.3$; 23 февраля $08^{\text{h}}04^{\text{m}}$ с $ML_{\text{Азр}}=4.3$, $K=10.8$; 26 мая в $01^{\text{h}}20^{\text{m}}$ с $ML_{\text{Азр}}=4.7$, $K=11.4$; 4 сентября в $04^{\text{h}}49^{\text{m}}$ с $ML_{\text{Азр}}=5.9$, $K=13$. Событие 4 сентября ощущалось в эпицентральной зоне с интенсивностью 7 баллов и было самым сильным на рассматриваемой территории в 2015 году. Координаты гипоцентра соответствуют $\varphi=40.96^\circ\text{N}$, $\lambda=47.43^\circ\text{E}$, $h=16$ км. Землетрясение сопровождалось интенсивной афтершоковой активностью, которая продолжалась до 14 октября. Только в первые сутки произошло 35 повторных толчков. Всего зарегистрировано два форшока и 92 афтершока. Очаговая область расположена в зоне влияния Ахвайского ортогонального и Тертер-Огузского поперечного разломов (рис. 8). 13 октября в $00^{\text{h}}13^{\text{m}}$ произошел ощутимый афтершок с $ML_{\text{Азр}}=4$, $K=10.4$ и с интенсивностью в эпицентре 3 балла.

На территории Нижне-Куринской депрессии, где в 2014 г. произошло самое сильное землетрясение с $ML_{\text{Азр}}=5.7$, но был дефицит более слабых сейсмических событий с $ML_{\text{Азр}}=3-4$, в 2015 г. наблюдается фоновая сейсмичность. Зарегистрировано 11 землетрясений с $ML_{\text{Азр}} \geq 3$. Одно из них, произошедшее 9 февраля $01^{\text{h}}12^{\text{m}}$ с $ML_{\text{Азр}}=4$, $K=10.8$, ощущалось в эпицентре и Кюндамире с интенсивностью 3 балла.

В районе Шамахи-Пиргулу традиционно происходит большое количество землетрясений. Повысилась сейсмическая активность по сравнению с 2014 г., увеличилась магнитуда наблюдаемых землетрясений. Зарегистрированы три ощутимые землетрясения: 30 марта в $09^{\text{h}}54^{\text{m}}$ с $ML_{\text{Азр}}=4.1$, $K=10.5$; 3 июня в $09^{\text{h}}35^{\text{m}}$ с $ML_{\text{Азр}}=4.6$, $K=11.2$; 5 августа в $13^{\text{h}}35^{\text{m}}$ с $ML_{\text{Азр}}=3.1$, $K=9.1$. Эти толчки ощущались в эпицентре с интенсивностью $I_0=3-5$ баллов [9]. Наиболее значимым было землетрясение 3 июня с $ML_{\text{Азр}}=4.6$. Зарегистрировано два форшока и большое количество афтершоков. Самый сильный афтершок с $ML_{\text{Азр}}=3.4$ произошел в тот же день в $11^{\text{h}}07^{\text{m}}$

и ощущался с интенсивностью до 3 баллов. Очаговая область землетрясения расположена в сложном узле пересечения разломов: Дашгиль-Мудресинского продольного, Таирджалчай-Сальянского, Астара-Дербендского ортогональных и Гирдиманчайского поперечного (рис. 8). Землетрясение ощущалось в эпицентре с интенсивностью 5 баллов.

Самым сильным на территории Восточного Кавказа было землетрясение 26 января с $ML_{Aзр}=4.9$. Оно ощущалось в эпицентре с интенсивностью 5 баллов. Землетрясение сопровождалось большим количеством афтершоков – 77. Очаговая область находится в зоне влияния продольного Сиязанского разлома.

На территории северо-восточной части Малого Кавказа – сейсмичность на уровне фона. Зарегистрировано несколько землетрясений с $K \geq 9$ и $ML_{Aзр} \geq 3$. Два землетрясения были ощутимыми: 25 марта в 09^h49^m с $ML_{Aзр}=3.7$, $K=9.9$; 15 июня в 02^h00^m с $ML_{Aзр}=4.1$, $K=10.4$. Первое ощущалось в эпицентре с интенсивностью 4 балла, второе – 3 балла.

Большая плотность эпицентров землетрясений с $ML_{Aзр} < 3.0$ зарегистрирована на территории Талышской горной системы. Здесь произошло два ощутимых землетрясения с интенсивностью в эпицентре 3 и 4 балла: 19 февраля в 12^h57^m с $ML_{Aзр}=3.7$ и 12 марта в 00^h42^m с $ML_{Aзр}=4.7$. Эпицентр последнего расположен в Приталышской шельфовой зоне.

В акватории азербайджанской части Каспийского моря наблюдается сейсмическая активность на уровне 2014 года. В северной морской подзоне зафиксировано уменьшение активности, магнитуда зарегистрированных землетрясений не превышает $ML_{Aзр}=3.5$. Наибольшее сгущение эпицентров наблюдается в центральной (или средней) части Каспия. Здесь произошло самое сильное событие в акватории Каспийского моря с $ML_{Aзр}=5.4$ – 22 марта в 22^h45^m . Очаг этого землетрясения находится в центральной части Апшероно-Прибалханской складчатой системы. Продолжается повышенная сейсмичность в южной части Апшероно-Прибалханской подвижной системы.

Механизмы очагов землетрясений. В 2015 г. было построено и проанализировано семь механизмов очагов землетрясений (см. Приложение [11]). Стереодиаграммы изображены на рис. 8 на фоне сетки геологических разломов по [14, 15].

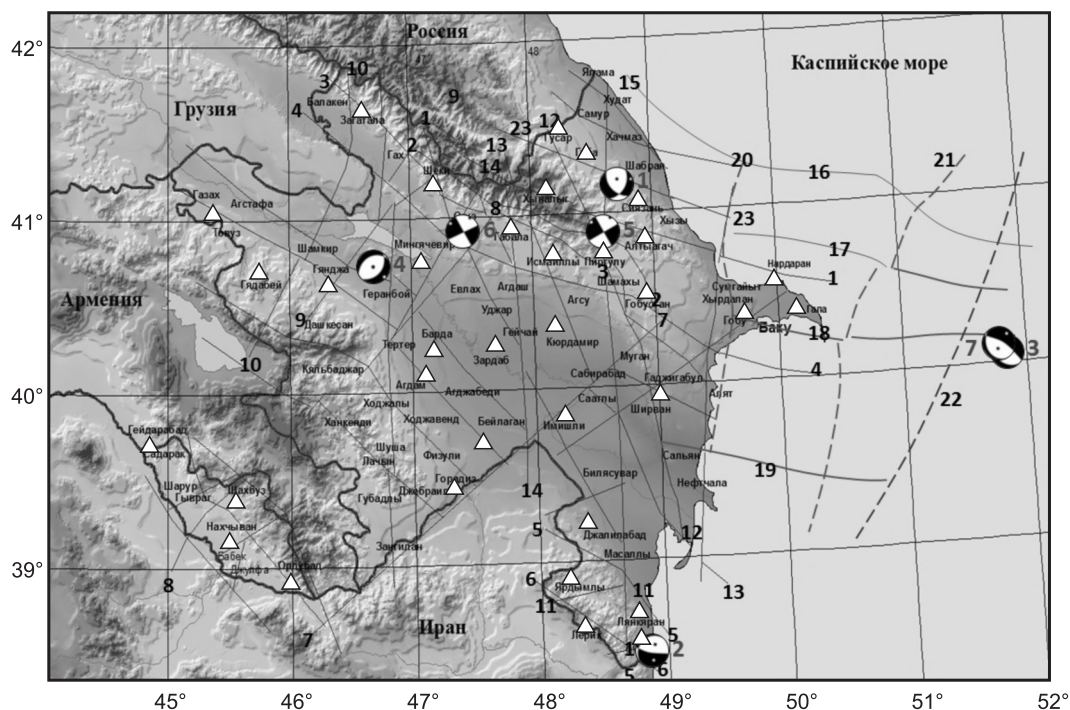


Рис. 8. Карта механизмов очагов землетрясений Азербайджана за 2015 г.

Разломы: 1-1 – Занги-Козлучайский; 2-2 – Дашгиль-Мудресинский; 3-3 – Вандамский; 4-4 Айричай-Алятский; 5-5 – Предталышский; 6-6 – Талышский; 7-7 – Пальмир-Апшеронский; 8-8 – Арпа-Самурский; 9-9 – Гянджачайский; 10-10 – Загатала-Шамкирский; 11-11 – Ярдымлинский; 12-12 – Таирджалчай-Сальянский; 13-13 – Исмаиллы-Сыгырлинский; 14-14 – Чахырлы-Габалинский; 15-15 – Астара-Дербендский; 16 – Центрально-Каспийский; 17 – Апшероно-Прибалханский; 18 – Сангачал-Огурчинский; 19 – Мильско-Чикишлярский; 20 – Яшминская флексура; 21 – Шахово-Азизбековский; 22 – Карабогаз-Сафидрудский; 23-23 – Сиязаньский по [14, 15]

26 января в 03^h30^m на северо-востоке республики в районе Губа на глубине почти 7 км произошло землетрясение с $ML_{Aзр}=4.9$ (№ 1 на рис. 8). Для данного землетрясения напряжения сжатия северо-западной ориентации ($AZM=350^\circ$) имеют промежуточное значение угла наклона ($PL=51^\circ$), а напряжения растяжения северо-восточной ориентации ($AZM=80^\circ$) – горизонтальны ($PL=0^\circ$). Тип движения по обеим крутым плоскостям ($DP_1=57^\circ$, $DP_2=57^\circ$) – сброс с небольшими элементами сдвига. Плоскость $NP1$ имеет северо-восточное простирание ($STK_1=23^\circ$), $NP2$ – юго-восточное ($STK_2=139^\circ$). Очаговая область находится в зоне влияния продольного Сиязаньского разлома (23) (рис. 8).

12 марта в 00^h42^m в южной акватории Каспийского моря на границе с Талышской горной областью произошло землетрясение с $ML_{Aзр}=4.7$ на глубине $h=49$ км (№ 2 на рис. 8). Для данного землетрясения напряжения сжатия северо-восточной ориентации ($AZM=20^\circ$) и напряжения растяжения юго-восточной ориентации ($AZM=179^\circ$), имеют наклоны $PL=53^\circ$ и $PL=35^\circ$ соответственно. Тип движения по крутой ($DP_1=81^\circ$) близширотной плоскости $NP1$ – сброс, по пологой ($DP_2=14^\circ$) плоскости юго-западного простирания $NP2$ ($STK_2=228^\circ$) – сбросо-сдвиг. Сопоставление простирания нодальных плоскостей с линиями разломов показывает согласие первой нодальной плоскости с продольным Талышским (6) глубинным разломом (рис. 8).

22 марта в 22^h45^m и 24 декабря в 22^h39^m в центральной акватории азербайджанской части Каспийского моря произошли два землетрясения с $M_{L_{Aзр}}=5.0$ и 4.6 (№ 3 и № 7 на рис. 8). Оба землетрясения приурочены к одной и той же очаговой зоне и характеризуются идентичными решениями механизма очага. В очаге действовали близгоризонтальные растягивающие напряжения ($PL_T=26^\circ$) СВ ориентации. Плоскость $NP1$ имеет юго-западное простирание ($STK_1=299^\circ$), а плоскость $NP2$ – юго-восточное ($STK_2=140^\circ$). Тип движения по обеим плоскостям ($DP_1=72^\circ$, $DP_2=19^\circ$) – сброс с элементами сдвига, простирание нодальной плоскости $NP2$ согласуется с простиранием Сангачал-Огурчинского (18) разлома (рис. 8).

26 мая в 01^h20^m на территории Куринской депрессии в районе Мингячевира произошло землетрясение с $ML_{Aзр}=4.7$. Для данного землетрясения напряжения сжатия юго-западной ориентации ($AZM=254^\circ$) близвертикальны ($PL_P=71^\circ$), напряжения растяжения юго-восточной ориентации ($AZM=137^\circ$) – близгоризонтальны ($PL_T=9^\circ$). Тип движения по обеим плоскостям ($DP_1=56^\circ$, $DP_2=39^\circ$) – сброс. Плоскость $NP1$ имеет северо-восточное простирание ($STK_1=33^\circ$), $NP2$ – юго-западное ($STK_2=246^\circ$). Очаговая область приурочена к Гянджачайскому (9) поперечному разлому (рис. 3).

3 июня в 09^h35^m в Шамахи-Исмаиллинской сейсмогенной зоне произошло землетрясение с $ML_{Aзр}=4.6$ на глубине $h=4$ км. Очаг землетрясения расположен в толще осадочных пород. Для данного землетрясения напряжения сжатия северо-западной ориентации ($AZM=18^\circ$) и напряжения растяжения северо-западной ориентации ($AZM=288^\circ$) близгоризонтальны ($PL_P=0^\circ-0^\circ$). Тип движения по обеим крутым плоскостям ($DP_1=90^\circ$, $DP_2=90^\circ$) – сдвиг. Плоскость $NP1$ имеет юго-восточное простирание ($STK_1=153^\circ$), $NP2$ – северо-восточное ($STK_2=63^\circ$). Очаговая область расположена в сложном узле пересечения разломов: продольного кавказской ориентации Дашгиль-Мудресинского (2) и ортогональных ему Таирджалчай-Сальянского (12) и Астара-Дербентского (15) (рис. 8).

4 сентября в 04^h49^m на территории Куринской депрессии, в Огузском районе произошло сильное землетрясение с $ML_{Aзр}=5.9$. Землетрясение, произошло под действием близких по величине растягивающих и сжимающих напряжений. При этом напряжения сжатия в очаге землетрясения были ориентированы в северо-восточном направлении ($AZM=18^\circ$) и действовали близгоризонтально ($PL_P=0^\circ$), а растягивающие усилия были направлены в юго-западном направлении ($AZM=288^\circ$) под углом в $PL_T=0^\circ$ к горизонту. Первая нодальная плоскость разрыва простирается в ЮВ направлении ($STK_1=153^\circ$) с падением на юго-запад под углом $DP_1=90^\circ$, вторая нодальная плоскость имеет северо-восточное простирание ($STK_2=63^\circ$) с падением на юго-восток под углом $DP_2=90^\circ$. Тип подвижки по плоскости $NP1$ – правосторонний сдвиг, по плоскости $NP2$ – левосторонний сдвиг. Сопоставление простирания нодальных плоскостей с линиями разломов показывает согласие первой нодальной плоскости с поперечным Арпа-Самурским (8) глубинным разломом (рис. 8) [16, 17].

Заключение. Подводя итоги анализа сейсмичности Азербайджана в 2015 г., можно отметить, что ее уровень по числу землетрясений, по сравнению с таковым в 2014 г., увеличился с $N_{\Sigma}=5754$ в 2014 г. до $N_{\Sigma}=6419$ в 2015 году. Этот рост отчасти связан с афтершоковыми последовательностями землетрясений 26 января, 3 июня и 4 сентября, суммарное число афтершоков в которых достигло $N=371$. При этом величина выделенной сейсмической энергии почти не изменилась: $\Sigma E=14.4 \cdot 10^{12}$ Дж в 2014 г. И $\Sigma E=14.6 \cdot 10^{12}$ Дж в 2015 году. По сравнению с долговременными параметрами сейсмического режима за 1993–2014 гг., число землетрясений за год на территории региона в 2015 г. с $K_r=9 \div 14$ ($N_{\Sigma}=233$) превысило фоновый уровень $N_{\Sigma(K=9-14)}=149.9$ в 1.6 раза, тогда как выделенная сейсмическая энергия ($\Sigma E=14.6 \cdot 10^{12}$ Дж) приблизилась к фоновому уровню за указанный период ($\Sigma E=22.7 \cdot 10^{12}$ Дж).

Л и т е р а т у р а

1. Етирмишли Г.Д. Сейсмические станции Азербайджана, работавшие на территории Азербайджана в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
2. Етирмишли Г.Д. (отв. сост.). Сейсмические станции Азербайджана в аналоговом и/или цифровом варианте, работавшие на территории Республики Азербайджан в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
3. Гасанов А.Г. Глубинное строение и сейсмичность Азербайджана в связи с прогнозом нефтегазоносности. – Баку: Элм, 2001. – С. 166–177.
4. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Аллахвердиева З.Г., Асадов Т.Б. Количественные соотношения между различными типами магнитуд землетрясений Азербайджана // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 480–487.
5. Рихтер Ч.Ф. Инструментальная шкала для магнитуд землетрясений // Слабые землетрясения. – М.: ИЛ., 1961. – С. 13–44.
6. Yetirmişli Q.C., Abdullayeva R.R., İsmayilova S.S., Kazımova S.E. Seysmoloji bölmənin 2015-cü ildə Azərbaycanın seysmoaktiv bölgələrində aparılan tədqiqatların hesabatı. – Баку: ПЦСС, 2016. – 88 с.
7. Исмаилова С.С. (отв. сост.). Каталог (оригинал) землетрясений Азербайджана ($N=6419$) в государственных границах +30 км за 2015 г. – Баку: Фонды Республиканского Центра сейсмологической службы НАН Азербайджана, 2015.
8. Исмаилова С.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Азербайджана с $M_{L_{\text{Азр}}} \geq 3.0$ в государственных границах +30 км за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
9. Гаравелиев Э.С. (отв. сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Азербайджана и прилегающих территорий в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
10. Гаравелиев Э.С. (отв. сост.), Пойгина С.Г., Бахтиярова Г.М., Лукаш Н.А. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Азербайджана за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
11. Казымова С.Э. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Азербайджана за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
12. International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
13. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2015. (2021) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2015
14. Шихалибейли Э.Ш. Геологическое строение и развитие азербайджанской части южного склона Большого Кавказа. – Баку: АН Азерб. ССР, 1956. – 218 с.
15. Кенгерли Т.Н. Особенности геолого-тектонического строения юго-восточного Кавказа и вопросы нефтегазоносности // Elmi əsərlər (Гос. Нефт. Компания Респ. Азербайджан). – 2007. – № 9. – С. 3–12.
16. Етирмишли Г.Д., Казымова С.Э., Казымов И.Э. Расчет тензора сейсмического момента землетрясений Азербайджана за период 2012–2015 гг. // Геология и геофизика. – 2019. – Т. 60, № 7. – С. 1036–1051.

17. Kazimova S.E., Ismayilova S.S. Focal parameters of the Oguz earthquake September 4, 2015 with $m_l=5.9$, Seismoprognothesis observations in the territory of Azerbaijan. – Baku, Azerbaijan: Elm Publ. – 2019. – V. 16, N 2. – P. 23–32.

SEISMICITY of AZERBAIJAN and ADJACENT TERRITORIES in 2015

G.D. Etirmishli, R.R. Abdullaeva, S.S. Ismailova, S.E. Kazimova

*Republican Center of Seismological Survey of the National Academy of Sciences of Azerbaijan
Baku, science@azeurotel.com*

Abstract. In 2015, the network of Azerbaijan seismic stations included 35 digital stations, which continued to operate unchanged. The set of parameters determined for estimating the earthquake magnitude has decreased – determination of the MPVA magnitude and K_P energy class has ceased. Only the local magnitude ML_{A3p} was measured. The total number of earthquakes recorded by the Azerbaijan network of stations in 2015 amounted to 6419, however, only 128 of them with $ML_{A3p} \geq 3.0$ are given in the catalogue of earthquakes of Azerbaijan published in the Appendix to this article. Seismic activity in the study area remained unchanged. The released seismic energy changed insignificantly compared to its value in 2014 and was close to the background level for the period 1993–2014. The increase in the number of earthquakes of the representative level ($K \geq 8.6$, $ML_{A3p} \geq 2.8$) in comparison with the long-term average annual value is due to aftershocks of earthquakes on January 26 with $ML_{A3p}=4.9$, June 3 with $ML_{A3p}=4.6$, and September 4 with $ML_{A3p}=5.9$. The 2015 most significant seismic event on the territory of the Republic was the earthquake on September 4 with $ML_{A3p}=5.9$ and seismic intensity at the epicenter of $I_0=7$.

Key words: epicenter, background seismicity, seismic calm, recurrence graph, focal mechanism.

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.04

For citation: Etirmishli, G.D., Abdullaeva, R.R., Ismailova, S.S., & Kazimova, S.E. (2021). [Seismicity of Azerbaijan and adjacent territories in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 50–59. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.04

R e f e r e n c e s

1. Yetirmishli, G.D. (2020). [Seismic stations of Azerbaijan, operating on the territory of Azerbaijan in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
2. Yetirmishli, G.D. (2021). [Seismic stations of Azerbaijan in analog and/or digital version, working on the territory of the Republic of Azerbaijan in 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.).
3. Hasanov, A.G. (2001). *Glubinnoe stroenie i seismichnost' Azerbaidzhana v sviazi s prognozom neftegazonosnosti* [The deep structure and seismicity of Azerbaijan in connection with the prognosis of oil and gas potential]. Baku, Azerbaijan: Elm Publ. (In Russ.).
4. Yetirmishli, G.D., Abdullayeva, R.R., Allahverdiyeva, Z.G., & Asadov, T.B. (2014). [Quantitative connections between different types of magnitudes of earthquakes in Azerbaijan]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2008 godu* [Earthquakes of Northern Eurasia, 2008] (pp. 480–487). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
5. Richter, C. (1961). [Instrumental scale for earthquake magnitudes]. In *Slabye zemletriaseniia* [Weak earthquakes] (pp. 13–44). Moscow, Russia: IL Publ. (In Russ.).
6. Yetirmishli, G.D., Abdullayeva, R.R., Ismayilova, S.S., & Kazimova, S.E. (2015). [Report of the Seismology department on research conducted in 2014 in seismically active regions of Azerbaijan]. Baku, Azerbaijan: RSSC, 88 p. (In Azerb.).
7. Ismayilova, S.S. (resp. comp.). (2015). [Azerbaijan earthquake catalog (original) of Azerbaijan ($N=6419$) within state borders +30 km for 2015]. Baku, Azerbaijan: Funds of Republican Seismic Survey Center of the Azerbaijan NAS.
8. Ismayilova, S.S. (2021). [Azerbaijan earthquake catalog of Azerbaijan with $ML_{A3p} \geq 3.0$ within state borders +30 km for 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes of Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
9. Garaveliyev, E.S. (2021). [Macroseismic effect of tangible earthquakes in settlements of Azerbaijan and adjacent territories in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes of Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).

10. Garaveliyev, E.S. (resp. comp.), Poygina, S.G., Bakhtiarova, G.M., & Lukash, N.A. (2021). [Information about points for which there is data on macroseismic manifestations of tangible earthquakes of Azerbaijan for 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes of Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
11. Kazimova, S.E. (resp. comp.). (2021). [Catalog of focal mechanisms of earthquakes of Azerbaijan for 2015] *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes of Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
12. International Seismological Centre. (2021). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
13. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations, 2015. (2021). Retrieved from ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2015
14. Shikhalibeyli, E.Sh. (1956). Geological structure and development of the Azerbaijani part of the southern slope of the Greater Caucasus. Baku, Azerbaijan: AS Azerbaijan. SSR., 218 p.
15. Kengerli, T.N. (2007). [Features of the geological and tectonic structure of the south-eastern Caucasus and oil and gas issues]. *Elmi əsərlər* [Scientific articles. (State Oil Company of the Republic of Azerbaijan)], 9, 3–12. (In Azerb.).
16. Yetirmishli, G.D., Kazimova, S.E., & Kazimov, I.E. (2019). Calculation of the tensor of the seismic moment of earthquakes in Azerbaijan for the period 2012–2015. *Geologiya i geofizika* [Geology and Geophysics], 60(7), 1036–1051.
17. Kazimova, S.E., & Ismayilova, S.S. (2019). Focal parameters of the Oguz earthquake September 4, 2015 with $m_l=5.9$. In *Seismoprognosis observations in the territory of Azerbaijan*. Baku, Azerbaijan: Elm Publ., 16(2), 23–32.