

УГЛЯНСКОЕ-IV ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 6 июня 2017 г. с $K_p=9.8$, $ML=2.7$, $I_0^P=5$ **(Украина, Закарпатье)****Р.С. Пронишин***Отдел сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины,
г. Львов, pronrom@gmail.com*

Аннотация. 6 июня 2017 г. в 17^h27^m севернее с. Угля Тячевского района Закарпатской области, на глубине $h=5$ км, произошло землетрясение с энергетическим классом $K_p=9.8$ и локальной магнитудой $ML=2.7$, названное Углянским-IV. Эпицентр землетрясения расположен севернее шестибалльных Углянских землетрясений 1979 г. и еще нескольких заметных событий, произошедших до 2017 г. и сопоставимых по энергии с Углянским-IV землетрясением. Углянское-IV землетрясение обработано по записям 16 сейсмических станций Карпатской сети. Сразу после землетрясения посредством телефонного опроса была собрана информация о его воздействиях в 23 населенных пунктах, удаленных от эпицентра на 5–30 км, на основании которой построена карта изосейст. Расчетная интенсивность в эпицентре землетрясения составила 5 баллов по шкале MSK-64. В эпицентральной зоне оно ощущалось с интенсивностью 4–5 баллов в трех населенных пунктах: Пригидь, Великая Уголка и Фонтынасы. Сравнение положения эпицентра с фрагментом карты разломных структур Солотвинской впадины Закарпатского прогиба и прилегающих территорий показало, что это землетрясение расположено в зоне между Черноголовским и Пенинским разломами, где отмечается множество разломных структур, включая структуры с неясной морфологией.

Ключевые слова: землетрясение, эпицентр, очаг, сейсмичность, сейсмическая энергия, энергетический класс, магнитуда, интенсивность землетрясения.

DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.32 **EDN:** MJWMPG

Для цитирования: Пронишин Р.С. Углянское-IV землетрясение 6 июня 2017 г. с $K_p=9.8$, $ML=2.7$, $I_0^P=5$ (Украина, Закарпатье) // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 348–353. DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.32. EDN: MJWMPG

Введение. Наиболее активной в Закарпатье является Тячево-Сигетская зона, выделенная авторами в работе [1]. Здесь известны 6–7-балльные землетрясения, которые произошли в районе пгт Тересвы в 1926 г. и в 2015 г., а также в районе с. Угля в 1979–1980 гг. Данные землетрясения сопровождалось большим количеством повторных толчков. В 2010 г. в районе с. Угля произошло 5-балльное землетрясение, эпицентр которого находился в 7 км севернее Углянских землетрясений 1979 года. В промежутке между 2010 и 2017 гг. в районе с. Угля произошло только одно землетрясение 24.10.2012 г. с $K_p=7.9$. В 2017 г. в Тячево-Сигетской зоне зафиксирована умеренная сейсмическая активность. Здесь зарегистрировано 11 землетрясений с энергетическими классами $K_p=5.7$ –8.0, и лишь одно, которое произошло в 15 км севернее с. Угля, имело $K_p=9.8$ и является четвертым макросейсмически обследованным землетрясением в районе с. Угля.

Инструментальные данные. 6 июня 2017 г. в 17^h27^m в горах, севернее с. Угля Тячевского района Закарпатской области, произошло ощутимое землетрясение с $K_p=9.8$, $ML=2.6$, $h=5$ км [2]. Оно обработано по записям 16 сейсмических станций Карпат: «Нижнее Селище», «Межгорье», «Королёво», «Рахов», «Брид», «Мукачево», «Стужица», «Берегово», «Моршин», «Холмец», «Косов», «Черновцы», «Львов», «Каменец-Подольский», «Городок» и «Новоднестровск» [3], а суммарное число станций, записавших это землетрясение, по данным ISC [4], составило 43. Разные решения его параметров приведены в табл. 1. На рис. 1 приведена запись данного землетрясения на сейсмической станции «Нижнее Селище», которая удалена от его очага на расстояние $\Delta=19$ км.

Согласно табл. 1, время в очаге по данным IDC отличается от регионального значения t_0 в меньшую сторону (на $\delta t_0=-2.1$ с), агентства BUC и BUD дают плюсовые отклонения ($\delta t_0=1.1$ с и $\delta t_0=1.2$ с соответственно). Решения эпицентра в IDC и BUC смещены к западу, а BUD – к юго-западу. Магнитуда ML лучше всего согласуется с ML_{IDC} , а ML_{BUC} и ML_{BUD} на 0.4 и 0.5 выше региональной.

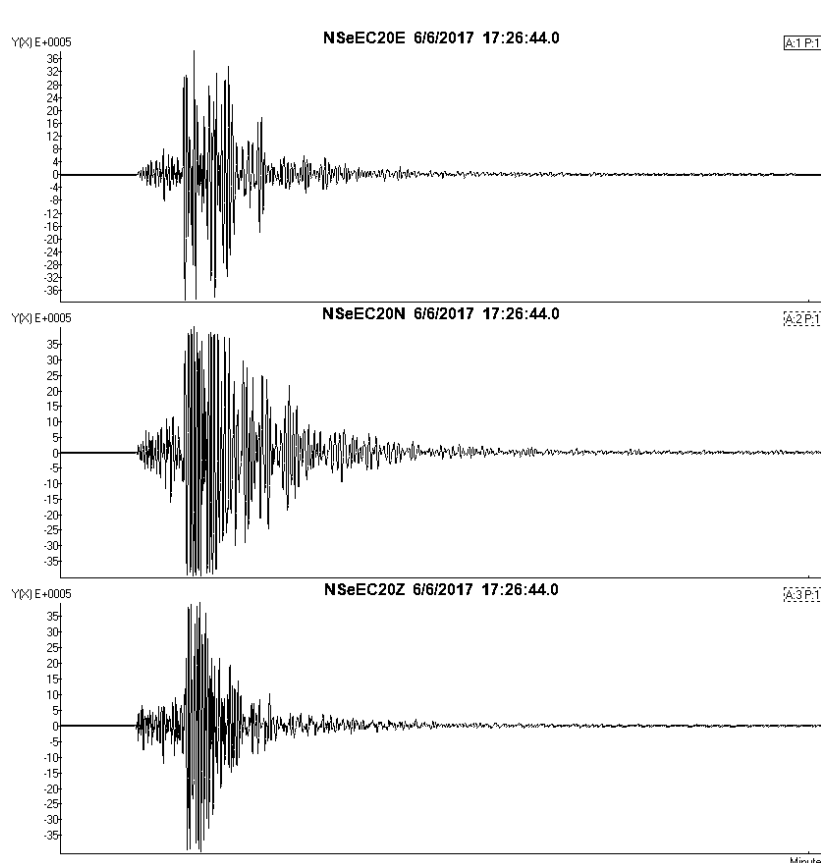


Рис. 1. Запись Углянского-IV землетрясения 6 июня 2017 г. с $K_p=9.8$ на ближайшей цифровой станции «Нижнее Селище» ($\Delta=19$ км) на компонентах E-W, N-S, Z (сверху вниз). По вертикали – амплитуда в относительных единицах ($Y(X) E+0005$, например $35 \cdot 10^5$)

Таблица 1. Основные параметры Углянского землетрясения 6 июня 2017 г. с $K_p=9.8$, $ML=2.7$ по данным каталога Карпат (КОМСП) и других агентств

| Агентство | t_0 , ч мин с | Гипоцентр | | | Магнитуда | Источник |
|-----------|-----------------|---------------------|---------------------|----------|-----------|----------|
| | | φ° , N | λ° , E | h , км | | |
| КОМСП | 17 27 09.7 | 48.29 | 23.68 | 5.0 | $ML=2.7$ | [2] |
| IDC | 17 27 07.8 | 48.30 | 23.57 | 0 f | $ML=2.7$ | [4] |
| BUC | 17 27 10.8 | 48.28 | 23.64 | 14.4 | $ML=3.1$ | [4] |
| BUD | 17 27 10.9 | 48.21 | 23.61 | 8.0 | $ML=3.2$ | [4] |

Макросейсмические данные. Сразу после землетрясения информацию об его ощутимости удалось собрать по телефонному опросу в населенных пунктах очаговой зоны и других пунктах, удаленных от эпицентра на расстояние $\Delta=6-30$ км. В результате обработки данных опроса удалось оценить балльность в 23 населенных пунктах (табл. 2). В эпицентральной зоне землетрясение ощущалось с интенсивностью $I_0=4-5$ баллов по шкале MSK-64 [5] в трех населенных пунктах: Прыгидь, Великая Уголька, Фонтянысы. Жители ощутили удар, заметили дрожание одноэтажных домов, колебание холодильника, дребезжала посуда, некоторые люди выходили во двор, кое-кто испугался. В одном из домов заметили, как мобильный телефон немного сдвинулся на столе. Сотрясения с $I_i=3-4$ балла были отмечены в семи населенных пунктах: Забридь, Широкий Луг, Жовтневое, Кричево, Новоселица, Колодное, Угля. Жители, которые сидели или стояли внутри помещений, ощутили удар-толчок, затем легкие колебания, и все-быстро закончилось. Кое-кто услышал, как задрезжала посуда в серванте. На улице никто из опрошенных ничего не ощущал. В с. Тарасовка землетрясение ощущалось с $I_i=3$ балла. В населенных пунктах Золотарево, Олександровка, Нересница и Лазы Тячевские отмечены 2–3-балльные сотрясения. Интенсивность в $I_i=2$ балла была отмечена в пяти населенных пунктах. В селах Усть-Черная, Дубовое, Солёное землетрясение никто не заметил.

В табл. 2 приведены балльность в каждом населенном пункте и расстояние от инструментального эпицентра ($\varphi=48.29^\circ\text{N}$, $\lambda=23.68^\circ\text{E}$) [2].

Таблица 2. Макросейсмические данные о землетрясении 6 июня 2017 г.
в $17^{\text{h}}27^{\text{m}}$ с $K_p=9.8$, $ML=2.7$, $h=5$ км

| № | Населенный пункт | Координаты | | Δ , км | № | Населенный пункт | Координаты | | Δ , км |
|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| | | φ°, N | λ°, E | | | | φ°, N | λ°, E | |
| 4–5 баллов | | | | | 2–3 балла | | | | |
| 1 | Прыгидь | 48.26 | 23.74 | 5.6 | 12 | Золотарёво | 48.18 | 23.50 | 18.0 |
| 2 | Фонтынясы | 48.24 | 23.74 | 7.8 | 13 | Нересница | 48.12 | 23.77 | 20.3 |
| 3 | Великая Уголка | 48.20 | 23.65 | 10.6 | 14 | Олександровка | 48.14 | 23.51 | 21.2 |
| 3–4 балла | | | | | 15 | Лазы Тячевские | 48.06 | 23.67 | 25.9 |
| 4 | Забридь | 48.29 | 23.57 | 7.8 | 2 балла | | | | |
| 5 | Широкий Луг | 48.21 | 23.77 | 10.2 | 16 | Березово | 48.30 | 23.49 | 14.3 |
| 6 | Жовтневое | 48.22 | 23.54 | 12.5 | 17 | Копашнево | 48.22 | 23.48 | 16.9 |
| 7 | Кричево | 48.19 | 23.57 | 13.7 | 18 | Нижн. Селище | 48.20 | 23.46 | 19.5 |
| 8 | Новоселица | 48.17 | 23.74 | 14.9 | 19 | Терново | 48.07 | 23.73 | 25 |
| 9 | Колодное | 48.16 | 23.60 | 15.2 | 20 | Бедевля | 48.00 | 23.66 | 31.8 |
| 10 | Угля | 48.15 | 23.63 | 15.8 | Не ощущалось | | | | |
| 3 балла | | | | | 21 | Усть-Чёрная | 48.32 | 23.94 | 19.4 |
| 11 | Тарасовка | 48.21 | 23.81 | 13.6 | 22 | Дубовое | 48.17 | 23.89 | 20.2 |
| | | | | | 23 | Солёное | 48.12 | 23.86 | 22.6 |

Интенсивность землетрясения в эпицентре I_0 отсутствует, так как оно произошло в горной местности, где нет населенных пунктов. Поэтому I_0 можно определить лишь из уравнения макросейсмического поля согласно [6]:

$$I_0 = 1.5 \cdot M - 3.5 \lg(\Delta^2 + h^2)^{0.5} + 3.0,$$

где M – магнитуда, Δ – эпицентральный расстояние в км, h – глубина гипоцентра в км. При $M=2.7$, $\Delta=0$ км, $h=5$ км расчетная интенсивность в эпицентре будет $I_0^P=5$ баллов.

На рис. 2 изображена карта изосейст данного землетрясения, построенная по данным табл. 2. На карте возле каждого пункта указан его номер согласно табл. 2.

Из карты видно, что затухание балльности в разных направлениях не одинаково. Вытянутость изосейст наблюдается, как и при Углянских землетрясениях 1979 г. [7], 1980 г. [8] и 2010 г. [9], с юго-юго-запада на север-северо-восток. За счет большего затухания в поперечном направлении ориентации основных тектонических структур, изосейсты всех вышеуказанных землетрясений сжаты в запад-северо-западном и восток-юго-восточном направлениях, особенно для изосейст высших баллов.

Сейсмотектоническая позиция. Как известно, Закарпатье является областью достаточно интенсивных современных тектонических движений, которые влияют на ее сейсмичность. Согласно карты разломных структур Солотвинской впадины Закарпатского прогиба и смежных территорий [10], эпицентр Углянского-IV землетрясения расположен между Черноголовским и Пенинским разломами (рис. 3). Здесь отмечено множество разломных структур, в том числе с невыясненной морфологией. На фрагмент данной карты (рис. 3) нанесены эпицентры шести ощутимых Углянских землетрясений с $I_0 \geq 5$ за период инструментальных наблюдений, начиная с 1961 г., параметры которых приведены в табл. 3.

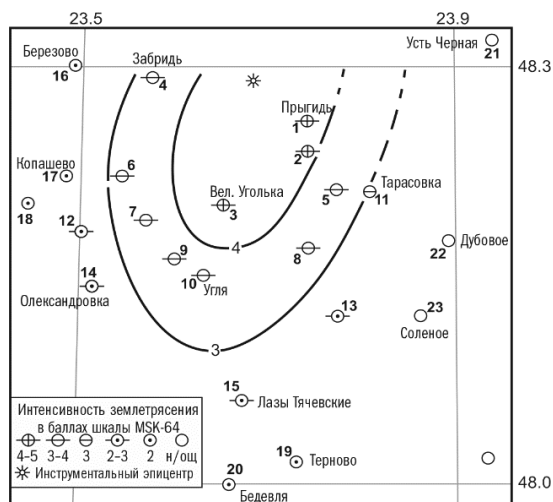


Рис. 2. Карта изосейст Углянского-IV землетрясения 6 июня 2017 г. с $K_p=9.8$



Рис. 3. Фрагмент карты разломных структур Солотвинской впадины Закарпатского прогиба и смежных территорий [10] с указанием эпицентров сильных Углянских землетрясений за инструментальный период. Разломы: 3 – Черноголовский; 4 – Гуцульский; 5 – Пенинский.

Таблица 3. Список Углянских землетрясений с $I_0 \geq 5$ за инструментальный период наблюдений

| Дата, дн мес год | t_0 , ч мин с | Координаты | | h , км | K_p | M | I_0 , балл | Источник |
|------------------|-----------------|------------|-------|----------|-------|-----|--------------|----------|
| 23.08.1979 | 22 02 04.0 | 48.14 | 23.58 | 4 | 10.5 | 3.6 | 6 | [7] |
| 22.09.1979 | 18 06 12.3 | 48.14 | 23.58 | 4 | 11.4 | 4.1 | 6–7 | [7] |
| 28.07.1980 | 15 57 56.7 | 48.10 | 23.56 | 4* | 9.8 | 3.2 | 5** | [8] |
| 29.07.1980 | 02 31 14.4 | 48.12 | 23.58 | 4* | 9.8 | 3.2 | 5** | [8] |
| 14.12.2010 | 19 50 13.6 | 48.21 | 23.65 | 11 | 9.7 | 3.3 | 5 | [9] |
| 06.07.2017 | 17 27 09.7 | 48.29 | 23.68 | 5 | 9.8 | 2.7 | 5** | [2] |

Примечание: * – преобладающая глубина очагов для этого района, ** – расчетная интенсивность.

Первые два из них, произошедшие в 1979 г. с $K_p=10.5$ и 11.4, можно, по-видимому, увязать с простирающимся южнее Пенинским краевым швом 5 (рис. 3). Но четыре других – более слабые толчки с близкими классами ($K_p=9.7, 9.8$) – вытянуты вдоль линии север–северо-восточного простираения, близкой с направлением вытянутости системы изосейст, включая и события 1979 года. Такое направление систем изосейст поддерживается лишь близко проходящими справа разрывными структурами с не выясненной морфологией, показанными на рис. 3 косыми штриховыми линиями. Не исключено, что данная линия шести эпицентров представляет собой один из линеаментов.

Заключение. В работе описаны сведения об осязчивости в населенных пунктах землетрясения 6 июня 2017 г., произошедшего в Тячевском районе Закарпатской области. Эпицентр землетрясения находился в горной местности, где отсутствуют населенные пункты. В эпицентральной зоне оно ощущалось с интенсивностью $I_f=4-5$ баллов в трех населенных пунктах, расположенных на расстояниях 6–11 км от эпицентра: Прыгидь, Великая Уголька, Фонтянысы. Всего в результате опроса получена балльность в 23 населенных пунктах, удаленных от эпицентра на 6–30 км. В отдельной таблице приведена балльность в каждом населенном пункте, с использованием которой построена карта изосейст. Расчетная интенсивность I_0 в эпицентре землетрясения составила 5 баллов. Из приведенного фрагмента карты разломных структур Солотвинской впадины Закарпатского прогиба и смежных территорий (рис. 3) видно, что данное землетрясение расположено в зоне между Черноголовским и Пенинским разломами, но направление вытянутости изосейст с ними не согласуется, а поддерживается проходящими справа косыми штриховыми линиями разрывных структур с не выясненной морфологией.

Л и т е р а т у р а

1. Пронишин Р.С., Пустовитенко Б.Г. Некоторые аспекты сейсмического «климата и погоды» в Закарпатье // Изв. АН СССР. Физика Земли. – 1982. – № 10. – С. 74–81.
2. Чуба М.В. (отв. сост.); Пронишин Р.С., Прокопишин В.И., Стецкив А.Т., Нищименко И.М., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Плишко С.М., Добротвир Х.В., Вербицкая О.Я., Давыдяк О.Д., Герасименюк Г.А., Гандарова Г.З., Кикеля Л.М., Вербицкая О.С., Андрушко Ю.Т., Олийнык Г.И., Симонова Н.А. Каталог землетрясений Карпат за 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html>
3. Пронишин Р.С. (отв. сост.). Цифровые сейсмические станции сети региона Карпаты, работавшие в 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html>
4. International Seismological Centre. (2022). On-line Bulletin. <https://doi.org/10.31905/D808B830>
5. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
6. 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.
7. Пронишин Р.С., Скаржевский В.В., Хивренко З.С. Углянские землетрясения в 1979 г. // Сейсмологический бюллетень западной территориальной зоны единой системы сейсмических наблюдений СССР (Крым–Карпаты за 1978–1979 гг.). – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 100–125.
8. Костюк О.П., Руденская И.М., Москаленко Т.П., Подымова И.С. Сейсмичность Карпат в 1980 г. // Сейсмологический бюллетень западной территориальной зоны единой системы сейсмических наблюдений СССР. (Крым–Карпаты, 1980 г.) / Отв. ред. И.И. Попов / – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 79–87.
9. Пронишин Р.С. Углянское-III землетрясение 14 декабря 2010 г. с $K_R=9.7$, $MSHA=3.3$, $I_0=5$ (Украина, Закарпатье) // Землетрясения Северной Евразии, 2010 год. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 376–381.
10. Карта разрывных нарушений и основных зон линейментов юго-запада СССР (с использованием материалов космической съемки). Масштаб 1:1 000 000. / Ред. Крылова Н.А. – Мингео СССР, 1988 г. – 4 листа.

UGLYA-IV EARTHQUAKE on June 6, 2017 with $K_R=9.8$, $ML=2.7$, $I_0=5$ **(Ukraine, Transcarpathia)****R.S. Pronishin***Department of seismicity of the Carpathian region of the Institute of Geophysics, NAS of Ukraine,
Lviv, pronrom@gmail.com*

Abstract. On June 6, 2017 at 17^h27^m in the mountains north of Uglya of the Tyachiv district of the Transcarpathian region, at a depth of $h=5$ km, a significant earthquake with energy class $K_R=9.8$ and local magnitude $ML=2.7$ occurred. The earthquake was processed by records of 16 seismic stations of the Carpathian network. Immediately after the earthquake, information on its impact was collected through a telephone survey in 23 settlements located at distances of 5–30 km from the epicenter. As a result of processing the survey data from 23 settlements, an isoseismal map of the earthquake was constructed. The epicenter of the earthquake was located in an unpopulated mountainous area, where a calculated intensity was $I_0=5$ by the MSK-64 scale. In the epicentral zone, it was felt with an intensity of 4–5 in 3 settlements: Prygid, Velikaya Ugolka and Fontynasy. According to a comparison with the map of the fault structures of the Solotvinskaya depression of the Transcarpathian trough and adjacent territories, it is clear that this earthquake is located in the zone between the Chernogolovsky and the Penin faults, where a lot of fault structures are noted, including an unclear morphology.

Keywords: earthquake, epicenter, earthquake source, seismicity, seismic energy, energy class, magnitude, earthquake intensity.

DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.32. **EDN:** MJWMPG

For citation: Pronishin, R.S. (2022). [Uglya-IV earthquake on June 6, 2017 with $K_R=9.8$, $ML=2.7$, $I_0=5$ (Ukraine, Transcarpathia)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 348–353. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.32. EDN: MJWMPG

References

1. Pronishin, R.S., & Pustovitenko, B.G. (1982). Some aspects of seismic “climate and weather” in Transcarpathia. *Izvestiya AN SSSR, Fizika Zemli*, 10, 74–81. (In Russ.).
2. Chuba, M.V., Pronishin, R.C., Prokopishin, V.I., Stetskiv, A.T., Nishchimenko, I.M., Keleman, I.N., Garanzha, I.A., Plishko, S.M., Dobrotvir, G.A., Verbitskaya, O.Ya., Davydyak, O.D., Gerasimenyuk, G.A., Gandarova, G.Z., Kikelya, L.M., Verbitskaya, O.S., Andrushko, Yu.T., Olijnyk, G.I., & Simonova, N.A. (2022). [Catalog of earthquakes of the Carpathians for 2016, 2017]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25 (2016–2017). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html> (In Russ.).
3. Pronishin, R.S. (2022). [Digital seismic stations in the Carpathian region network operating in 2016, 2017]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25 (2016–2017). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zse/app-25.html> (In Russ.).
4. International Seismological Centre. (2022). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
5. Medvedev, S.V., Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaya shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
6. Shebalin, N.V. (1977). [Reference earthquakes and macroseismic field equations]. In *Novyi katalog sil'nykh zemletriasenii na territorii SSSR 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.).
7. Pronishin, R.S., Skarzhevskiy, V.V., & Khivrenko, Z.S. (1983). [Uglya earthquakes in 1979]. In *Seysmologicheskiy byulleten' zapadnoy territorial'noy zony yedinoi sistemy seysmicheskikh nablyudeniy SSSR (Krym-Karpaty za 1978–1979 gg.)* [Seismological bulletin of the western territorial zone of the unified system of seismic observations of the USSR (Crimea–Carpathians for 1978–1979)] (pp. 100–125). Kiev, Ukraine: Naukova Dumka Publ. (In Russ.).
8. Kostyuk, O.P., Rudenskaya, I.M., Moskalenko, T.P., & Podymova, I.S. (1980). The seismicity of Carpathians for 1980. In *Seysmologicheskiy byulleten' zapadnoy territorial'noy zony yedinoi sistemy seysmicheskikh nablyudeniy SSSR (Krym-Karpaty za 1980 g.)* [Seismological bulletin of the western territorial zone of the unified system of seismic observations of the USSR (Crimea–Carpathians for 1980)] (pp. 79–87). Kiev, Ukraine: Naukova Dumka Publ. (In Russ.).
9. Pronishin, R.S. (2016). [Uglya-III earthquake on December 14, 2017 with $K_R=9.7$, $MSHA=3.3$, $I_0=5$ (Ukraine, Transcarpathia)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2010 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2010] (pp. 376–381). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
10. Krylov, N.A. (1988). Map of discontinuities and main zones of lineaments in the south-west of the USSR (using space filming materials). Scale 1:1 000 000. Moscow, Russia: Mingeo USSR Publ., 4 sheets. (In Russ.).