

КАРПАТЫ

С.Т. Вербицкий¹, Р.С. Пронишин¹, В.И. Прокопишин¹, А.Т. Стецкив¹, М.В. Чуба¹,
И.М. Ницименко¹, И.Н. Келеман¹, Н.Я. Степаненко², В.Ю. Карданец², Н.А. Симонова²

¹Институт геофизики НАН Украины, г. Львов, pronrom@gmail.com

²Институт геологии и сейсмологии АН Молдовы, г. Кишинёв, kis-seismo@mail.ru

Аннотация. В статье описаны сейсмические наблюдения в Карпатском регионе в 2014 г., которые проводились, как и ранее, двумя организациями двух государств: на Украине – отделом сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины, в Молдове – лабораторией сейсмологии Института геологии и сейсмологии АН Молдовы. На Украине работали 20 стационарных цифровых станций и три временных в районе Днестровского энергокомплекса с центром обработки во Львове, в Молдове – шесть станций с центром в Кишинёве. Были использованы разные программы, локальные годографы и магнитуды. Сводный каталог землетрясений создан во Львове. Приводятся карта эпицентров и таблица распределения землетрясений разных классов по районам. Суммарное число землетрясений в 2014 г. составило $N_{\Sigma}=81$ в диапазоне $K_p=5.2-14.3$ с интервалом глубин гипоцентров $h=1-154$ км и суммарной сейсмической энергией $N_{\Sigma}=2.11 \cdot 10^{14}$ Дж. Из них 18 землетрясений с глубинами $h=77-154$ км расположены в зоне Вранча. Максимальное землетрясение с $K_p=14.3$ зарегистрировано 22 ноября в Предкарпатском прогибе с $h_{rp}=37$ км. В горах Вранча максимальное событие произошло 29 марта с $K_p=12.5$ и $h_{rp}=136$ км. В Предкарпатье и Закарпатье все землетрясения более слабые. Наиболее сильным событием в Закарпатье было ощутимое землетрясение, которое произошло в районе сейсмической станции «Тростник» 15 ноября с $K_p=8.9$. Очаг землетрясения расположен в земной коре на глубине $h=10$ км. Землетрясение ощущалось населением сел Дяково, Тростник, Фанчиково с интенсивностью 5 и 4–5 баллов. В целом во всех сейсмоактивных зонах Карпат в 2014 г. наблюдалось некоторое повышение уровня сейсмичности по сравнению с таковым в 2013 г.

Ключевые слова: Украина, Карпаты, сети станций, ощутимое землетрясение, балльность, сейсмическая энергия, промежуточные землетрясения.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.02

Для цитирования: Вербицкий С.Т., Пронишин Р.С., Прокопишин В.И., Стецкив А.Т., Чуба М.В., Ницименко И.М., Келеман И.Н., Степаненко Н.Я., Карданец В.Ю., Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 27–37. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.02

Введение. Сейсмические наблюдения в Карпатском регионе проводились в 2014 г., так же, как и в прошлые годы [1], силами организаций двух государств: отделом сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины и лабораторией сейсмологии Института геологии и сейсмологии АН Молдовы. Данные подразделения имеют свои сети наблюдений и центры обработки данных – во Львове и в Кишинёве соответственно. Обобщение всех совместных материалов и формирование регионального каталога землетрясений Карпат осуществляется во Львове.

Сейсмические станции. В Карпатском регионе (ИГФ НАНУ) в 2014 г. сейсмологическая сеть инструментальных наблюдений, по сравнению с таковой в 2013 г. [1], претерпела некоторые изменения: 1 июля 2014 г. открыта новая постоянная цифровая станция «Холмец» (HOLU), расположенная в 14 км на юго-восток от Ужгорода. Суммарное число станций равно 20. Из них 15 станций находятся в подчинении КОМСП – Карпатской опытно-методической сейсмологической партии отдела сейсмичности, а пять – в подчинении Карпатской опытно-методической геофизической партии (КОМГП) этого же отдела. Поэтому в списке станций Карпат в Приложении [2] для каждой из них в отдельной графе указан код партии: КОМСП или КОМГП соответственно.

Кроме того, при интерпретации цифровых записей использованы данные временных сейсмических станций, установленных в районе Днестровского энергокомплекса (NDNU1 – в с. Нышивцы, NDNU2 – в с. Шебутинцы, NDNU3 – в с. Розкопинцы, см. рисунок в конце ст.). Наблюдения на временных станциях велись с 15 января по 15 июля 2014 г. [2] в рамках договорных работ с Днестровской ГЭС. На всех сейсмических станциях инструментальные наблюдения проводились с использованием цифровой аппаратуры DAS (-03,-04,-05), созданной в Отделе

сейсмичности Карпатского региона Института геофизики. Основные параметры регистрирующей аппаратуры приведены в Приложении [2]. Дополнительно для определения основных параметров – времени возникновения, координат и глубин очагов, невязок определений и динамических характеристик землетрясений Карпатского региона – использовались данные Крымской сети, сейсмических служб Молдовы и зарубежных сейсмических сетей Карпато-Балканского региона с $\Delta \leq 1000$ км (Польша, Словакия, Румыния, Болгария и Венгрия). Производство и обработка наблюдений на сейсмических станциях проводилась согласно Инструкции [3].

В Молдове в 2014 г. сейсмические наблюдения велись на шести станциях с цифровой регистрацией: «Кишинёв» (KIS), «Леово» (LEOM), «Сороки» (SORM), «Джурджулешты» (GIUM), «Малые Милешты» (MILM) и «Пуркары» (PURM). Аналоговая запись продолжает вестись на станции «Кишинёв». Список станций Лаборатории сейсмологии ИГиС АН Молдовы, их координаты, перечень и параметры установленной на станциях аппаратуры приводится в Приложении [4].

Обработка землетрясений. В Карпатском регионе основные параметры землетрясений определялись с помощью программы НУРО [5]. Входными данными являются: дата землетрясения, географические координаты сейсмических станций и времена вступлений сейсмических волн P и S на этих станциях. Для расчетов используются соответствующие годографы, заданные в табличном виде: в Северо-Западном районе Карпатского региона – региональный Карпатский годограф [6, 7], а для очагов землетрясений зоны Вранча используется годограф Джеффриса-Буллена. Программа выполняет расчет координат, времени возникновения землетрясения и оценку точности результата как среднеквадратичное отклонение по координатам эпицентра и времени в очаге.

Для получения динамических характеристик на сейсмических станциях использовались амплитудно-частотные характеристики каналов в формате PAZ GSE1.

Примеры амплитудно-частотных характеристик для цифровых сейсмических станций «Львов» и «Ужгород» представлены в [8].

Цифровой способ регистрации сейсмических колебаний обладает высокой разрешающей способностью и широким динамическим диапазоном. При обработке и интерпретации цифровых записей могут быть использованы различные фильтры, а также коррекция за характеристику аппаратуры. Это дает возможность регистрировать более слабые землетрясения. Цифровое представление записей позволяет сохранять их непосредственно в базе данных.

При обработке и интерпретации цифровых записей, для более надежного выделения нечетких или зашумленных сейсмических фаз, используется полосовой фильтр Баттерворта (0.5–15 Гц). Выбор параметров фильтра зависит от качества (соотношения сигнал-шум) и спектральной характеристики изучаемого сигнала.

Для расчета энергетических характеристик сейсмических событий производится коррективировка спектра сигнала за амплитудно-частотную характеристику аппаратуры, а также приведение сигнала к единицам движения грунта ($мкм$, $мкм/с$). Для этого используются рассчитанные для каждого сейсмического канала амплитудно-частотная характеристика и чувствительность на отсчет ($мкм/с$).

При комплексной обработке землетрясений на станциях определялись энергетические параметры зарегистрированных сейсмических событий – K_p и MSH . Для близких землетрясений рассчитывалась локальная магнитуда ML по Рихтеру [9]:

$$ML = \lg(A_{z \max}) - \lg(A_0). \quad (1)$$

На всех сейсмических станциях в качестве энергетических параметров сейсмических событий определялись магнитуда и энергетический класс по длительности колебаний (Md и Kd).

В результате были определены основные параметры (координаты, глубина, время в очаге) 81 землетрясения, а также точность решения по каждому из параметров. Как отмечено выше, производство и обработка наблюдений на сейсмических станциях проводились согласно Инструкции [3].

В Молдове использовалась та же Инструкция [3]. Энергетические параметры определялись лишь по станции «Кишинёв» в следующем наборе: магнитуда по максимальной фазе продольных волн MPV , магнитуда MSM по максимальной фазе поперечных волн по Молдавской сети сейсмических станций, магнитуда по длительности колебаний Md , класс землетрясения K_p по палетке Т.Г. Раутиан [10, 11].

Определение параметров землетрясений по цифровым записям проводилось сначала в автоматическом режиме, затем кинематические параметры уточнялись с помощью программы SeisGram2K [12]. В автоматическом режиме для близких землетрясений рассчитывалась локальная магнитуда ML , а при ручном просмотре цифровых записей определялась магнитуда по длительности колебаний Md , где длительность записи отсчитывалась от начала записи до того момента, когда запись землетрясения сравнивалась с фоном колебаний.

Локализация очагов землетрясений производилась с помощью программы HYPOS [13], разработанной в Институте геологии и сейсмологии АН РМ. Исходным материалом для вычисления положения гипоцентра является информация о времени вступления P - и S -волн на сейсмических станциях сети. По разности $t_s - t_p$ вычисляется эпицентральное расстояние для каждой станции, затем задаются предположительные координаты очага, рассчитываются расстояния от предполагаемого эпицентра, определяется разница между наблюдаемым и расчетным расстояниями, т.е. ошибки, которые в дальнейшем минимизируются. Процедура повторяется до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность. Для учета особенностей распространения сейсмических волн в Карпатском регионе в программе используется региональный годограф для глубин от 10 до 160 км с шагом 10 км [14]. Программа выполняет расчет координат гипоцентра, времени возникновения землетрясения и оценку точности результата как среднеквадратичное отклонение по координатам эпицентра и времени в очаге. Глубина очага оценивается с погрешностью $\delta h = \pm 10$ км. Суммарное число обработанных в Молдове землетрясений равно $N_{\Sigma} = 40$, из них 16 мелких с $h = 10 - 40$ км и 24 – глубоких с $h = 70 - 160$ км.

Каталог землетрясений. Результаты обработки сейсмических событий Карпатского региона представлены в региональном каталоге землетрясений [15]. Всего в 2014 г. сейсмическими станциями Карпатского региона Украины локализовано 81 землетрясение, из них 60 мелких с $h = 1 - 35$ км и 18 глубоких – с $h = 77 - 154$ км. Минимальную глубину ($h_{\min} = 1$ км) имеет толчок 28 мая в $16^{\text{h}}52^{\text{m}}$ с $K_p = 5.1$ на территории Буковины. Максимальную глубину $h_{\max} = 154$ км в каталоге имеет землетрясение Вранча, произошедшее 24 августа в $07^{\text{h}}12^{\text{m}}$ с $K_p = 11.3$ [15]. Все землетрясения ($N = 81$) в региональном каталоге [15] локализованы в пределах трех традиционных районов Карпат: Северо-Западном № 1, Вранча № 2 и Буковине № 5. В остальных районах: Южные Карпаты № 3, Банат № 4, Кришана № 6, Трансильвания № 7 и Бакэу № 8 землетрясений, согласно каталогу [15], не было.

Для получения динамических характеристик на сейсмических станциях «Львов», «Ужгород», «Косов», «Рахов» и «Новоднестровск» использовались амплитудно-частотные характеристики каналов в формате PAZ GSE1 [16].

Согласно [1], на этих станциях определялись следующие энергетические параметры зарегистрированных сейсмических событий:

- для местных землетрясений – энергетический класс (K_p) по номограмме Т.Г. Раутиан [10],
- для землетрясений района Вранча – магнитуда, определенная по горизонтальной составляющей поперечных S -волн по формуле из [3]:

$$MSH = \lg A_{\max} + 1.32 \lg (\Delta, \text{ км}) + 0.8, \quad (2)$$

где поправка 0.8 вносится для промежуточных землетрясений с $h \geq 70$ км по [17].

Затем определяется расчетный энергетический класс по уравнению Т.Г. Раутиан [11]

$$K_p = 4 + 1.8 \cdot MSH. \quad (3)$$

На остальных станциях, для которых на данное время нет надежных амплитудно-частотных характеристик, в качестве характеристики величины сейсмических событий использовалась магнитуда Md по длительности τ колебаний на записи по формуле из [18]:

$$Md = 1.65 + 2.67 \cdot \lg (\tau, \text{ мин}) \quad (4)$$

с последующим пересчетом в энергетический класс Kd по [11]:

$$Kd = 4 + 1.8 Md. \quad (5)$$

Таким образом, величина землетрясений в региональном каталоге [15] характеризуется энергетическими классами K_p и Kd , локальными магнитудами ML , магнитудами MPV , MSH по максимальным амплитудам продольных, поперечных волн и магнитудами Md по общей длительности колебаний на записи.

Кроме того, традиционно в каталоге Карпат [15] приведены магнитуды MSM , взятые из каталога Молдовы, магнитуды MS и $MPSP$ из Сейсмологического бюллетеня [19], Ms и m_b , m_{LUC} , M_w (GCMT, MED, NEIC) – из ISC.

В 2014 г. 13 землетрясений из области Вранча ощущались на территории Молдовы [20, 21]. Их эпицентры локализованы на глубинах от 37 до 136 км. Три из них – 29 марта, 10 сентября, 22 ноября, описанные в отдельной статье настоящего ежегодника [21], – ощущались также на территории Украины, Румынии, Болгарии, Сербии и Турции [22], охватив свыше 200 населенных пунктов [23]. К региональному каталогу [15] в Приложении есть два дополнения, одно по данным Молдовы, другое – из ISC. Для семи землетрясений найдены параметры механизмов очагов, которые также приведены в Приложении.

Карта эпицентров. На карте (рис. 1) изображены эпицентры землетрясений, которые произошли в сейсмоактивных районах Карпатского региона, с классификацией по энергетическим классам K_p , к которым приводились по описанным выше формулам все другие характеристики величины землетрясений (M_d , K_d , MSH , MSM и др.), используемые в каталоге [15]. Наибольшая плотность коровых эпицентров наблюдалась в Северо-Западном районе № 1, а глубоководных эпицентров – в районе Вранча № 2.

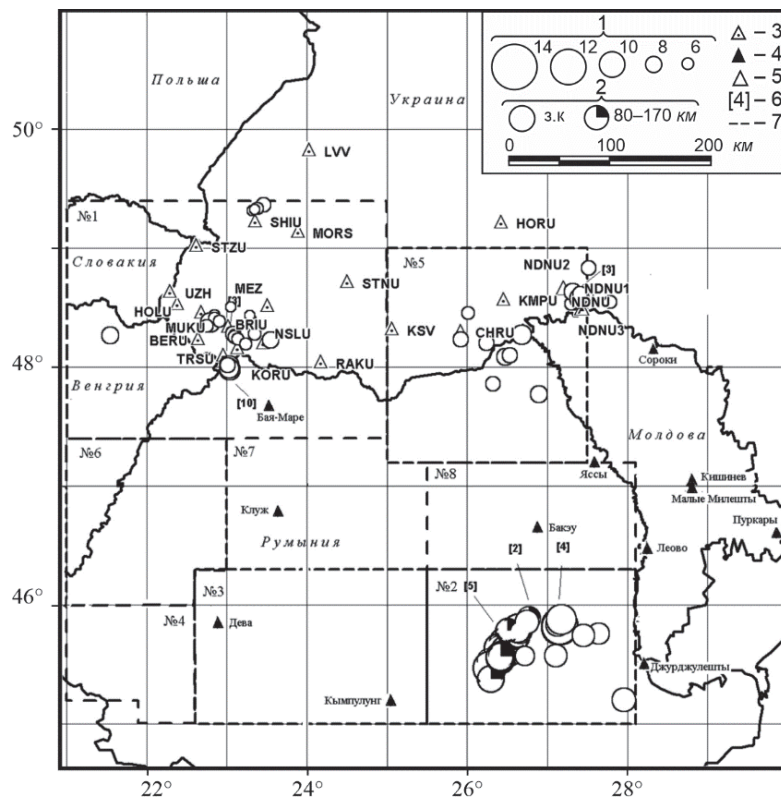


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Карпат за 2014 г.

1 – энергетический класс; 2 – глубина гипоцентра h , км; 3, 4 – сейсмическая станция Карпатского региона и прилегающих территорий соответственно; 5 – временная сейсмическая станция; 6 – количество землетрясений с одинаковым эпицентром; 7 – граница сейсмоактивного района: Северо-Западный № 1, Вранча № 2, Южные Карпаты № 3, Банат № 4, Буковина № 5, Кришана № 6, Трансильвания № 7, Бакэу № 8.

Как отмечено выше, наблюдается пять асейсмичных районов, где по данным каталога землетрясений [15] не было, – это Южные Карпаты № 3, Банат № 4, Кришана № 6, Трансильвания № 7 и Бакэу № 8 (рис. 1). Асейсмична также территория Молдовы, которая не является районом Карпатского региона, но расположена ближе Львова к очаговой зоне глубоких землетрясений Вранча в Румынии (рис. 1) и потому испытывает сотрясения от наиболее сильных из них. Характер таких сотрясений описывается ежегодно в отдельных статьях ежегодника.

Статистики сейсмичности в 2014 г. Сведения о распределении землетрясений по энергетическим классам и величине выделившейся сейсмической энергии по районам и вне их приведены в (табл. 1).

Таблица 1. Распределение землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия по районам

	Район	Энергетический класс										N_{Σ}	ΣE , Дж			
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
1	Северо-Западный	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	32	$2.80 \cdot 10^9$
	а) Закарпатье	2	12	8	2	3	–	–	–	–	–	–	–	–	27	$2.68 \cdot 10^9$
	б) Предкарпатье	1	2	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	$6.52 \cdot 10^8$
	в) Восточная Венгрия	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	$5.01 \cdot 10^8$
2	Вранча	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	28	$2.11 \cdot 10^{14}$
	а) горы Вранча	–	–	–	–	3	6	4	3	2	–	–	–	–	18	$1.06 \cdot 10^{13}$
	б) Предкарпатский прогиб	–	–	–	1	3	2	1	1	–	1	–	–	–	9	$2.01 \cdot 10^{14}$
	в) Румыния, р-н Браила	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	$1.00 \cdot 10^{10}$
3	Южные Карпаты	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Банат	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Буковина	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	21	$2.51 \cdot 10^{09}$
	а) Украина	1	8	3	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	16	$9.26 \cdot 10^8$
	б) Румыния, р-н Ботошан	–	–	1	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	4	$1.09 \cdot 10^9$
	в) Молдова	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	$5.01 \cdot 10^8$
6	Кришана	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	Трансильвания	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	Бакэу	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Всего:	4	22	12	8	14	9	5	4	2	1	–	–	81	$2.11 \cdot 10^{14}$	

Выделившаяся суммарная сейсмическая энергия в Карпатском регионе в 2014 г. составила $\Sigma E = 2.11 \cdot 10^{14}$ Дж, что выше соответствующего уровня сейсмической энергии в 2013 г. ($\Sigma E = 1.33 \cdot 10^{14}$ Дж) [1]. Распределение суммарной энергии и числа землетрясений в регионе по месяцам показано на рис. 2.

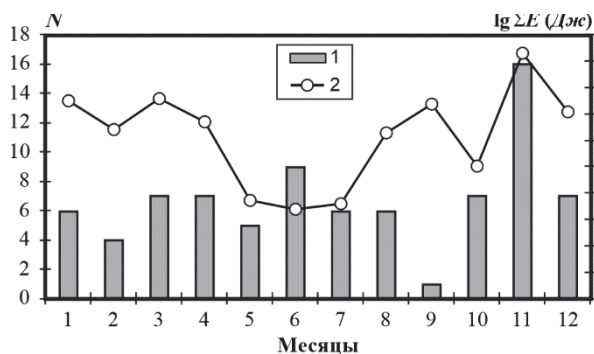


Рис. 2. Распределение количества землетрясений (1) и логарифма выделенной энергии (2) во всем регионе по месяцам за 2014 г.

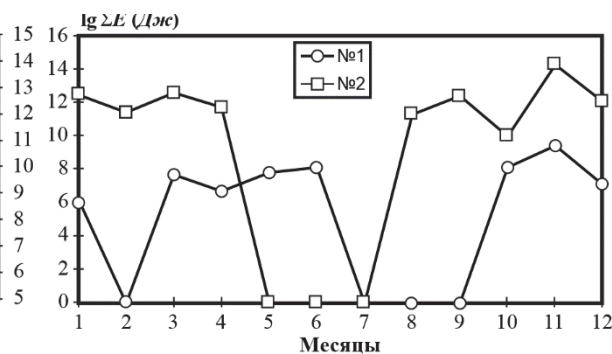


Рис. 3. Распределение логарифма выделенной энергии по месяцам за 2014 г. в Северо-Западном районе (№ 1) и в районе Вранча (№ 2)

Максимальное количество сейсмической энергии ($\Sigma E = 2.11 \cdot 10^{14}$ Дж) выделилось в районе Вранча (№ 2) (рис. 3) и немного превысило уровень таковой в 2013 г. ($\Sigma E = 1.32 \cdot 10^{14}$ Дж). Сейсмическая энергия Северо-Западного района (№ 1) повысилась ($\Sigma E = 2.8 \cdot 10^9$ Дж вместо $\Sigma E = 1.38 \cdot 10^9$ Дж в 2013 г.) [1].

Наибольшее число землетрясений произошло в ноябре ($N=16$), а наименьшее в сентябре ($N=1$). Район Вранча (№ 2) был активным с января по апрель и с августа по декабрь (рис. 3). Сейсмичность Северо-Западного района (№ 1) в 2014 г. представлена 32 событиями. В феврале, июле, августе и сентябре здесь не было зарегистрировано ни одного землетрясения.

Сейсмическая активность наблюдалась также в районе Буковина (№ 5), за исключением сентября, ноября и декабря.

Сейсмическими станциями Украины зарегистрировано 15 ощутимых землетрясений (на территории Румынии и одно в Закарпатье [22]).

Ниже приведен анализ сейсмической обстановки в 2014 г. в каждом из трех районов, где в 2014 г. произошли землетрясения.

Северо-Западный (район № 1). В этом сейсмоактивном районе зарегистрировано 32 землетрясения в диапазоне энергетических классов $K_p=5.2-8.9$ с суммарной сейсмической энергией $\Sigma E=2.80 \cdot 10^9$ Дж.

а) В *Закарпатье* отмечено 27 землетрясений энергетического класса $K_p=5.2-8.9$ с энергией $\Sigma E=2.68 \cdot 10^9$ Дж. Эпицентры землетрясений находятся в пределах ранее выделенных сейсмоактивных зон и приурочены к Закарпатскому и Припаннонскому глубинным разломам, расположенным по обе стороны от Выгорлат-Гутинского вулканического хребта. Вдоль вулканического хребта расположены эпицентры 11 землетрясений. Из них три землетрясения произошли в районе г. Иршава (6 марта в 00^h47^m с $K_p=5.6$, $h=2$ км и в 08^h33^m с $K_p=6.6$, $h=2$ км; 31 октября в 16^h03^m с $K_p=7.2$, $h=10$ км); три – в районе г. Хуст (7 апреля в 16^h47^m с $K_p=6.7$, $h=2$ км; 23 мая в 15^h30^m с $K_d=6.3$, $h=2$ км; 30 июня в 19^h02^m с $K_p=6.5$, $h=2$ км); одно – вблизи г. Свалява (2 июня в 01^h02^m с $K_p=5.6$, $h=2$ км); два – возле с. Кушница (1 ноября в 02^h21^m с $K_d=5.6$, $h=2$ км и 25 ноября в 03^h51^m с $K_p=5.6$, $h=2$ км); одно – в районе с. Брид (24 октября в 05^h23^m с $K_p=6.8$, $h=2$ км) и одно – вблизи с. Нижнее Селище (6 октября в 04^h55^m с $K_p=8.0$, $h=4.5$ км) [15].

В июне зарегистрировано шесть землетрясений в районе г. Мукачево с $K_p=5.4-8.0$. Наиболее сильное из них ($K_p=8.0$) было зарегистрировано 7 июня в 19^h41^m $h=5.6$ км. Основные параметры этого землетрясения определялись с использованием данных сейсмических станций Карпатского региона Украины, Румынии, Словакии и Венгрии.

На протяжении года, в пределах Закарпатской низменности, зарегистрировано девять землетрясений в районе с. Тростник с $K_p=5.6-8.9$ [15].

Землетрясение, которое произошло 15 ноября в 03^h15^m, было довольно сильным по сравнению с остальными. Его энергетический класс $K_p=8.9$ и магнитуда $MSH=2.3$. Очаг землетрясения расположен в земной коре на глубине $h=10$ км. Согласно информации сотрудников сейсмической станции «Тростник», землетрясение ощущалось в населенных пунктах Тростник и Фанчиново с интенсивностью 4 и 4–5 баллов по шкале MSK-64. Некоторые спящие люди просыпались, испытывали испуг, выходили во двор, ощущали дрожание домов, мебели, было замечено движение незакрытых дверей и окон. Был слышен подземный гул, который напоминал движение большой грузовой машины. Данное землетрясение было зарегистрировано сейсмическими станциями Карпатского региона Украины, Румынии, Словакии, Венгрии и Молдовы.

Для двух других землетрясений в районе с. Тростник, зарегистрированных 15 ноября в 02^h42^m с $K_p=8.9$, $MSH=2.3$, $h=13.9$ км и 26 ноября в 10^h49^m с $K_p=8.9$, $MSH=2.3$, $h=13$ км, данных об ощущимости, к сожалению, нет. Остальные землетрясения более слабые и зарегистрированы лишь 3–5 сейсмическими станциями. В 2013 г. в этом же районе имели место три землетрясения с $K_p=6.8$, 6.2 и 6.0 на глубине $h=13.8$, 5.0 и 4.6 км [1].

б) В *Предкарпатье* отмечено четыре события энергетического класса $K_p=5.4-7.8$, суммарная сейсмическая энергия которых составляет $\Sigma E=6.52 \cdot 10^8$ Дж. Очаги этих землетрясений расположены в земной коре на глубине $h=2$ км выше 49 параллели (рис. 1).

Более сильное из них, с $K_p=7.8$ и магнитудой $MSH=1.4$, зарегистрировано 27 мая в 21^h56^m [15] в районе г. Дрогобыч Львовской области. В октябре и ноябре зарегистрировано три слабых события возле с. Ясениця-Сильна Дрогобычского района Львовской области, которые расположены в 6 км на северо-запад от г. Борислав и в 12 км севернее г. Схидниці (2 октября в 23^h05^m с $K_d=6.2$, $h=2$ км; 21 ноября в 23^h28^m с $K_d=6.2$, $h=2$ км и 26 ноября в 04^h01^m с $K_d=5.4$, $h=2$ км). Землетрясения в этом районе зарегистрированы впервые, поэтому их природа требует дальнейшего детального изучения.

в) В Восточной Венгрии зарегистрировано лишь одно событие 13 марта в 03^h44^m с $K_d=7.7$ и $h=7$ км.

В сейсмоактивном **районе Вранча (№ 2)** в Румынии сетью сейсмических станций Украины зарегистрировано 28 землетрясений с $K_p=8.1-14.3$, суммарная сейсмическая энергия которых составляет $\Sigma E=2.11 \cdot 10^{14}$ Дж. При определении координат очагов этих землетрясений были учтены данные сейсмических станций Румынии, Словакии, Венгрии, Польши, Молдовы и Крыма. Сейсмическими станциями Украины зарегистрировано 11 землетрясений, которые ощущались населением на территории Румынии.

а) В *горах Вранча* – всего отмечено 18 землетрясений. Их выделившаяся суммарная энергия составляет $\Sigma E=1.06 \cdot 10^{13}$ Дж. Очаги сосредоточены в зоне промежуточных землетрясений в горном массиве Вранча на глубине $h=77-154$ км.

б) *Предкарпатский прогиб* представлен девятью землетрясениями. Их суммарная сейсмическая энергия равна $\Sigma E=2.01 \cdot 10^{14}$ Дж. Эпицентры этих землетрясений расположены в земной коре. Наиболее сильное землетрясение произошло 22 ноября в районе Фокшан в $19^{\text{h}}14^{\text{m}}$, $K_p=14.3$, $h=46.8$ км и интенсивностью $I=6$ баллов. Подземные толчки были такой интенсивности, что их ощущали во многих городах Румынии, Болгарии, Турции. На территории Молдовы землетрясение ощущалось в г. Кишинёв с интенсивностью $I=4$ балла, а в городах Кагул, Леово с интенсивностью $I=4-5$ баллов [22]. На Украине землетрясение ощущалось населением в Одесской области, а также в городах Черновцы, Николаеве, Херсоне, Днепропетровске, Кировограде, Виннице, Киеве. Особенно ощущали подземные толчки на верхних этажах высотных зданий, раскачивались и звенели люстры, слышался звон посуды, скрип мебели. Согласно данным ISC, землетрясение 22 ноября сопровождалось многочисленными афтершоками. Так, сеть сейсмических станций Румынии отметила 75 афтершоков в течение 4 часов в интервале глубин 20–47 км с наибольшей магнитудой $m_l=3.1$ в $20^{\text{h}}30^{\text{m}}56^{\text{s}}$.

в) *Румыния, район Браила*. Здесь отмечено одно землетрясение 2 октября в $09^{\text{h}}19^{\text{m}}$ с $K_p=10.0$, $MSH=3.0$, $h=2$ км. Эпицентр расположен в земной коре. Землетрясение ощущалось населением Румынии с интенсивностью $I=2$ балла.

Буковина (район № 5). В этом районе зарегистрировано 21 землетрясение с суммарной энергией $\Sigma E=2.51 \cdot 10^9$ Дж. Регистрация сейсмических событий на территории Подольской возвышенности стала возможной в связи с открытием 12.10.2005 г. аналоговой станции «Новоднестровск» с заменой на цифровую с 27.07.2007 г. [2]. В этом году, как и в предыдущие годы, продолжалась регистрация сейсмических событий на территории трех областей – Черновицкой, Хмельницкой и Винницкой. При обработке и интерпретации цифровых записей использовались данные временных сейсмических станций NDNU1, NDNU2, NDNU3 (рис. 4), которые были установлены с 15 января и работали вблизи Днестровского водохранилища по 15 июля [2]. Наличие этих станций за данный период времени дало возможность надежно зарегистрировать в данном районе сейсмические события и точно определить их координаты.

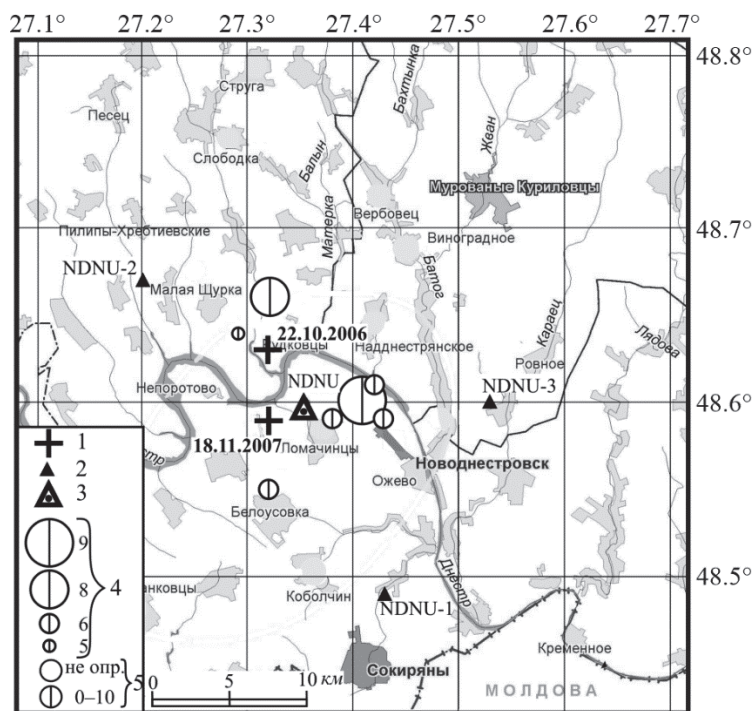


Рис. 4. Землетрясения 2014 г. в районе Днестровского водохранилища

1 – инструментальный эпицентр Новоднестровского-I 22.10.2006 г. [24] и Новоднестровского-II 18.11.2007 г. [25] землетрясений; 2, 3 – временная и постоянная сейсмическая станция соответственно; 4 – энергетический класс; 5 – глубина гипоцентра h , км.

а) *Украина*. В районе Днестровского водохранилища, на территории Черновицкой области зарегистрировано семь землетрясений, очаги которых расположены в земной коре на глубине $h=2$ км. Пять из них были зарегистрированы в июле – 18.07 в $13^{\text{h}}50^{\text{m}}$ с $K_d=5.6$, $h=2.3$ км; 19.07

в $05^{\text{h}}03^{\text{m}}$ с $K_p=8.6$, $h=1.9$ км; 19.07 в $10^{\text{h}}51^{\text{m}}$ с $K_p=5.7$, $h=2.1$ км; 19.07 в $15^{\text{h}}10^{\text{m}}$ с $K_d=6.0$, $h=2.4$ км и 22.07 в $16^{\text{h}}17^{\text{m}}$ с $K_p=5.8$, $h=2.0$ км. Наиболее сильное ($K_p=8.6$), которое произошло 19 июля в $05^{\text{h}}03^{\text{m}}$, было зарегистрировано девятью сейсмическими станциями.

Координаты эпицентров всех этих событий близки (рис. 4) с координатами ощутимых и обследованных 4-балльных землетрясений – Новоднестровского-I 22.10.2006 г. [24] и Новоднестровского-II 18.11.2007 г. [25]. Как видим, они произошли в одной эпицентральной зоне, которая в последние годы активизировалась. Не исключено, что данные землетрясения, как и произошедшие в районе Днестровского энергетического комплекса в предыдущие годы, могут быть спровоцированы заполнением водохранилища Днестровской ГАЭС.

Кроме того, в Черновицкой области зарегистрировано еще три довольно сильных землетрясения: в районе г. Новоселица 13 февраля в $05^{\text{h}}14^{\text{m}}$ с $K_p=8.5$, $h=10$ км; с. Добрыновцы – 21 февраля в $01^{\text{h}}45^{\text{m}}$ с $K_p=7.7$, $h=2$ км; г. Черновцы – 16 марта в $15^{\text{h}}28^{\text{m}}$ с $K_p=6.8$, $h=15.0$ км.

Два события зарегистрированы вблизи водохранилища в районе с. Куражин Хмельницкой области: 12 апреля в $15^{\text{h}}32^{\text{m}}$ с $K_p=5.5$, $h=2.0$ км и 10 июня в $21^{\text{h}}49^{\text{m}}$ с $K_p=8.1$, $h=1.5$ км.

В Винницкой области зарегистрировано три землетрясения: 16 июля в районе с. Борщивцы в $22^{\text{h}}32^{\text{m}}$ с $K_p=6.9$, $h=3.1$ км, 12 августа в районе с. Надднестрянское в $04^{\text{h}}00^{\text{m}}$ с $K_p=6.3$, $h=2.8$ км и 29 августа в районе с. Мурованные Куриловцы в $21^{\text{h}}00^{\text{m}}$ с $K_p=7.1$, $h=2.0$ км.

б) *Румыния, район Ботошан.* В этом районе зарегистрировано четыре землетрясения с суммарной энергией $\Sigma E=1.09 \cdot 10^9$ Дж: 9 января в $04^{\text{h}}45^{\text{m}}$ с $K_p=8.7$, $h=6.0$ км; 28 апреля в $00^{\text{h}}42^{\text{m}}$ с $K_p=7.9$, $h=7.0$ км; 18 октября в $23^{\text{h}}00^{\text{m}}$ с $K_d=6.6$, $h=2.0$ км и 30 октября в $21^{\text{h}}28^{\text{m}}$ с $K_p=8.7$, $h=3.0$ км.

в) *Молдова.* На границе Украины и Молдовы зарегистрировано одно землетрясение с $\varphi=48.29^{\circ}\text{N}$, $\lambda=26.68^{\circ}\text{E}$, произошедшее 11 мая в $20^{\text{h}}22^{\text{m}}$ с $K_p=8.7$, $h=5.0$ км. Событие записано сейсмическими станциями Карпатского региона, Румынии и Молдовы.

Заключение. В заключение следует отметить, что во всех трех сейсмоактивных зонах региона в 2014 г. наблюдалось некоторое повышение уровня сейсмичности по сравнению с таковым в предыдущем году. Особенно оно проявилось в Предкарпатском прогибе, с суммарной энергией $\Sigma E=2.01 \cdot 10^{14}$ Дж, или 94 % от годовой энергии в регионе. Произошедшее здесь коровое ($h_{\text{гг}}=37$ км) землетрясение 22 ноября с $K_p=14.3$, $M_{\text{W}}=5.8$ явилось сильнейшим землетрясением Румынии за весь период инструментальных наблюдений. Оно ощущалось во многих городах Румынии, Молдовы, Украины, Болгарии, Турции.

Параметры землетрясений сейсмоактивного региона Вранча, которые определены украинскими и молдавскими службами, имеют незначительное отличие, поэтому за окончательный вариант каталога следует принять каталог, составленный львовскими сейсмологами, т.к. при их обработке было включено намного больше сейсмических станций.

Особо следует отметить появление новой очаговой зоны выше 49 параллели, вблизи станции «Схидныця», где никогда ранее землетрясений не было, а также продолжение проявления сейсмической активности в районе водохранилища для Днестровской ГАЭС, возможно, спровоцированной его заполнением.

Л и т е р а т у р а

1. Вербицкий С.Т., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Чуба М.В., Келеман И.Н., Стецькив А.Т., Степаненко Н.Я., Илиеш И.И., Алексеев И.В., Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 32–43. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.02
2. Пронишин Р.С. (отв. сост.). Цифровые сейсмические станции сети региона Карпаты, работавшие в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
3. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. – М.: Наука, 1982. – 273 с.
4. Илиеш И.И. (отв. сост.). Аналоговая и цифровые сейсмические станции сети Республики Молдова, работавшие в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
5. Herrmann R.B. FASTHYPO – a hypocenter location program // Earthquake notes. – 1979. – 50. – N 2. – P. 25–37.

6. Кутас В.В., Пронишин Р.С., Руденская И.М. Использование макросейсмических данных при расчете закарпатского годографа P - и S -волн // Сейсмологический бюллетень Украины за 2002 год. – Симферополь: ИГ НАНУ, КЭС, 2004. – С. 119–126.
7. Кутас В.В., Руденская И.М., Калитова И.А. Карпатский годограф P - и S -волн и неоднородности литосферы // Геофиз. журн. – 1999. – 21. – № 3. – С. 45–54.
8. Вербицкий С.Т., Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Вербицкий Ю.Т., Келеман И.Н., Степаненко Н.Я., Илиеш И.И., Симонова Н.А., Алексеев И.В. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 40–48.
9. Вербицкий С.Т., Пронишин Р.С., Прокопишин В.И., Стецкив А.Т., Чуба М.В., Ницименко И.М., Келеман И.Н. Сейсмичность Карпат в 2014 году // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. – Серия «География». – 2014. – Том 27 (66). – № 2. – С. 87–96.
10. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. (Труды ИФЗ АН СССР; № 32 (199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
11. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
12. Anthony Lomax. SeisGram2K Seismogram Viewer v5.3.4X05 (09Sep2008) (BETA) Copyright © 2000–2008. – URL: <http://www.alomax.net/seisgram>
13. Алексеев И.И., Роман А.А., Симонова Н.А. Построение регионального годографа очага Вранча на основе данных Международного Сейсмологического Центра // Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2005. – № 1. – С. 48–52.
14. Алексеев И.В. Программа определения гипоцентра землетрясения HYPOS // Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM. – 2014. – № 2. – С. 24–28.
15. Чуба М.В. (отв. сост.), Пронишин Р.С., Прокопишин В.И., Стецкив А.Т., Ницименко И.М., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Плишко С.М., Добротвир Г.А., Вербицкая О.Я., Давыдяк О.Д., Герасименюк Г.А., Стасюк М.И., Симонова Н.А., Бурлуцкая А.М., Евдокимова О.В. Каталог землетрясений Карпат за 2014 год // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
16. New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP). GeoForschungs Zentrum. – Potsdam: IASPEI, 2002. – 1. – N 3. – P. 24.
17. Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 13.
18. Маламуд А.С. Использование длительности колебаний для энергетической классификации землетрясений // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений, Т. II. – М.: АН СССР, 1974. – С. 180–194.
19. Сейсмологический каталог (сеть телесеизмических станций), 2014. (2020) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_Catalog/2014
20. Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Карданец В.Ю. (отв. сост.). Описание макросейсмических проявлений землетрясений 2014 г. в Молдове // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
21. Степаненко Н.Я., Карданец В.Ю., Симонова Н.А. Ощутимые в Молдове землетрясения 2014 г.: 29 марта с $K_r=12.5$, $M_w=4.7$, 10 сентября с $K_r=12.4$, $M_w=4.5$ и 22 ноября с $K_r=14.3$, $M_w=5.8$ (Румыния-Молдова) // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 288–297. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.29
22. Симонова Н.А., Алексеев И.В., Пронишин Р.С. (отв. сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Карпат в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
23. Симонова Н.А., Алексеев И.В., Пронишин Р.С., Степаненко Н.Я., Карданец В.Ю., Лукаш Н.А., Пойгина С.Г., Бахтиярова Г.М. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Карпат за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
24. Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф. Новоднестровское землетрясение 22 октября 2006 г. с $K_d=8.4$, $M_d=2.4$, $I_0=4$ (Буковина) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 408–411.
25. Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф. Новоднестровское-II землетрясение 18 ноября 2007 г. $K_d=8.9$, $M_d=2.6$, $I_0=4$ (Украина, Буковина) // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 432–434.

CARPATHIANS

S.T. Verbitsky¹, R.S. Pronishin¹, V.I. Prokopishin¹, A.T. Stetskiy¹, M.V. Chuba¹,
I.M. Nishchimenko¹, I.N. Keleman¹, N.Ya. Stepanenko², V.Yu. Kardanets², N.A. Simonova²

¹Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine, pronrom@gmail.com

²Institute of Geology and Seismology, Academy of Sciences of Moldova, Chisinau, Moldova, kis-seismo@mail.ru

Abstract. The article describes seismic observations in the Carpathian region in 2014, which were carried out, as before, by two organizations from two states: in Ukraine – the Seismicity Department of the Carpathian region of the Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, in Moldova – the Seismology Laboratory of the Institute of Geology and Seismology of the Academy of Sciences of Moldova. In Ukraine, 20 stationary digital stations and 3 temporary ones worked in the Dniester energy complex with a processing center in Lviv, in Moldova - six stations with a center in Chisinau. Different programs, local hodographs and magnitudes were used. The consolidated catalog of earthquakes was created in Lviv. A map of epicenters and a table of the distribution of earthquakes of different classes by region are given. The total number of earthquakes in 2014 was $N\Sigma=81$ in the range $K_P=5.2-14.3$ with the interval of hypocenter depths $h=1-154$ km and the total seismic energy $\Sigma E=2.11 \cdot 10^{14}$ J. Of these, 18 earthquakes with depths $h=77-154$ km located in the Vrancea zone. The maximum earthquake with $K_P=14.3$ was registered on November 22 in the Precarpathian Trough with $h_{pp}=37$ km. In the Vrancea mountains the maximum earthquake occurred on March 29 with the $K_P=12.5$ and $h_{pp}=136$ km. In the Precarpathian and Transcarpathian regions, all earthquakes were weaker. The most powerful event in Transcarpathia was a perceptible earthquake that occurred near the Trostnyk seismic station on November 15 with $K_P=8.9$. The earthquake source is located in the Earth's crust at a depth of $h=10$ km. The earthquake was felt by the population of the Dyakovo, Trostnyk, Fanchykovo villages with the intensity of 5 and 4–5. In general, in all the seismically active zones of the Carpathians in 2014, there was a slight increase in the level of seismicity compared to that in 2013.

Keywords: Ukraine, Carpathians, station networks, perceptible earthquake, intensity in balls, seismic energy, intermediate earthquakes.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.02

For citation: Verbitsky, S.T., Pronishin, R.S., Prokopyshyn, V.I., Stetskiy, A.T., Chuba, M.V., Nishchimenko, I.M., Keleman, I.N., Stepanenko, N.Ya., Kardanets, V.Yu., Simonova, N.A. (2020). [Carpathians]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 27–37. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.02

References

1. Verbitskiy, S.T., Pronishin, R.S., Verbitskiy, Yu.T., Chuba, M.V., Keleman, I.N., Stetskiy, A.T., Stepanenko, N.Ya., Iliyesh, I.I., Alekseyev, I.V., & Simonova, N.A. (2019). [Carpathians]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), 32–43. (In Russ.). Doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.02
2. Pronishin, R.S. (2020). [Digital seismic stations in the Carpathian region network operating in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
3. *Instruktsiia o poriadke proizvodstva i obrabotki nabliudenii na seismicheskikh stantsiiakh Edinoi sistemy seismicheskikh nabliudenii SSSR* [Instructions on the procedure for the production and processing of observations at seismic stations of the Unified Seismic Observation System of the USSR]. (1982). Moscow, Russia: Nauka Publ., 273 p. (In Russ.).
4. Iliyesh, I.I. (2020). [Analog and digital seismic stations of the Republic of Moldova network operating in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
5. Herrmann, R.B. (1979). FASTHYPO—a hypocenter location program. *Earthquake notes*, 50(2), 25–38.
6. Kutas, V.V., Pronishin, R.S., & Rudenskaya, I.M. (2004). [The use of macroseismic data in the calculation of the Transcarpathian hodograph *P*- and *S*-waves]. In *Seismologicheskii biulleten' Ukrainy za 2002 god* [Seismological bulletin of Ukraine for 2002], (pp. 119–126). Simferopol, Ukraine: IGF NAS CEC Publ. (In Russ.).
7. Kutas, V.V., Rudenskaya, I.M., & Kalitova, I.A. (1999). [Carpathian godograf of *P*- and *S*-waves and lithospheric heterogeneity]. *Geofizicheskii zhurnal* [Geophysical journal], 21(3), 45–54. (In Russ.).
8. Verbitskiy, S.T., Pronishin, R.S., Stasyuk, A.F., Chuba, M.V., Verbitskiy, Yu.T., Keleman, I.N., Stepanenko, N.Ya., Iliyesh, I.I., Simonova, N.A., & Alekseyev, I.V. (2018). [Carpathians]. *Zemletriaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21(2012), 40–48. (In Russ.).

9. Verbitskiy, S.T., Pronishin, R.S., Prokopishin, V.I., Stetskiy, A.T., Chuba, M.V., Verbitskiy, Yu.T., Nishchimenko, I.M., & Keleman, I.N. (2014). [Seismicity of the Carpathians in 2014]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. – Seriya «Geografiya»* [Scientific notes of the Taurida National University named after V.I. Vernadsky. Series "Geography"], 27(2), 87–96. (In Russ.).
10. Rautian, T.G. (1964). [On the determination of the energy of earthquakes at a distance of 3000 km]. In *Ekspperimental'naya seismika. Trudy IFZ AN SSSR № 32(199)* [Experimental seismic. Proceedings of the IFZ SA USSR № 32(199)] (pp. 88–93). Moscow: Nauka Publ. (In Russ.).
11. 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.).
12. SeisGram2K Seismogram Viewer. (n.d.). Retrieved February 10, 2020, from <http://www.alomax.net/seisgram>
13. Alekseyev, I.V., Roman, A.A., & Simonova, N.A. (2005). [Construction of a regional locus of Vrancea focus based on data from the International Seismological Center]. *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM* [Bulletin of the Institute of Geology and Seismology of the ASM], 1, 48–52. (In Russ.).
14. Alekseyev, I.V. (2014). Program for determining the hypocenter of the earthquake HYPOS. *Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM* [Bulletin of the Institute of Geology and Seismology of the ASM], 2, 24–28. (In Russ.).
15. Chuba, M.V., Pronishin, R.C., Prokopishin, V.I., Stets'kiv, A.T., Nishchimenko, I.M., Keleman, I.N., Garandzha, I.A., Dobrotvir, G.A., Verbitskaya, O.Ya., Davydyak, O.D., Gerasimenyuk, G.A., Stasyuk, M.I., Simonova, N.A., Burlutskaya, A.M., & Yevdokimova, O.V. (2020). [Catalog of the earthquakes of the Carpathians for 2014]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
16. Bormann, P. (2002). New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP), vol. 1. *GeoForschungs Zentrum Potsdam, Potsdam*.
17. Kondorskaya, N.V. (1977). [Tool data]. 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], (p. 13). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
18. Malamud, A.S. (1974). [Use of oscillation duration for energy classification of earthquakes]. *Magnituda i energeticheskaia klassifikatsiia zemletriasenii, T. II* [Magnitude and energy classification of earthquakes, V. II] (pp. 180–194). Moscow, Russia: AS USSR Publ. (In Russ.).
19. GS RAS, Catalog of Teleseismic Stations, 2014. (2020). Retrieved from <ftp://ftp.gsras.ru/pub/TeleseismicCatalog/2014>
20. Stepanenko, N.Ya., Simonova, N.A., & Kardanets, V.Yu. (2020). [Description of macroseismic manifestations of earthquakes in 2014 in Moldova]. *Zemletryaseniia severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014). Appendix on CD. (In Russ.).
21. Stepanenko, N.Ya., Kardanets, V.Yu., & Simonova, N.A. (2020). [Earthquakes felt in Moldova in 2014: March 29 with $K_p=12.5$, $M_w=4.7$, September 10 with $K_p=12.4$, $M_w=4.5$ and November 22 with $K_p=14.3$, $M_w=5.8$ (Romania-Moldova)]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 27–37. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.02
22. Simonova, N.A., Alekseyev, I.V., & Pronishin, R.S. (2020). [The macroseismic effect of tangible earthquakes in the settlements of the Carpathians in 2014]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
23. Simonova, N.A., Alekseyev, I.V., Pronishin, R.S., Stepanenko, N.Ya., Kardanets, V.Yu., Lukash, N.A., Poygina, S.G., & Bakhtiarova, G.M. (2020). [Information about points for which there is information about macroseismic manifestations of tangible earthquakes of the Carpathians in 2014]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
24. Pronishin, R.S., & Stasyuk, A.F. (2012 г.). [Novodnistrovsky earthquake on October 22, 2006 with $K_d=8.4$, $M_d=2.4$, $I_0=4$ (Bukovina)]. In *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii v 2006 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2006], (pp. 408–411). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
25. Pronishin, R.S., & Stasyuk, A.F. (2013). [Novodnistrovsky-II earthquake on November 18, 2007 with $K_d= 8.9$, $M_d=2.6$, $I_0=4$ (Bukovina)]. In *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii v 2007 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2007], (pp. 432–434). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).