

КАВКАЗ:

УДК 550.348. (479.25)

СЕЙСМИЧНОСТЬ АЗЕРБАЙДЖАНА и ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ в 2021 году

Г.Д. Етирмишли, С.С. Исмаилова, С.Э. Казымова, Ш.К. Исламова

Республиканский Центр Сейсмологической Службы НАН Азербайджана
г. Баку, Азербайджан, science@azeurotel.com

Аннотация. В 2021 г. сеть сейсмических станций Азербайджана продолжала работать без изменений и состояла из 35 цифровых станций. Для локализации эпицентров землетрясений привлекались также записи трех грузинских и двух турецких станций. Оценка величины землетрясения производилась с помощью локальной магнитуды $M_{L\text{Azp}}$. Число землетрясений, зарегистрированных в 2021 г. в расширенных границах территории «Азербайджан» ($\varphi=38^\circ\text{--}42^\circ\text{N}$, $\lambda=44.5^\circ\text{--}52^\circ\text{E}$), составило 6071, а в каталог, публикуемый в приложении к данной статье с магнитудного уровня $M_{L\text{Azp}}\geq 3.0$, включено 138 землетрясений. Выделенная на указанной территории сейсмическая энергия ($\Sigma E=6.2\cdot 10^{12}$ Дж) уменьшилась в 3.9 раза по сравнению с $\Sigma E=2.4\cdot 10^{13}$ Дж в 2020 г., при относительно небольшом уменьшении числа землетрясений ($N=6071$ по сравнению с $N=6619$ в 2020 г.). Самым значительным землетрясением непосредственно на территории республики в 2021 г. было событие 20 ноября в $12^{\text{h}}46^{\text{m}}$ с $M_{L\text{Azp}}=5.1$, $M_{W\text{GCMT}}=5.0$ и интенсивностью в эпицентре $I_0=5$ баллов, которое в ближайших населенных пунктах Шамахи и Агсу вызвало 5-балльные сотрясения. На всей рассматриваемой территории максимальным было Шоржинское землетрясение 5 февраля 2021 г. в $15^{\text{h}}36^{\text{m}}$ с $M_{L\text{Azp}}=5.5$, локализованное на территории Армении вблизи армяно-азербайджанской границы и ощущавшееся в приграничных районах Азербайджана с интенсивностью 3–4 балла.

Ключевые слова: эпицентр, сейсмичность, график повторяемости.

Для цитирования: Етирмишли Г.Д., Исмаилова С.С., Казымова С.Э., Исламова Ш.К. Сейсмичность Азербайджана и прилегающих территорий в 2021 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – С. 52–60. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.04> EDN: BHRRBE

Введение. Повышенная сейсмичность на территории «Азербайджан», включающей эту республику и прилегающие участки соседних стран в границах: $\varphi=38^\circ\text{--}42^\circ$, $\lambda=44.5^\circ\text{--}52^\circ$, – связана с сеймотектоническими деформациями в крупных тектонических структурах – юго-восточном погружении Большого Кавказа, Куринской депрессии, северо-восточном склоне Малого Кавказа, Тальше, в акватории Каспийского моря. Мониторинг сейсмичности указанной территории осуществлялся в 2021 г., как и ранее, Республиканским Центром Сейсмологической Службы НАН Азербайджана (РЦСС НАНА).

Сеть сейсмических станций в 2021 г. [1], как и в предыдущие три года [2, 3], включала 35 цифровых станций РЦСС НАНА. К обработке записей землетрясений привлекались также данные трех грузинских (BGD, DDFL, VSHL) и двух турецких (IGD, Nakkart) станций. Аппаратурное оснащение станций РЦСС НАНА приведено в [1]. Согласно [3], землетрясения с $K_{\text{min}}=7$ и выше представительны на большей части территории республики, включая шельфовую зону Каспийского моря. На остальной части Каспия и прилегающих к Азербайджану территориях соседних стран без пропусков могут регистрироваться толчки с $K_p\geq 8$.

Методика обработки землетрясений в 2021 г. осталась без изменений. Для локации землетрясений использовалась программа dbloc2 из математического обеспечения Antelope Real-Time System, v. 5.6, с применением осредненной скоростной модели глубинного геологического строения Азербайджана [4]. Значения энергетических классов K_p , приведенные в каталогах [6, 7], пересчитаны из локальных магнитуд по формуле:

$$K_p=4.77+1.39 M_{L\text{Azp}} \text{ при } M_{L\text{Azp}}=0\text{--}6.0, \quad (1)$$

где K_p – расчетный энергетический класс по шкале Т. Г. Раутиан [5].

Каталоги землетрясений. Выборка из оригинального каталога землетрясений за 2021 г. [6] в границах территории «Азербайджан» ($\varphi=38^\circ\text{--}42^\circ$, $\lambda=44.5^\circ\text{--}52^\circ$) содержит 6071 землетрясение с $M_{L\text{Azp}}=0.0\text{--}5.5$, $K_p=3.8\text{--}12.4$, что гораздо меньше, чем $N=6619$ в 2020 г. Выделенная энергия

землетрясений этой выборки составила $\Sigma E=6.02 \cdot 10^{12}$ Дж, уменьшившись в 39 раз по сравнению с $\Sigma E=2.4 \cdot 10^{13}$ Дж в 2020 г.

В усеченном каталоге землетрясений Азербайджана, публикуемом в приложении к данной статье [7], содержатся 138 землетрясений в этих же границах, но с магнитудой $M_{L \text{ Азр}} \geq 3.0$ ($M_{L \text{ Азр}}=3.0-5.5$, $K_p=9.0-12.4$).

Оба каталога использованы в данной статье, но для разных целей. Выборка из оригинального каталога [6] послужила основой для построения карты эпицентров всех зарегистрированных в 2021 г. землетрясений с $K_p \geq 3.8$ (рис. 1), а также графиков распределения количества землетрясений по месяцам, расчетным классам K_p и др. Усеченный каталог [7] использован для построения карты эпицентров более сильных ($K_p \geq 9.0$) землетрясений и описания на его основе наиболее заметных сейсмических событий на территории «Азербайджан».

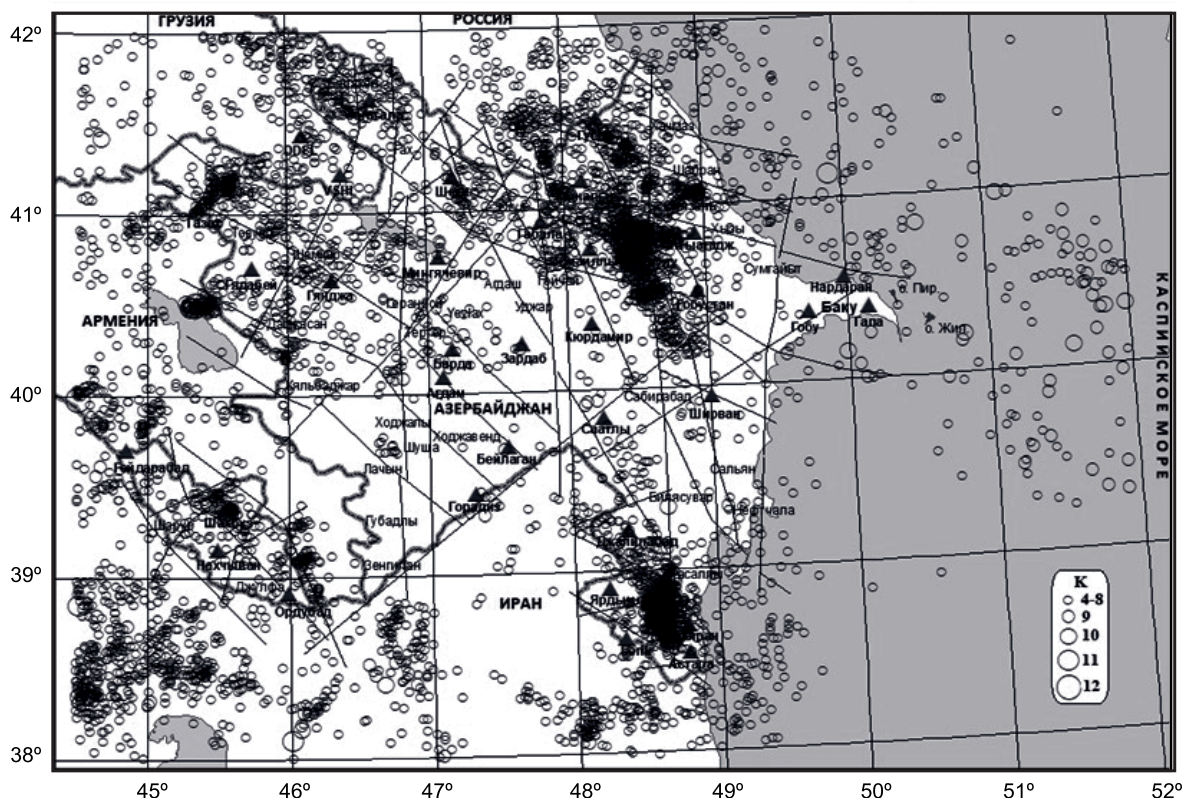


Рис. 1. Карта эпицентров всех зарегистрированных в 2021 г. землетрясений на территории «Азербайджан»

Статистический анализ данных. Непосредственно в государственных границах Азербайджана в 2021 г. произошло 4173 землетрясения с максимальной магнитудой $M_{L \text{ Азр}}=5.1$, при этом суммарная выделившаяся сейсмическая энергия составила $\Sigma E=14.3 \cdot 10^{11}$ Дж.

На рис. 2 показан график распределения по месяцам 2021 г. числа и выделенной энергии всех землетрясений в зоне ответственности ($\varphi=38.0-42.0^\circ$, $\lambda=44.5-52.0^\circ$), показанных на рис. 1. Значения сейсмической энергии были максимальными в феврале и ноябре.

Повышенный уровень выделенной в феврале сейсмической энергии связан с возникновением 5 февраля в 15^h36^m на территории Армении, вблизи армяно-азербайджанской границы, в районе оз. Гейча землетрясения с магнитудой $M_{L \text{ Азр}}=5.5$ ($M_{SISC}=4.3$, $M_{GCMT}=5.2$, $K_{расч}=12.4$). Более подробная информация об этом землетрясении приведена в [8].

Повышенное ноябрьское значение энергии связано с землетрясением с магнитудой $M_{L \text{ Азр}}=5.1$, произошедшим 20 ноября в 12^h46^m в Шамахинском районе Азербайджана.

Довольно большое количество сейсмической энергии, выделившейся в январе, связано с возникновением землетрясений с магнитудой $M_{L \text{ Азр}} \leq 4.8$ в Каспийском море и в Дагестане. Так, 2 января в 01^h05^m на территории Дагестана произошло землетрясение с $M_{L \text{ Азр}}=4.8$, ощущавшееся с интенсивностью до 3–4 баллов в приграничных районах Азербайджана. Его последствия описаны в специальной статье, посвященной сильным землетрясениям Дагестана [9].

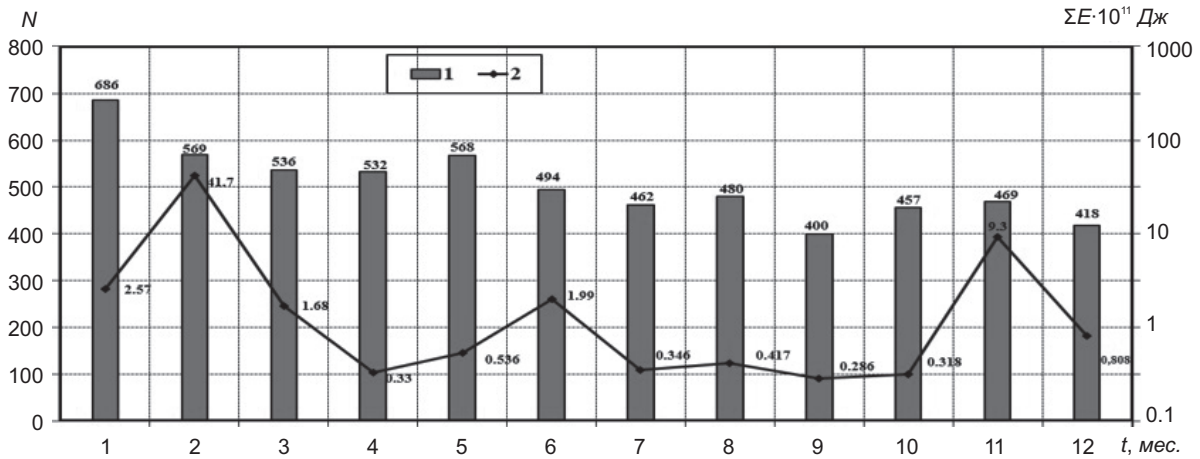


Рис. 2. Помесячные значения числа землетрясений (1) и их суммарной энергии (2) в зоне ответственности ($\varphi=38.0-42.0^\circ$, $\lambda=44.5-52.0^\circ$) в 2021 г.

Анализ ежегодных значений количества и суммарной сейсмической энергии землетрясений в государственных границах Азербайджана за последние 12 лет (рис. 3) показал, что эти параметры ведут себя асинхронно во времени: рост числа землетрясений не всегда соответствует росту энергии. Число землетрясений N в период 2010–2014 гг. росло в связи с введением новых станций, стабилизировавшись в 2015–2017 гг. В последующие два года наблюдалось увеличение числа землетрясений до максимального значения в 2019 г. за весь анализируемый период, при снижении выделяемой сейсмической энергии. В 2020 и 2021 гг. годовые значения числа землетрясений и выделившейся сейсмической энергии были близки между собой и минимальными за период 2015–2021 гг.

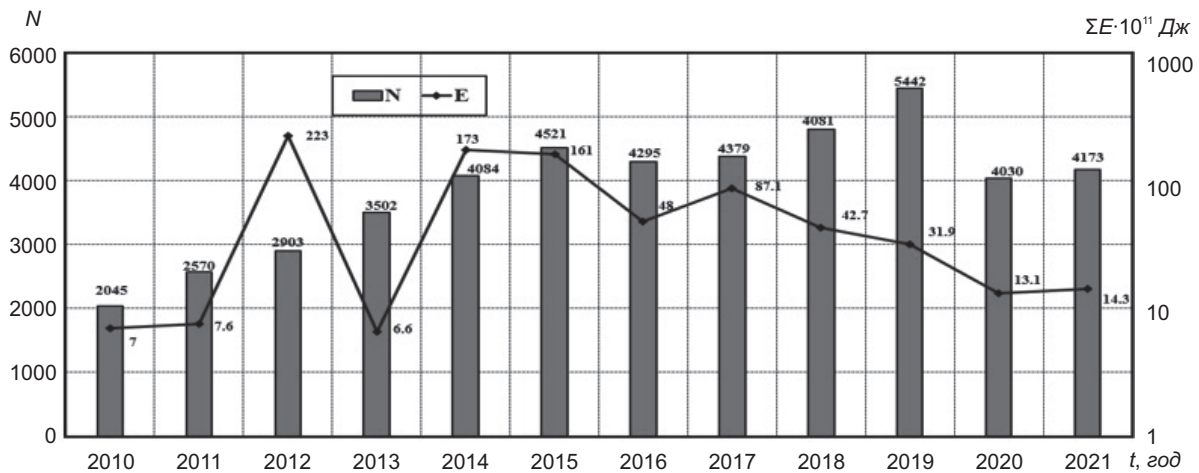


Рис. 3. Распределение годовых чисел зарегистрированных в государственных границах Азербайджана землетрясений (1) и их суммарной сейсмической энергии (2) за период 2010–2021 гг.

В табл. 1 показано распределение в 2021 г. числа землетрясений в зоне ответственности ($\varphi=38.0-42.0^\circ$, $\lambda=44.5-52.0^\circ$) по энергетическим классам, а в табл. 2 – по магнитудам $M_{L, \text{Азр}}$. На рис. 4 приведен соответствующий график повторяемости $\lg N(M_{L, \text{Азр}})$.

Таблица 1. Распределение в 2021 г. числа N землетрясений в границах зоны ответственности ($\varphi=38.0-42.0^\circ$, $\lambda=44.5-52.0^\circ$), по энергетическим классам K_p

K_p	5	6	7	8	9	10	11	12	N_Σ
N	849	2374	2026	610	165	37	7	3	6071

Таблица 2. Распределение землетрясений зоны ответственности по локальным магнитудам $M_{L\text{Азр}}$ в 2021 г.

$M_{L\text{Азр}}$	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5.0	5.5	N_{Σ}	$\Sigma E, 10^{12} \text{ Дж}$
N_{2021}	429	444	1507	1872	1097	439	187	57	23	5	3	1	6071	6.02

График повторяемости (рис. 4) в диапазоне магнитуд $M_{L\text{Азр}}=1.5-5.5$ аппроксимирован следующим уравнением:

$$\lg N = -0.853 \cdot M_{L\text{Азр}} + 4.708, R^2 = 0.993. \quad (2)$$

Согласно графику на рис. 4, для каталога землетрясений территории «Азербайджан» в 2021 г. представительной является магнитуда $M_{L\text{Азр}}=1.5$. В 2021 г. наклон графика $\gamma = -0.85$ значительно выше по сравнению с таковым в 2020 г. ($\gamma = -0.75$).

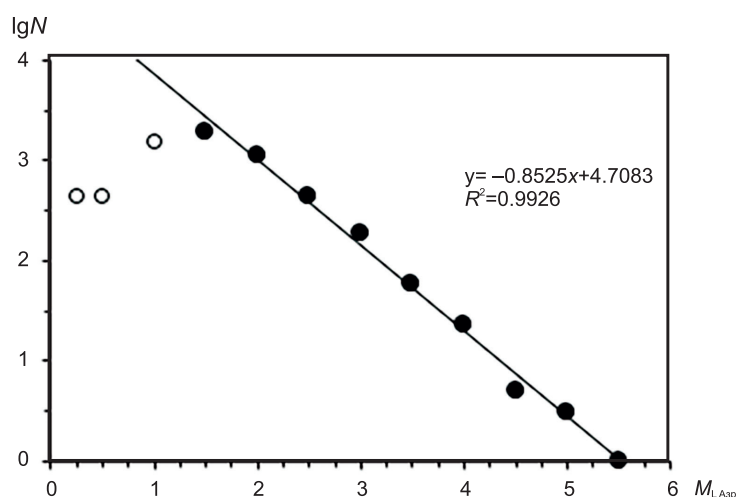


Рис. 4. График повторяемости локальных магнитуд $M_{L\text{Азр}}$ землетрясений на территории Азербайджана и сопредельных государств в 2021 г.

Сильные и ощутимые землетрясения. Карта эпицентров землетрясений 2021 г. с $M_{L\text{Азр}} \geq 3$ ($K_p \geq 9$) изображена на рис. 5 на фоне схемы разломов.

Значительным сейсмическим событием на территории республики в 2021 г. было землетрясение 20 ноября в 12^h46^m, $\varphi=40.65^\circ$, $\lambda=48.52^\circ$, $h=41 \text{ км}$, с магнитудой $M_{L\text{Азр}}=5.1$, произошедшее в Шамахинском районе. Землетрясение ощущалось в эпицентре с интенсивностью $I_0=5$ баллов, а в прилегающих районах – 4–3 балла: Шамахи, Агсу – 5 баллов; Шеки, Девечи, Гейчай – 4 балла; Габала, Губа, Саатлы, Ширван, Агдаш, Хачмаз, Сумгаит, Баку – 3 балла.

Землетрясение 5 февраля в 15^h36^m с $M_{L\text{Азр}}=5.5$, произошедшее на территории Армении, вблизи армяно-азербайджанской границы, ощущалось в гг. Газахе, Товузе, Кедабеке, Гяндже, расположенных в приграничных районах Азербайджана, с интенсивностью $I_1=4-5$ баллов; в других районах сотрясения не превышали 3–4 баллов.

Землетрясение 23 января в 13^h22^m, $\varphi=39.43^\circ$, $\lambda=45.38^\circ$, $h=3 \text{ км}$, $M_{L\text{Азр}}=4.2$ в Шахбузском районе ощущалось в эпицентре с интенсивностью 5 баллов, а в прилегающих районах – 3–4 балла.

Землетрясение 28 января в 17^h06^m, $\varphi=41.15^\circ$, $\lambda=49.92^\circ$, $h=60 \text{ км}$, $M_{L\text{Азр}}=4.5$ в Каспийском море ощущалось в гг. Сиазане, Хызы и Сумгаите с интенсивностью 3 балла.

Механизмы очагов. В 2021 г. были построены и проанализированы механизмы очагов шести землетрясений [10], одно из которых, Шоржинское 5 февраля [8], произошло на территории Республики Армении (рис. 6).

Параметры механизмов очагов землетрясений, представленные в каталоге [10], определялись с помощью алгоритма программы FPFIT с использованием знаков первых вступлений P -волн.

23 января в 13^h22^m на территории Нахичеванской Автономной Республики зарегистрировано землетрясение с магнитудой $M_{L\text{Азр}}=4.2$ на небольшой глубине $h=3 \text{ км}$. Эпицентр приурочен к левостороннему Арпа-Самурскому разлому, ориентированному на северо-восток (рис. 6). Согласно решению механизма очага (рис. 7), напряжения сжатия и растяжения близки, оси сжатия и растяжения близгоризонтальны ($PL_P=17^\circ$, $PL_T=17^\circ$). Первая плоскость разрыва $NP1$ западного простирания ($AZM=270$) имеет вертикальное падение $DP1=90^\circ$, вторая плоскость $NP2$ северного

простираения также имеет крутое падение ($DP_2=66^\circ$). Тип подвижки по первой плоскости – правосторонний сдвиг, по второй – левосторонний сдвиг.

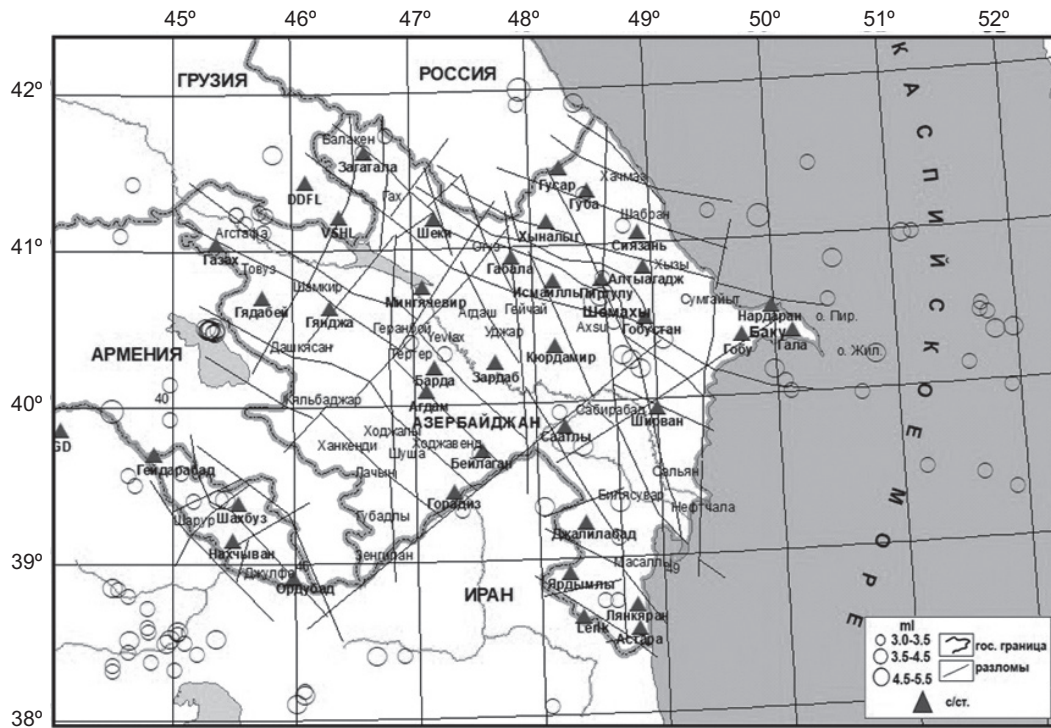


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Азербайджана и прилегающих территорий с $M_{L, \text{Азр}} \geq 3.0$ за 2021 г.

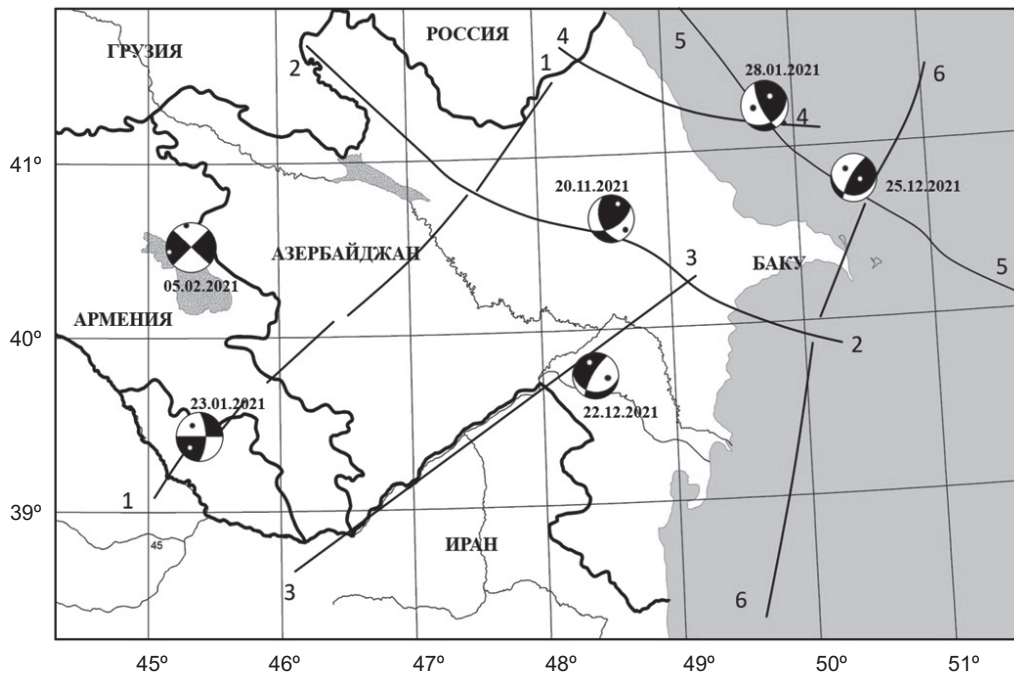


Рис. 6. Механизмы очагов землетрясений, произошедших в 2021 г., в сопоставлении со схемой разломов [11, 12]

Разломы: 1 – Арпа-Самурский, 2 – Алазан-Айричайский, 3 – Пальмир-Апшеронский, 4 – Сиязанский, 5 – Махачкала-Красноводский, 6 – Шахово-Азизбековский.

28 января в 17^h06^m в северной части Каспийского моря было зафиксировано землетрясение с магнитудой $M_{L\text{Азр}}=4.5$. Землетрясение имело значительную глубину – $h=60$ км. Движение в очаге возникло в условиях преобладания сжатия: ось напряжений сжатия близгоризонтальна ($PL_p=34^\circ$) и ориентирована в западном направлении ($AZM=269^\circ$), тогда как ось напряжений растяжения близвертикальна ($PL_T=50^\circ$) и ориентирована в северо-восточном направлении ($AZM=52^\circ$). Тип движения по первой крутой ($DP1=81^\circ$) плоскости юг–юго-восточного простирания ($STK1=163^\circ$) – взброс ($SLIP1=71^\circ$). По второй пологой ($DP2=21^\circ$) плоскости – правосторонний сдвиг с элементами надвига ($SLIP2=155^\circ$). Сопоставление простирания нодальных плоскостей с линиями разломов указывает на согласие первой нодальной плоскости $NP1$ с Махачкала-Красноводским поперечными разломом (рис. 6).

25 декабря к северо-востоку от Апшеронского полуострова, на пересечении Сиязаньского и Шахово-Азизбековского разломов произошло землетрясение с магнитудой $M_{L\text{Азр}}=3.9$. Движение в очаге возникло в условиях сжатия: ось напряжений сжатия близгоризонтальна ($PL_p=33^\circ$) и ориентирована в северо-западном направлении ($AZM=314^\circ$), тогда как ось напряжений растяжения близвертикальна и близмеридиональна ($PL_T=49^\circ$, $AZM=94^\circ$) (рис. 6). Подвижка в очаге по первой крутой ($DP1=82^\circ$) плоскости $NP1$ юг-юго-западного простирания ($STK1=207^\circ$) – взброс ($SLIP1=69^\circ$), по второй пологой ($DP2=22^\circ$) плоскости $NP2$ меридионального простирания ($STK1=95^\circ$) – правосторонний сдвиг с элементами надвига ($SLIP2=157^\circ$). Простирание нодальной плоскости $NP1$ совпадает с ориентацией Шахово-Азизбековского разлома.

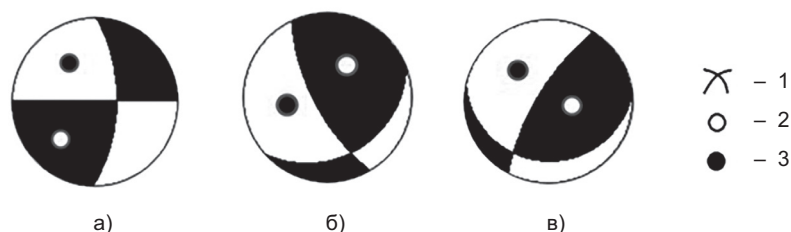


Рис. 7. Диаграммы механизмов очагов землетрясений 23 января 2021 г. с $M_{L\text{Азр}}=4.2$ (а), 28 января 2021 г. с $M_{L\text{Азр}}=4.5$ (б) и 25 декабря 2021 г. с $M_{L\text{Азр}}=3.9$

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

Механизм очага землетрясения, произошедшего на территории Армении 5 февраля в 15^h36^m с $M_{L\text{Азр}}=5.5$, характеризовался горизонтальными напряжениями сжатия и растяжения ($PL_p=0^\circ$, $PL_T=0^\circ$). Тип движения по обеим крутым ($DP1=DP2=90^\circ$) плоскостям юго-восточного ($STK1=126^\circ$) и северо-восточного простирания ($STK1=56^\circ$) – чистый сдвиг (рис. 8). Это решение совпадает с решениями ряда других агентств, приведенными в статье, посвященной Шоржинскому землетрясению [8], где показано, что это событие приурочено к Памбак-Севан-Суникскому разлому общекавказского простирания, по которому и произошел правосторонний сдвиг. В решении на рис. 8 с ориентацией Памбак-Севан-Суникского разлома совпадает простирание нодальной плоскости $NP1$ ($STK1=126^\circ$), что позволяет выделять ее в качестве действующей.



Рис. 8. Диаграмма механизма очага землетрясения 5 февраля 2021 г. с $M_{L\text{Азр}}=5.5$

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

Как и в предыдущие годы, высокой сейсмической активностью характеризовался Шамахинский район, где 20 ноября в 12^h46^m произошло ощутимое землетрясение с магнитудой $M_{L\text{Азр}}=5.1$. Главные тектонические напряжения в очаге соответствуют близгоризонтальному сжатию и растяжению ($PL_p=17$, $PL_T=36$) (рис. 9 а). Подвижка по обеим крутым плоскостям – сдвиг с элементами

взброса. Сопоставление положения эпицентра и ориентации нодальных плоскостей ($STK1=67^\circ$, $STK2=167^\circ$) механизма очага со схемой разломов на рис. 6 показывает принадлежность землетрясения 20 ноября к зоне влияния продольного Алазан-Айричайского разлома [12], однако простираание обеих нодальных плоскостей является секущим относительно ориентации этого разлома. Данное землетрясение также представлено в глобальном каталоге центроидных моментных тензоров землетрясений (GCMТ) (рис. 10). По данным GCMТ, координаты землетрясения были определены как: $\varphi=40.75^\circ\text{N}$, $\lambda=48.63^\circ\text{E}$, а глубина $h=36.7$ км. Моментная магнитуда $M_w=5.0$, магнитуда по поверхностным волнам $M_s=5.0$, скалярный сейсмический момент $M_0=3.78 \cdot 10^{23}$ дин·см. Простираание первой нодальной плоскости $NP1$ – северо-восточное ($STK1=58^\circ$), второй плоскости $NP2$ – юго-восточное ($STK2=151^\circ$). Угол наклона по обеим плоскостям $DP=78^\circ$. Смещение по $NP1$ – $SLIP1=168^\circ$, по $NP2$ – $SLIP2=13^\circ$, т.е. правосторонний сдвиг по $NP1$ и левосторонний – по $NP2$. Сопоставление ориентации нодальных плоскостей механизма очага по данным GCMТ (рис. 10) со схемой разломов на рис. 6 показывает лучшее совпадение второй нодальной плоскости с ориентацией Алазан-Айричайского разлома.

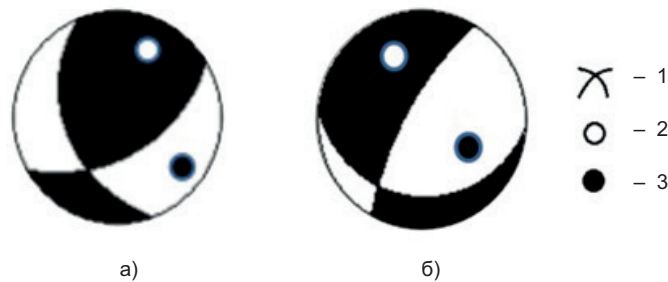


Рис. 9. Диаграммы механизмов очагов землетрясений 20 ноября 2021 г. с $M_{L\text{Азр}}=5.1$ (а) и 22 декабря 2021 г. с $M_{L\text{Азр}}=3.7$ (б)

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



Рис. 10. Диаграмма механизма очага землетрясения 20 ноября 2021 г. с $M_w=5.0$ по данным GCMТ

Последние несколько лет наблюдается активизация на территории Нижнекуруинской впадины. 22 декабря в 04^h09^m на территории Саатлинского района произошло землетрясение с магнитудой $M_{L\text{Азр}}=3.7$. В очаге данного землетрясения, согласно решению механизма (рис. 9 б), возникло движение в условиях растяжения ($PL_T=33^\circ$, $AZM=314^\circ$). Подвижка в очаге по первой крутой плоскости – сброс, по второй – пологий сдвиг с элементами сброса ($SLIP1=-111^\circ$, $SLIP2=-23^\circ$). Юг–юго-западное простираание плоскости $NP1$ ($STK1=207^\circ$) близко к ориентации Пальмир-Апшеронского поперечного разлома (рис. 6).

Заключение. Таким образом, в 2021 г. непосредственно в границах Азербайджана произошло 4173 землетрясения с максимальной магнитудой $M_{L\text{Азр}}=5.1$, при этом суммарная выделявшаяся сейсмическая энергия составила $\Sigma E=14.1 \cdot 10^{11}$ Дж.

Число землетрясений, зарегистрированных в 2021 г. в расширенных границах территории «Азербайджан» ($\varphi=38^\circ-42^\circ\text{N}$, $\lambda=44.5^\circ-52^\circ\text{E}$), составило 6071, что немного ниже аналогичной цифры за 2020 г. ($N=6619$). Выделенная на указанной территории сейсмическая энергия ($\Sigma E=6.2 \cdot 10^{12}$ Дж) уменьшилась в 3.9 раза по сравнению с $\Sigma E=2.4 \cdot 10^{13}$ Дж в 2020 г.

Самым заметным землетрясением непосредственно на территории Республики Азербайджан в 2021 г. было событие 20 ноября в 12^h46^m с $M_{L\text{Азр}}=5.1$, $M_{w\text{GCMТ}}=5.0$, $I_0=5$ баллов, которое в ближайших населенных пунктах, Шамахи и Агсу, вызвало 5-балльные сотрясения. Что касается расширенной территории «Азербайджан», максимальным было Шоржинское землетрясение 5 февраля 2021 г. в 15^h36^m с $M_{L\text{Азр}}=5.5$, локализованное на территории Армении вблизи армяно-азербайджанской границы и ощущавшееся в приграничных районах Азербайджана с интенсивностью 3–4 балла.

Л и т е р а т у р а

1. Исмаилова С.С. Сейсмические станции Азербайджана в цифровом варианте, работающие на территории Азербайджана в 2021 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html>
2. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э. Сейсмичность Азербайджана и прилегающих территорий в 2020 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – С. 52–59. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.04> EDN: DENDGF
3. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э. Сейсмичность Азербайджана и прилегающих территорий в 2018–2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2023. – Вып. 26 (2018–2019 гг.). – С. 56–66. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.04> EDN: ZBPILM
4. Гасанов А.Г. Глубинное строение и сейсмичность Азербайджана в связи с прогнозом нефтегазоносности. – Баку: Элм, 2001 г. – С. 166–177.
5. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности (Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176)). – М.: ИФЗ АН СССР. – С. 75–114.
6. Исмаилова С.С. Каталог (оригинал) землетрясений Азербайджана ($N=6880$) в государственных границах +30 км за 2021 г. – Баку: Фонды Республиканского Центра сейсмологической службы НАН Азербайджана, 2021.
7. Исмаилова С.С. Каталог землетрясений Азербайджана с $M_{L\text{Azr}} \geq 3.0$ за 2021 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html>
8. Саргсян Г.В., Маргарян С.С., Абгарян Г.Р., Геворгян А.А., Петрова Н.В. Шоржинское землетрясение 5 февраля 2021 г. с $M_L=4.7$, $I_0=6-7$ // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – С. 291–299. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.27> EDN: ULMOGF
9. Адилев З.А., Асанов О.А., Магомедов Х.Д. Ощутимые землетрясения Дагестана в 2021 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – С. 248–258. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.23> EDN: SHJBЕК
10. Казымова С.Э. Каталог механизмов очагов землетрясений Азербайджана за 2021 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2025. – Вып. 28 (2021). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html>
11. Шихалибеيلي Э.Ш. Некоторые проблемные вопросы геологического строения и тектоники Азербайджана. – Баку: Элм, 1996. – 215 с.
12. Кенгерли Т.Н. Особенности геолого-тектонического строения юго-восточного Кавказа и вопросы нефтегазоносности. *Elmi əsərlər*, № 9 // Гос. Нефть. Компания Респ. Азербайджан. – 2007. – С. 3–12.

SEISMICITY of AZERBAIJAN and ADJACENT TERRITORIES in 2021

G.D. Etirmishli, S.S. Ismailova, S.E. Kazimova, Sh.K. Islamova

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

Abstract. In 2021, the network of seismic stations in Azerbaijan continued to operate without changes and consisted of 35 digital stations. Recordings from three Georgian and two Turkish stations were also used in the processing. To estimate the magnitude of earthquakes, the local magnitude $M_{L\text{Azr}}$ was determined. The number of earthquakes registered in 2021 within the extended boundaries of the territory “Azerbaijan” amounted to 6071, and the catalog of earthquakes with the magnitude $M_{L\text{Azr}} \geq 3.0$ published in the electronic supplement to this article included 138 earthquakes. Seismic energy released in the specified territory ($\Sigma E = 6.2 \cdot 10^{12}$ J) decreased by 3.9 times compared to $\Sigma E = 2.4 \cdot 10^{13}$ J in 2020, with a relatively small decrease in the number of earthquakes ($N=6071$ compared to $N=6619$ in 2020). The most significant earthquake on the territory of the Republic of Azerbaijan directly was the event on November 20 at 12^h46^m with $M_{L\text{Azr}}=5.1$, $M_{W\text{GCM}}=5.0$ and intensity at the epicenter $I_0=5$, which caused 5-point shaking in the nearest settlements. Throughout the entire territory under consideration, the maximum event was the Shorzha earthquake on February 5, 2021 at 15^h36^m with $M_{L\text{Azr}}=5.5$, localized on the territory of Armenia near the Armenian-Azerbaijani border and felt in the border regions of Azerbaijan with an intensity of 3–4 points.

Keywords: epicenter, seismicity, recurrence graph.

For citation: Etirmishli, G.D., Ismailova, S.S., Kazimova, S.E., & Islamova, Sh.K. (2025). [Seismicity of Azerbaijan and adjacent territories in 2021]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021), 52–60. (In Russ). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.04> EDN: BHRBE

References

1. Ismailova, S.S. (2025). [Seismic stations of Azerbaijan in digital version, operating on the territory of the Republic of Azerbaijan in 2021]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html> (In Russ.).
2. Etirmishli, G.D., Ismailova, S.S., Kazimova, S.E., & Islamova, Sh.K. (2024). [Seismicity of Azerbaijan and adjacent territories in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020). 52–59. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.04> EDN: DENDGF
3. Etirmishli, G.D., Abdullaeva, R.R., Ismailova, S.S., & Kazimova, S.E. (2023). [Seismicity of Azerbaijan and adjacent territories in 2018–2019]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018–2019), 56–66. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.04> EDN: ZBPILM
4. Gasanov, A.G. (2001). *Glubinnoe stroenie i seismichnost' Azerbajdzhana v svyazi s prognozom neftegazonosnosti* [Deep structure and seismicity in connection with the forecast of Azerbaijan oil and gas potential]. Baku, Azerbaijan: Elm Publ., 166–177. (In Russ.).
5. Rautian, T.G. (1960). [Energy of earthquakes]. In *Metody detal'nogo izucheniya seismichnosti (Trudy IFZ AN SSSR, № 9(176))* [Methods of Detail Study of Seismicity] (pp. 75–114). Moscow, Russia: Inst. Fiz. Zemli Akad. Nauk SSSR Publ. (In Russ.).
6. Ismailova, S.S. (2025). [Earthquake catalog (original) of Azerbaijan ($N=6880$) in state borders +30 km for 2021]. Baku, Azerbaijan: Funds of Republican Seismic Survey Center of the Azerbaijan NAS Publ. (In Russ.).
7. Ismailova, S.S. (2025). [Earthquake catalog of Azerbaijan and adjacent territories for 2021 with $M_{L, Azr} \geq 3.0$]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html> (In Russ.).
8. Sargsyan, H.V., Margaryan, S.S., Abgaryan, G.R., Gevorgyan, A.A., & Petrova, N.V. (2025). [Shorzh earthquake on February 5, $M_L=4.7$, $I_0=6-7$]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021), 291–299 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.27> EDN: ULMOGF
9. Adilov Z. A., Asmanov O. A., & Magomedov Kh.D. (2025). [Tangible earthquakes in Dagestan in 2021]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021), 248–258. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2025.28.23> EDN: SHJBEK
10. Kazimova, S.E. (2025). [Catalog of focal mechanisms of earthquakes in Azerbaijan for 2021]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-28.html> (In Russ.).
11. Shikhalibeyli, E.Sh. (1996). Some problematic issues of the geological structure and tectonics of Azerbaijan. Baku, Azerbaijan: Elm Publ., 215 p.
12. Kengerli, T.N. (2007). Features of the geological and tectonic structure of the Southeastern Caucasus and issues of oil and gas content. Proceedings. *State Oil Company of Republic Azerbaijan*, 9, 3–12.