## УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

## КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА имени В. И. ВЕРНАДСКОГО. ГЕОГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЯ

Научный журнал

<u>Том 6 (72). № 4</u>

Журнал «Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология» является историческим правопреемником журнала «Ученые записки Таврического университета», который издается с 1918 г.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского Симферополь, 2020

#### ISSN 2413-1717

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ №ФС77 – 61806 от 18 мая 2015 года Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

#### Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

«крымскии федеральный университет имени В. И. Вернадского» Печатается по решению Научно-технического совета

ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», протокол № \_\_ от «\_\_» 2020 г. Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, группа научных специальностей 25.00.00. Науки о Земле, дата включения — 12.07.2017 по группам специальностей: 25.00.01 — Общая и региональная геологоя (геолого-минералогические науки), 25.00.03 — Геотектоника и геодинамика (геологоминералогические науки); 25.00.08 — Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение (географические науки); 25.00.10 — Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых (геолого-минералогические науки); 25.00.23 — Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки); 25.00.24 — Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки); 25.00.25 — Геоморфология и эволюционная география (географические науки); 25.00.30 — Метеорология, климатология, агрометеорология (географические науки); 25.00.33 — Картография (географические науки); 25.00.25 — Геоинформатика (географические науки); 25.00.36 — Геоэкология (по отраслям) (географические науки), а также в систему «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ).

#### Редакционная коллегия журнала «Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология» (утверждена решением Научно-технического совета Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, протокол №1 от «05» марта 2018 г.)

#### Главный редактор – Вахрушев Борис Александрович, д. г. н., профессор

Амеличев Г.Н., к. г. н., доцент Баранов П.Н., д.г.-м.н., д.г.н., профессор (Украина) Боков В.А., д. г. н., профессор Вольфман Ю.М., к. г.-м. н. Воронин И.Н., д. г. н., профессор Дружинин А.Г., д. г. н., профессор Ергина Е.И., д. г. н., профессор Ибрагимов А. И. Оглы, д.г.н, профессор (Турция) Кочуров Б.И., д.г.н., профессор Линник В.Г., д.г.н, с.н.с. Лисецкий Ф.Н., д.г.н., профессор Никитина М.Г., д. г. н., д. э. н., профессор Округин В.М., к.г.-м-.н., с.н.с. Дублянский Ю.В., д. г.-м. н. (Австрия) Плохих Р.В., д.г.н., доцент (Казахстан)

Позаченюк Е.А., д. г. н., профессор Попкова Л.И., д. г. н., доцент Пустовитенко Б.Г., д. ф.-м. н., с.н.с. Райко Гнято, д.г.н., профессор (Республика Србская) Совга Е.Е., д.г.н., с.н.с. Скребец Г.Н., к. г. н., доцент Старожилов В.Т., д.г.н., профессор Страчкова Н.В., к. г. н., доцент (ответственный секретарь) Танжу Тосун, доктор политологии (Турция) Холопцев А.В., д. г. н., профессор Шаповалов Ю.Б., д.г.-м.н., с.н.с. Шаров Н.В., д.г.-м.н., профессор Швец А.Б., к. г. н., доцент Яковенко И.М., д. г. н., профессор

Подписано в печать \_\_\_\_\_.2020. Формат 70х100 1/16 Объем 22,5 усл. п. л. Заказ № \_\_\_\_. Цена свободная Тираж 50 экз. Дата выхода в свет \_\_\_\_\_.2020 Отпечатано в управлении редакционно-издательской деятельности ФГАОУ ВО

«КФУ имени В. И. Вернадского» 295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7 http://sn-geography.cfuv.ru

#### ПРЕДИСЛОВИЕ

Данный специальный выпуск журнала является продолжением научнометодического и справочно-аналитического сборника «Сейсмологический бюллетень Украины», издаваемого ежегодно по результатам сейсмического мониторинга. Ранее, с момента основания в 1970 г, сборник выходил под названием «Сейсмологический бюллетень западной территориальной зоны единой системы сейсмических наблюдений СССР».

В настоящем выпуске журнала представлена подробная информация обо всех зарегистрированных сейсмических событиях, произошедших в 2019 г. на территории Крымско-Черноморского и Карпатского регионов.

В 2019 г. в Крымско-Черноморском регионе наблюдался спад сейсмической активизации, как по количеству зарегистрированных землетрясений, так и по уровню суммарной выделенной сейсмической энергии. За год зарегистрировано 85 местных землетрясений, одно из которых, произошедшее 6 апреля вблизи побережья Крыма, ощущалось в г. Феодосия с интенсивностью *I* = 2 балла.

Отдельно дан анализ эффективности работы сейсмических станций в северозападной части Крыма «Тарханкут» и «Донузлав-2». Сделан вывод о достаточно высокой чувствительности, эффективности и хорошем качестве регистрационных возможностей этих станций.

Для землетрясений Крымско-Черноморского региона приведены спектральные и динамические параметры очагов 14 землетрясений, восстановленные по амплитудным спектрам объемных сейсмических волн.

В Карпатском регионе в 2019 году зарегистрировано 51 землетрясение. Наиболее сильное из них, произошедшее 3 сентября в зоне Вранча на глубине 128 км с *MSH* = 4.1, ощущалось на территории Одесской области и Молдовы с интенсивностью до *3 баллов*. Выделившаяся суммарная сейсмическая энергия была на два порядка ниже уровня предыдущего 2018 года.

Помимо результатов сейсмического мониторинга за 2019 год также представлена статья по разработке новых подходов к поиску предвестников землетрясений. На основании исследования большого количества проявлений эффекта перед сильными землетрясениями Земли предложен новый краткосрочный атмосферно-барический предвестник землетрясений в виде специфических конфигураций изобар в зоне будущего землетрясения.

В другой научно-методической статье на примере сильнейшего глубокофокусного Охотоморского землетрясения 24.05.2013 г. с магнитудой 8.3 рассмотрен отклик геомагнитного поля на приход сейсмических волн в районы расположения магнитометрических станций по всему Миру. Установлено, что отклик наблюдается только на станциях, расположенных в зонах аномального магнитного поля. Сделан вывод, что причиной возникновения сейсмомагнитного эффекта могут быть процессы в среде с остаточной намагниченностью горных пород в районах расположения станций.

Редколлегия

#### ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

## названий сейсмических станций в соответствии со стандартом International Registry of Seismograph Stations International Seismological Centre (ISC)

Сейсмическ	ие станции Крымской сети	Сейсмические станции Молдон					
ALU	Алушта	KIS	Кишинев				
FEO	Феодосия	LEOM	Леово				
SUDU	Судак	SORM	Сороки				
SEV	Севастополь	GIUM	Джурджулешты				
SIM	Симферополь	MILM	Милештий Мичи				
YAL	Ялта						
TARU	Тарханкут						
DNZ2	Донузлав-2						
KERU	Керчь						
Сейсмически	е станции Карпатской сети	цомэ гс р.	АН на Северном Кавказе				
BERU	Берегово	ANN	Анапа				
BRIU	Брид	GELR	Геленджик				
CHRU	Черновцы	SPGR	Шапсуг				
HOLU	Холмец	VSLR	Веселовка				
HORU	Городок						
KMPU	Каменец-Подольский						
KORU	Королево						
KSV	Косов						
LVV	Львов						
LUBU(2019)	Любешка						
MEZ	Межгорье						
MORS	Моршин						
MUKU	Мукачево						
NSLU	Нижнее Селище						
NDNU	Новоднестровск						
RAK	Рахов						
SHIU	Схидныця						
STNU	Старуня						
TRSU	Тросник						
UZH	Ужгород						
STBU	Стебник						
PNT3	Стебник (временная)						
STZU	Стужица						

Встречающиеся в тексте сборника сокращения названий других сейсмических станций также соответствуют стандартным обозначениям ISC.

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Α	-	амплитуда смещения почвы, измеренная по горизонтальной (N S E W) и вертикальной (Z)
		$\frac{1}{2} COCTABLISHOU (14-5, E-W) = 0 COTABLISHOU (E)$
Az	_	азимут направления с эпицентра на станцию
		определенный по координатам эпицентра град
Е	_	сейсмическая энергия Дж
D		лиительность записи колебаний от момента вступления
D		продольной волны до полного прекрашения колебаний с
i.e	_	инлексы четкости определения фаз (і – четко, е – нечетко)
h	_	пидекем неткости определения $\phi$ аз (г нетко, с не нетко)
Б	_	интенсивность землетрясения в пункте k в баллах по
≖ĸ		шкале MSK-64
Imax	_	максимальная интенсивность сотрясений
mux		энергетический класс землетрясения по номограмме
Кп	_	Пустовитенко
		энергетический класс землетрясения по номограмме
Кр	_	Раутиан
KD	_	энергетический класс землетрясения, определенный по
		длительности записи (D)
MLH	_	магнитуда, определенная по горизонтальным составляющим
		поверхностной волны по среднепериодной аппаратуре
ML	_	локальная магнитуда
MD		магнитуда, определенная по длительности колебаний (D)
MPV	_	магнитуда, определенная по вертикальной составляющей
		продольных волн
mb	_	магнитуда, определенная по вертикальной составляющей
		продольных волн короткопериодного канала
MSH	_	магнитуда, определенная по горизонтальной
		составляющей поперечных волн (S)
MSM	_	магнитуда, определенная в максимальной фазе поперечной
		волны по Молдавской сети сейсмических станций
Mw	_	магнитуда, определенная по значению сейсмического
		момента
Mc	-	магнитуда, определенная по сейсмической коде
n	-	число данных, участвовавших в усреднении
$O(t_0)$	-	момент возникновения землетрясения (время по Гринвичу)
Pg, Sg	—	времена вступлений прямых продольных и поперечных волн
<b>P</b> , <b>S</b> ( <b>Pn</b> , <b>Sn</b> )	_	времена вступлений головных или рефрагированных
		ВОЛН
Pgm, Sgm, Pnm,	-	времена вступлений максимальных фаз продольных и
Snm, Pm, Sm		поперечных волн

( <b>P</b> ), ( <b>S</b> )	—	неуверенное определение типа волны											
S-P	—	разность времен пробега поперечных и продольных волн, с											
Т	_	ериод колебания волны, <i>с</i>											
α	_	азимут направления на эпицентр, определенный по											
		амплитудам первых вступлений волн, град											
Δ	_	эпицентральное расстояние, км											
δh	_	погрешность определения глубины очага, км											
δΚ	_	погрешность определения энергетического класса											
		землетрясения											
$\delta t_0$	_	погрешность определения времени возникновения											
		землетрясения, с											
δφ, δλ	_	погрешности определения координат эпицентра, град											
φ° Ν, λ° Ε	—	географические координаты эпицентра землетрясения, град											

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.

География. Геология. Том 6 (72). № 4. 2020 г. С. 7-66.

#### РАЗДЕЛ 1.

## ГЕОФИЗИКА И СЕЙСМОЛОГИЯ

УДК 550.348.435

#### СЕЙСМИЧНОСТЬ КРЫМА В 2019 ГОДУ

Калинюк И. В.<sup>1,2</sup>, Свидлова В. А.<sup>1</sup>, Бондарь М. Н.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт сейсмологии и геодинамики ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия.

<sup>2</sup>ГАУ «Крымский Республиканский Центр оценки сейсмической и оползневой опасности,

технического обследования объектов строительства», Симферополь, Республика Крым, Россия.

#### E-mail: epicrimea@mail.ru

Сейсмические наблюдения в Крыму выполнялись сетью из 9 станций. На основе материалов наблюдений описаны особенности сейсмичности Крымско-Черноморского региона в 2019 г. Приведены: параметры действующей на сейсмических станциях сейсмометрической аппаратуры; карты представительной регистрации землетрясений и эпицентров; каталог, таблицы и графики распределения числа землетрясений и энергетических параметров по годам и районам, глубинам региона. Показано, что в 2019 г. наблюдался спад сейсмической активности. Всего за год локализовано 85 землетрясений. Суммарная выделенная сейсмическая энергия  $\Sigma E = 48.7755 \cdot 10^9 Дж$  меньше в 32 раза среднегодового значения энергии за предыдущий 10-летний период. Описана активизация сейсмичности в Судакско-Феодосийском районе с единственным ощутимым землетрясением энергетического класса  $K_{\Pi} = 9/9$ , интенсивностью сотрясений I = 2 балла.

Ключевые слова: сейсмичность, сейсмическая станция, эпицентр, гипоцентр, энергетический класс.

#### введение

В 2019 году инструментальный мониторинг сейсмических процессов в Крымско-Черноморском регионе выполнялся сетью из шести стационарных сейсмических станций геофизической обсерватории Института сейсмологии и геодинамики: «Симферополь» (SIM), «Севастополь» (SEV), «Ялта» (YAL), «Алушта» (ALU), «Судак» (SUDU), «Феодосия» (FEO) и трех станций с дистанционной связью — «Тарханкут» (TARU), «Донузлав-2» (DNZ2), «Керчь» (КЕRU), организованных и обслуживающихся совместно Институтом сейсмологии и геодинамики КФУ и ГАУ «Крымский Республиканский Центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»). Расположение сейсмических станций показано на рис. 1.

Наблюдения на пункте «Керчь» восстановлены 22 мая 2019 г. совместно с ГАУ РК «КРЦ» после остановки 31.07.2016 года.

На всех станциях сети цифровая регистрация ведется в непрерывном режиме. В точках наблюдений «Симферополь», «Севастополь», «Ялта», «Тарханкут», «Керчь», «Донузлав-2» установлены регистраторы «Байкал-8», к которым есть удалённый доступ посредством сети Интернет.

В региональный центр сбора информации в Симферополе записи наблюдений со стационарных станций передаются по e-mail, с трех периферийных пунктов наблюдений скачиваются через удаленный доступ.



СЕЙСМИЧНОСТЬ КРЫМА В 2019 ГОДУ

Рис. 1. Крымская сеть сейсмических станций в 2019 г.

#### 1. СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ

Общие сведения о станциях приведены в таблице 1, а данные о регистрирующей аппаратуре по состоянию на 2019 год — в таблицах 2, 3.

Таблица 1.

Сейсмические станции Крыма (в хронологии их открытия), работавшие в 2019 г.

№	Стан	ция		Пото	Начало	К	оординаті	ы	
	Царраниа	К	эд	дата	цифровой	o° N	10 E	$h_{\mathrm{y}}$ ,	Подпочва
	пазвание	межд.	рег.	открытия	регистрации	φ,Ν	Λ, E	$\mathcal{M}$	
1	«Феодосия»	FEO	Фдс	11.10.1927	13.09.2006	45.02	35.39	40.0	мергелистая глина
2	«Ялта»	YAL	Ялт	13.03.1928	05.07.2000	44.48946	34.15337	23.6	шиферные сланцы
3	«Симферополь»	SIM	Смф	14.05.1928	25.06.2000	44.9494	34.1161	275.0	нуммулитовый известняк
4	«Севастополь»	SEV	Свс	28.06.1928	20.08.2006	44.54499	33.6792	42.0	суглинки
5	«Алушта»	ALU	Алш	03.10.1951	12.07.2006	44.68	34.40	61	глинистые сланцы
6	«Судак»	SUDU	Суд	18.10.1988	15.10.2006	44.8883	34.9967	108.0	глинистые сланцы
7	«Керчь»	KERU	Кер	19.05.1997	07.03.2007	45.3051	36.4532	70.2	мшанковый известняк
8	«Тарханкут»	TARU	TARU	11.07.2012	11.07.2012	45.3678	32.5321	10	известняк
9	«Донузлав-2»	DNZ2	Днз2	26.07.2019	26.07.2018	45.3747	33.2144	56	известняк

Все сейсмические станции Крыма оборудованы цифровой регистрирующей аппаратурой с различными техническими характеристиками.

На региональных станциях «Севастополь» — SEV, «Алушта» — ALU, «Судак» — SUDU, «Феодосия» — FEO продолжают регистрацию 12-разрядные ЦСС MSP (табл. 2). Особенности их функционирования приведены в работе [1].

Таблица 2.

Станция	Тип датчика	Группа каналов (каналы)	Частотный диапазон, <i>Г</i> ц	Частота квантования, Гц	Разрядность АЦП	Амплитудный динамический диапазон	Дата начала регистрации
«Севастополь»	СКМ-3	(N, E, Z)	0.2–10	64	12	70	20.08.2006 г.
«Судак»	CKM-3	(N, E, Z)	0.2–10	64	12	70	15.10.2006 г.
«Алушта»	CKM-3	(N, E, Z)	0.2–10	64	12	70	12.07.2006 г.
«Феодосия»	ВЭГИК	(N, E)	0.2-10	64	12	70	03.09.2006 г.
	CKM-3	(Z)	0.2–10	64	12	70	

Основные параметры ЦСС MSP Крыма в 2019 г.

Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) короткопериодных каналов ЦСС MSP показаны на рис. 2.



Рис. 2. Калибровочные кривые ЦСС MSP.

Шесть пунктов наблюдений оборудованы широкополосной аппаратурой с большим динамическим диапазоном — ЦРСС «Байкал-8» [2], параметры которых приведены в табл. 3. Эти станции работают синхронно, точность привязки по GPS к времени UTS не более 5 *мкс*. Так как на стационарной станции «Севастополь» цифровая регистрация сейсмических сигналов выполняется двумя типами аппаратуры, записи регистратором «БАЙКАЛ-8» обозначены — SE1.

Таблица 3.

					1 ao.
Основные пар	раметры	цифровых	сейсмических	станций	«БАЙКАЛ-8»

Станция/код межд./имя ЦСС	Тип датчика	Каналы	Частотный диапазон, Ги/ Частота квантования, Ги	Динамический диапазон, дБ/ Разрядность АЦП, бит	Чувстви- тельность, 10 <sup>6</sup> отсч.* <i>с/м</i>	Дата начала регистра- ции	
		EHZ			9191		
	CX	EHN	0,1–20/100		8353	21.06.	
Севастополь		EHE		122/24	10030	2010	
/ SEV/ SE1		BHZ		132/24	773		
	СКД	BHN	0,06–4/100		861	7.07.	
		BHE			693	2017	
		BHZ			3543		
	СКД	BHN	0,01-4/100		3423	1.04.	
Симферополь		BHE		120/04	3755	2010	
/SIM/SIM		EHZ		132/24	16818		
	CM-3	EHN	0,1-20/100		17880	1.04. 2016	
		EHE			17795	2010	
		EHN			19072		
Тарханкут	CM-3	EHE	0,1-25/100	132/24	19220	07.07.	
/TAKU/TAKU		EHE			20079	2017	
		EHZ			9282		
	CV	EHN	0,1-20/100	132/24	8002	13.04.	
_	СЛ	EHE			7439	2010	
Ялта /УАГ/УАГ		BHZ			4230		
/ 171L/ 171L	СКД	BHN	0,01-4/100	132/24	5448	21.04.	
		BHE			5363	2016	
		EHZ			7859		
Донузлав-2	CM-3	EHN	0,1-20/100	132/24	6670	26.07.	
/DNZ2/DNZ2		EHE			7024	2018	
10		EHZ			3664	22.05	
Керчь /KFRI/KFRI	CM-3	EHN	0,6–30/100	132/24	5559	22.05.	
/ KEKU/ KEKU		EHE			6518	2017	

Для полученного в 2019 году диапазона энергетических классов и магнитуд

землетрясений региона, замеры амплитуд и периодов выполнялись по короткопериодным ЕН-каналам. Амплитудно-частотные характеристики ЕН-каналов регистратора «БАЙКАЛ-8» показаны на рис. 3.



Рис. 3. Калибровочные кривые ЕН-каналов ЦСС «Байкал-8.

Подробные данные о землетрясениях (табл. 5), зарегистрированных на станции «Севастополь» (SEV) представлены только по ЕН-каналам ЦСС «Байкал-8» (SE1). Для всех станций, на которых установлен регистратор «Байкал», рассчитаны АЧХ в комплексном виде (в полюсах и нулях), что позволяет выполнить в программе WSG функцию «симулирование» записей приборов KIRNOS, ВЭГИК, СКМ.

#### 2. АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Построена уточненная карта энергетической представительности  $K_{\min}$  на территории региона по материалам сводных бюллетеней за 2018–2019 гг., показанная на рис. 4. В расчеты изолиний не вошли данные станции «Керчь», которая за семь месяцев работы не зарегистрировала ни одного крымского землетрясения. Из рисунка следует, что уровень надежной регистрации, обеспечиваемый вышеописанной сетью, изменяется от  $K_{\min} = 6$  до  $K_{\min} = 9$ . Представительная регистрация землетрясений с  $K_{\Pi} = 9.0$  (по региональной классификации [3]) обеспечивается по-прежнему практически для всего региона. Исключая край Керченского п-ова, изолиния  $K_{\min} = 8$  покрывает весь п-ов Крым и значительную часть акватории Чёрного моря. Открытие в последние годы станций «Тарханкут» и «Донузлав-2», заметно повысило чувствительность сети: увеличились площади в пределах всех изолиний  $K_{\min} = 9$ ,  $K_{\min} = 8$ ,  $K_{\min} = 7$  в северном, западном и южном направлениях. Регистрация без пропусков слабых землетрясений  $K_{\min} = 6$  обеспечена на очень маленьком участке между станциями «Севастополь», «Ялта», «Симферополь», «Судак».



Рис. 4. Карта энергетической представительности землетрясений в изолиниях  $K_{\min}$ : 1 — граница региона; 2 — изолинии  $K_{\min}$ ; 3 — сейсмическая станция.

Первичная интерпретация полученных цифровых материалов наблюдений попрежнему выполняется с использованием программы WSG [4] на всех сейсмических станциях. Оценка динамических параметров сейсмических волн землетрясений дана по материалам регистрации каждой цифровой станции.

При сводной обработке, расчеты основных кинематических параметров выполняются в программе GIPO последней версии, содержащей уточненный годограф волн землетрясений Крымско-Черноморского региона [5, 6, 7, 8].

Как обычно, при расчетах гипоцентров использованы сведения из бюллетеней станции «Анапа». Дополнительно привлекались времена вступлений первичных волн, взятых из электронного оперативного каталога EMSC [7].

Это в основном для землетрясений Черноморской впадины, а также для некоторых событий Керченско-Анапского, Азово-Кубанского, Судакско-Феодосийского, Севастопольского, Северо-Западного районов на станциях <u>России</u>: GELR, VSLR, SPGR; <u>Северной Турции</u>: SINO, BOYA, HAVZ, BZK, BTIN, DIKM, KURC, BINT, ISK; <u>Украины</u>: NE56 (Одесса); <u>Румынии</u>: TIRR, TSSL, EFOR, MANR, TLCR; <u>Болгарии</u>: SPN.

#### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

По материалам сводной обработки полученной сейсмологической информации составлены региональный каталог и подробные данные обо всех землетрясениях, которые представлены в таблицах 4 и 5, размещенных в конце настоящей статьи.

Каталог за 2019 г. содержит сведения о 85 сейсмических событиях, для которых определены координаты гипоцентров.

Классификация землетрясений выполнена по следующим энергетическим параметрам: энергетический класс  $K_{\Pi}$  [3] и класс по длительности KD [8] для всех землетрясений, магнитуды по коде Mc [9] — для 5 землетрясений, по длительности MD [10] — для 8, MSH — для 10.

Для 14 событий региона получены спектральные и динамические параметры их очагов, приведенные в работе Пустовитенко Б. Г., Эреджепова Э. Э., Бондарь М. Н.

Магнитуда *MSH* рассчитана в программе WSG [4] как локальная по максимуму поперечной волны *S*. Диапазон энергетических классов равен  $K_{\Pi} = 3.8-10.0$ , диапазон магнитуд — Mc = 2.5-3.4, MD = 2.7-3.4, MSH = 2.5-3.7, соответственно.

Общее число локализованных в 2019 г. землетрясений N = 85 чуть меньше среднего значения, Ncp = 89 за десятилетний период наблюдений (табл. 6). При этом суммарный объем выделившейся сейсмической энергии в 2019 г. составляет  $\Sigma E = 48.7755 \cdot 10^9 Д ж$ , то есть в 7,5 раз меньше годовой энергии 2018 г. [1] —  $\Sigma E = 364.0585 \cdot 10^9 Д ж$ , и в 32 раза меньше среднегодового значения за предыдущие 10 лет.

В таблице 6 приведены: число землетрясений за год  $N_{\Sigma}$  и суммарная, выделившейся в очагах этих землетрясений сейсмическая энергия  $\Sigma E$ , а также энергетический уровень самого сильного землетрясения года  $K_{\text{max}}$ .

Варьирование в течение 10 лет основных характеристик сейсмической активности региона: числа землетрясений N и суммарной, выделившейся в очагах этих землетрясений энергии  $\Sigma E$ , проиллюстрировано на рис. 5.

Распределение числа землетрясений и суммарной сейсмической энергии по годам за 2009–2019 гг.

Таблица 6.

Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Сред-	2019
K <sub>max</sub>	11	10	11	12	10	11	11	13	11	11	нее	10
NΣ	161	91	92	53	64	119	58	59	89	100	89	85
ΣE, 10 <sup>9</sup> Дж	349	33	144	1288	53	191	149	13104	131	364	1581	49



Рис. 5. Распределение по годам суммарной выделившейся энергии  $lg\Sigma E$  (1) и числа землетрясений  $N_{\Sigma}$  (2) в Крымско-Черноморском регионе за 2009–2019 годы.

Временно́й анализ сейсмичности региона показывает, что в 2019 г. наблюдался спад сейсмической активности. Годовое число землетрясений уменьшилось со 100 до 85, и значительно снизился уровень высвободившейся энергии в очагах зарегистрированных землетрясений. Только при одном землетрясении 6 апреля в 08 ч 01 мин, энергетического класса  $K_{\Pi} = 9.9$  отмечено слабое макросейсмическое проявление в  $I \sim 2$  балла по шкале MSK 64 [11], в г. Феодосия,  $\Delta = 40 \ кm$ .

На рис. 6 отражено пространственное распределение эпицентров всех местных землетрясений с энергетическими классами  $K_{\Pi} = 3.8-10.0$  в 2019 г.



Рис. 6. Карта эпицентров землетрясений Крыма в 2019 г. 1 — энергетический класс  $K_{\Pi}$ ; 2 — глубина гипоцентра h,  $\kappa m$ ; 3 — сейсмическая станция, а) Крымская сеть, б) сеть Северного Кавказа; 4 — граница района.

Традиционно, максимум эпицентров относится к акватории Черного моря, повышенная плотность эпицентров — в центральной части региона и Керченско-Анапском районе. Необычно высокая концентрация эпицентров землетрясений отмечена в Судакско-Феодосийском районе второй год подряд.

Распределение глубин залегания очагов землетрясений (рис. 6) имеет мозаичный вид: помимо землетрясений на средней глубине  $h = 11-25 \ \kappa m$ , присутствуют как поверхностные землетрясения с  $h \le 10 \ \kappa m$ , так и относительно заглубленные с  $h > 25 \ \kappa m$ .

Проявление сейсмичности отдельных районов региона проиллюстрировано на рис. 7 в виде графиков временного хода высвобождения сейсмической энергии  $\Sigma E$  в течение последних 10 лет.



Рис. 7. Графики изменения выделенной энергии Е в течение последних 10 лет.

Прямая линия на графиках соответствует рассчитанному среднему значению сейсмической энергии каждого района за этот период. Графики наглядно иллюстрируют, что сейсмическая активность каждого района, исключая Судакско-Феодосийский, ниже среднего уровня. Значительно ниже среднего уровня энергия землетрясений в Алуштинском и Азово-Кубанском районах. После двухлетнего перерыва проявилась сейсмичность в Северо-Западном районе, который характеризуется очень редкими событиями.

Интересная закономерность о противофазном характере выделения энергии в районе № 5 относительно района № 9 подтверждается и в 2019 году. Различные объяснения связанности энергетических вариаций двух районов представлены в [12].

В таблице 7 отражено распределение числа землетрясений Крымско-Черноморского региона по районам и энергетическим классам в 2019 г.

Таблица 7.

	Район					Чис	ло з	емлетр	ясений				$\Sigma F$
	Гайон				(')	нергет	иче	ский кл	iacc			<b>N</b> N	$\Sigma E,$ 109 $\pi$
N⁰	Наименование	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	2./N	тодж
1	Севастопольский	1	-	4	9	2	-	-	-	-	-	16	0.3816
2	Ялтинский	-	3	1	3	1		1	-	-	-	9	3.2741
3	Алуштинский	3	7	9	2	-	-	-	-	-	-	21	0.0191
4	Судакско-Феодосийский	-	5	4	2	2	-	2	-	-	-	15	16.0073
5	Керченско-Анапский	-	-	2	6	5	2	-	-	-	-	15	2.2891
6	Степной Крым	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0
7	Азово-Кубанский	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0.0251
8	Северо-Западный	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	10.0
9	Черноморская впадина	-	-	-	-	3	2	2	-	-	-	7	16.7792
	Всего	4	15	20	23	13	4	6	-			85	48.7755

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам *K*<sub>Π</sub> и суммарная сейсмическая энергия Σ*E* по районам в 2019 г.

Как следует из табл. 7, максимум выделенной энергии относится к Черноморской впадине. В центральной, наиболее опасной части региона доминирует активность Судакско-Феодосийского района, в очагах 15 землетрясений которого высвободилось ~ 33% годовой сейсмической энергии.

На рис. 9 показано распределение числа землетрясений n по глубинам. Преобладающее число землетрясений — 61,2% произошло в земной коре на глубинах  $h = 11-25 \ \kappa m$ . К зоне перехода кора-мантия,  $h > 35 \ \kappa m$  можно отнести 9% числа толчков, что не противоречит выводам о глубинах залегания очагов в регионе по результатам многолетних наблюдений [13].



# $\begin{array}{c|c} \mathbf{Ig}\Sigma E \\ 12 \\ \mathbf{0} \cdot 5 \\ \mathbf{0} \cdot 5 \\ \mathbf{0} \cdot 5 \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \cdot 5 \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0$



Рис. 8. Распределение по районам числа  $N_{\Sigma}$  (1) землетрясений и суммарной выделенной энергии  $\Sigma E$  (2).



Ниже рассмотрены особенности сейсмичности отдельных районов в соответствии с рисунками 7, 8 и общим каталогом землетрясений Крымско-Черноморского региона.

СЕЙСМИЧНОСТЬ КРЫМА В 2019 ГОДУ

В Севастопольском районе (№ 1) в течение года произошло 16 событий с классами от  $K_{\Pi} = 4.4$  до  $K_{\Pi} = 8.2$ . Самый слабый толчок с  $K_{\Pi} = 4.4$  отмечен ночью на суше. Очаги остальных землетрясений расположены в море на глубинах  $h = 0-43 \ \kappa m$ , расстояниях  $\Delta = 22-131 \ \kappa m$  от станции «Севастополь».

В Ялтинском районе (№2) наиболее заметное землетрясение классом  $K_{\Pi} = 9.5$  произошло 23 сентября в 08 ч 56 мин 56.8 с. Его очаг с глубиной  $h = 35 \kappa m$  располагался на расстоянии  $\Delta = 42 \kappa m$  южнее Ялты. Всего в этом районе зарегистрировано девять землетрясений с  $K_{\Pi} = 4.7-9.5$ , два из которых на побережье в 7–8  $\kappa m$  от станции «Ялта».

Минимум суммарной энергии выделен в очагах 21 слабого события с  $K_{\Pi} = 3.8-6.8$ Алуштинского района ( $N_{2}$  3). Как обычно, есть землетрясения с эпицентрами на суше северо-восточнее станции «Алушта», на расстоянии  $\Delta = 7-10 \ \kappa M$ .

На фоне общей слабой сейсмичности, Судакско-Феодосийский район ( $\mathbb{N}$  4) характеризуется повышенной активностью относительно других районов центральной части региона. Наблюдалось продолжение резко повышенной активности района в 2018 г., когда в сентябре реализовался толчок с  $K_{\Pi} = 10.8$ , эпицентр которого был расположен в море [1].

С 12 по 15 января 2019 г. зарегистрирована последовательность из 9 землетрясений. Главный толчок с  $K_{\Pi}$  = 9.9 зафиксирован 12 января в 23 ч 21 *мин* 54.0 с (глубокой ночью по местному времени), координаты гипоцентра:  $\varphi$  = 44.66° N,  $\lambda$  = 35.34° E, h = 25 км. Эпицентральное расстояние до ближайшей станции «Судак»,  $\Delta$  = 37 км. Сведений об ощутимости нет.

Восточнее очаговой зоны январской последовательности, 6 апреля в 08 и 01 *мин* 11.3 *с* реализовано землетрясение такого же энергетического уровня,  $K_{\Pi} = 9.9$  и *MSH* = 3.3 с координатами гипоцентра:  $\phi = 44.66^{\circ}$  N,  $\lambda = 35.49^{\circ}$  E,  $h = 35 \ \kappa m$ . Оно же и единственное ощутимое событие года с эпицентром на

расстоянии  $\Delta = 40 \ \kappa m$  от Феодосии и  $\Delta = 46 \ \kappa m$  от Судака. Этот толчок слабо ощущался жителями Феодосии, в основном на верхних этажах домов. Интенсивность сотрясений —  $I = 2 \ \delta a \pi a$  по шкале MSK 64 [11]. Вследствие заглубленности очага,  $h = 35 \ \kappa m$ , землетрясение было зарегистрировано станциями мира до расстояний  $\Delta = 70.43^{\circ}$ . Магнитуда по данным агентства IDS оценена как mb = 3.5 (5), ML = 3.6 (6). Всего в 4-м районе зарегистрировано 14 событий с  $K_{\Pi} = 4.7-9.9$ .

Резко снизилась сейсмическая активность Керченско-Анапского ( $\mathbb{N}$  5) и Азово-Кубанского ( $\mathbb{N}$  7) районов, хотя, относительно некоторых других районов, Керченско-Анапский ( $\mathbb{N}$  5) район остается сравнительно активным. Здесь зарегистрировано 15 землетрясений с  $K_{\Pi} = 6.2-9.0$ . Но только одно землетрясение низкой энергии,  $K_{\Pi} = 7.4$  отмечено в Азово-Кубанском ( $\mathbb{N}$  7) районе.

Северо-Западный район (№8) после двухлетнего перерыва отличился событием максимального энергетического уровня года. Землетрясение с  $K_{\Pi} = 10.0$ , MSH = 3.7 зарегистрировано 4 декабря в 9 и 43 *мин* 29.3 с и имеет координаты гипоцентра:  $\varphi = 44.06^{\circ}$  N,  $\lambda = 30.32^{\circ}$  E,  $h = 46 \ \kappa M$ .

В очагах семи землетрясений Черноморской впадины (район № 9) высвободилось максимальное количество годовой сейсмической энергии — 34.4%. Здесь 8 мая в 19 ч 51 *мин* 29.8 *с* произошло второе наиболее сильное землетрясение года с  $K_{\Pi} = 10.0$ , MSH = 3.6 и координатами гипоцентра:  $\varphi = 43.11^{\circ}$  N,  $\lambda = 31.66^{\circ}$  E,  $h = 50 \ \kappa M$ .

В районе Степной Крым (№ 6) — полное сейсмическое затишье.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе полученной информации в ходе мониторинга сейсмичности Крымско-Черноморского региона, составлен каталог и подробные данные о землетрясениях с основными кинематическими и динамическими параметрами, построена уточненная карта представительной регистрации, проведен анализ и обозначены особенности сейсмичности отдельных районов региона.

Открытие в последние годы станций «Тарханкут» и «Донузлав-2», заметно повысило чувствительность сети в северо-западном направлении: увеличилась площадь представительных землетрясений разного энергетического уровня в пределах границ региона.

В 2019 г. наблюдалась умеренная сейсмическая активность региона с некоторым спадом относительно ситуации в предыдущем году. Региональный каталог за 2019 г. содержит сведения о 85 сейсмических событиях, для которых определены координаты гипоцентров. Единственное ощутимое событие года с эпицентром на расстоянии  $\Delta = 40 \ \kappa m$  от Феодосии и  $\Delta = 46 \ \kappa m$  от Судака произошло 6 апреля с интенсивностью сотрясений  $I = 2 \ балла$  в г. Феодосия.

После двухлетнего перерыва активизировался Северо-Западный район (№ 8). Наибольшая сейсмическая энергия высвободилась в очагах землетрясений Черноморской впадины (район № 9).

Таблица 4.

## Каталог землетрясений Крымско-Черноморского региона за 2019 г.

Время возникновения землетрясения, to					ия	Координаты эпицентра				Гл 0	Глубина очага			Энергетический класс			Рай- он	Магн	итуда	
Месяц	огли	час	НИМ	сек	δt₀	$C_t$	ν°φ	۸°۸	δφ, δλ	C <sub>o</sub>	ћ, км	8ћ, км	$C_h$	$K_{II}$ [3]	δK	u	$C_K$		<i>Mc</i> [9]	HSW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	5	53	24.8	0.2	1	44.19	34.59	0.02	3	38	1	3	7.9	0.4	8	1	2		
1	3	1	20	0.3	0.2	2	44.58	34.65	0.04	5	15	1	3	4.7	0.2	3	1	3		
1	3	1	20	34.4	0.5	2	44.58	34.65	0.04	8	15	1	5	3.8	0.5	1	1	3		
	3	1 10	20	43.0	0.5	2	44.58	34.65	0.04	8	15	1	2	4.2	0.5	2	1	3		
	3	18	29	10.0	0.3	1	44.03	34.09	0.03	2	10	1	3	0.4 5.5	0.3	/	1	3		
1	5 1	$\frac{21}{2}$	2 11	27.9 58 8	0.2	1	44.01 11 61	34.09 34.69	0.03	2	14 14	1	5	5.5 17	0.4	2 2	1	3		
1	4	17	5	97	0.3	$\frac{2}{2}$	42.88	35 55	0.03 0.06	5	40	5	3	7.8	0.2	$\frac{2}{2}$	1	9		
1	5	14	50	52.0	0.3	1	44.61	34.66	0.03	3	15	1	3	5.8	0.3	5	1	3		
1	5	20	31	37.3	0.5	2	44.61	34.66	0.03	8	15	1	5	4.6	0.5	2	1	3		
1	6	19	38	50.8	0.2	2	44.65	37.18	0.05	5	25	5	3	6.6	0.1	4	1	5		
1	6	20	28	55.1	0.5	2	44.61	34.66	0.03	8	15	1	5	5.0	0.1	2	1	3		
1	8	22	53	43.6	0.2	2	44.63	34.67	0.04	5	14	1	5	4.9	0.3	5	1	3		
1	9	7	49	59.5	0.2	1	44.62	34.67	0.03	3	15	1	3	5.9	0.4	5	1	3		
1	11	19	0	14.3	0.2	1	44.63	34.63	0.01	1	13	2	3	6.5	0.3	6	1	3		
1	12	22	5	19.3	0.5	2	44.66	35.34	0.04	8	25	1	5	5.5	0.3	2	1	4		
1	12	23	21	54.0	0.1	1	44.66	35.34	0.04	1	25	1	3	9.9	0.3	5	1	4		3.2
	12	23	22	52.8	0.2	2	44.62	35.37	0.01	4	25	1	3	7.7	0.3	6		4		
	12	23	25	48.2	0.2	2	44.62	35.31	0.01	4	25	1	5	5.1	0.5	2	1	4		
	12	23	30	21.4 52.7	0.5	2	44.00	25 27	0.04	0	20	1	2	4./	0.5	1	1	4		
1	13	1	32 18	<i>32.1</i> 8 1	0.2	2	44.02 11 61	35.37	0.01	4	20	1	2	5.1	0.5	3	1	4		
1	13	7	3	29.0	0.2	$\frac{2}{2}$	44 66	35 34	0.03 0.04	8	$\frac{21}{25}$	1	5	5.1	0.4	1	1	4		
1	15	21	53	55.2	0.5	$\frac{1}{2}$	44.66	35.34	0.04	8	25	1	5	5.0	0.5	1	1	4		
1	24	19	36	39.0	0.2	2	45.22	37.42	0.01	4	20	1	3	7.7	0.4	4	1	5		
1	26	2	59	55.8	0.3	2	44.77	34.37	0.02	5	19	2	3	6.0	0.4	4	1	3		
1	26	3	17	3.4	0.3	2	44.75	34.35	0.04	5	19	2	3	5.0	0.4	4	1	3		
1	29	19	39	57.2	0.2	2	44.61	36.93	0.01	5	2	1	3	8.3	0.2	7	1	5		
1	29	19	40	0.9	0.2	2	44.60	36.98	0.04	5	11	4	3	9.0	0.4	9	1	5		2.8
1	29	20	15	53.3	0.2	2	44.62	37.08	0.01	5	18	1	3	6.3	0.2	3	1	5		
1	29	22	41	32.7	0.2	2	44.59	37.46	0.04	5	18	3	3	7.8	0.5	8	1	5		
2	13	12	37	49.9	0.2	1	44.77	34.40	0.01	2	20	1	3	6.2	0.6	5	1	3		
2	10		6	14.3	0.2	1	44.57	36.71	0.04	5	1	3	3	7.8	0.4	7		5	20	2.0
2	19	10	43	52.0 16 5	1.0	1 2	43.14	33.22	0.02	1	44	2	3	9.1	0.3	/ 7		9	2.8	3.0
$\frac{2}{2}$	22	22	10	10.5 52 5	0.2	2	45.75	36.64	0.03	5 5	12	1	2	0.2 6 /	0.3	1	1	5		
$\frac{2}{2}$	$\frac{23}{23}$	4	13	37.1	0.2	$\frac{2}{2}$	43 73	32.54	0.01	5	13	3	3	81	0.3	6	1	1		
$\frac{1}{2}$	27	17	19	39.2	0.2	$\frac{2}{2}$	43.16	33.16	0.03	5	28	3	3	8.3	0.4	7	1	9		
3	7	6	27	2.7	0.2	2	44.46	34.06	0.05	3	7	5	3	7.1	0.2	5	1	2		

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н.

	-	1		-	r		1	r	1		1			1	-	np	одо.	лжени	le Taoj	іицы -
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
3	27	12	49	35.4	0.2	2	44.68	32.42	0.04	4	5	2	3	6.8	0.3	5	1	1		
3	27	21	2	1.7	0.2	2	44.55	33.68	0.07	4	12	12	3	4.4	0.5	1	1	1		
3	29	14	0	39.4	0.2	2	42.06	32.47	0.06	5	20	5	3	8.8	0.3	5	1	9		2.8
4	5	2	17	37.2	0.2	2	43.91	32.50	0.02	4	11	2	3	6.8	0.3	5	1	1		
4	6	8	1	11.3	0.3	1	44.66	35.49	0.03	1	35	2	4	9.9	0.4	8	1	4	3.1	3.3
4	6	8	36	59.6	0.5	2	44.58	35.55	0.05	8	20	20	3	6.1	0.5	1	1	4		
4	8	5	38	7.6	0.5	2	44.58	35.55	0.05	3	20	20	3	6.8	0.2	2	1	4		
4	17	19	31	53.7	0.2	2	45.02	36.84	0.02	4	20	2	3	7.4	0.2	5	1	5		
4	21	8	43	10.5	0.1	1	44.28	34.05	0.06	3	33	5	3	6.8	0.2	5	1	2		
4	22	11	27	27.4	0.8	2	44.36	34.32	0.05	4	31	4	3	7.1	0.3	7	1	2		
4	23	14	54	42.3	0.2	2	44.69	32.44	0.01	5	5	1	3	7.0	0.4	4	1	1		
4	23	23	44	9.5	0.2	2	45 30	35 36	0.01	5	10	1	3	62	0.1	4	1	4		
4	30	8	33	13.2	0.5	2	44 70	32 56	0.03	5	23	14	3	6.5	0.3	3	1	1		
5	2	22	30	17.0	$0.5 \\ 0.4$	$\frac{2}{2}$	43 94	33.98	0.03	3	29	5	3	5.8	0.3	4	1	2		
5	1	6	18	50.4	0.7	2	42 70	32.00	0.04	3	51	5	3	7.0	0.2	5	1	0		
5	4	14	12	2.6	0.2	2	42.70	32.09	0.00	5	12	0	2	6.1	0.5	2	1	1		
5	0	14	13	20.0	0.2	1	44.22	21 66	0.02	1	15	7	2	10.1	0.4	0	1	1	2.4	26
5	0	19	10	29.0	0.0	1	45.11	27.25	0.05	1	30	4	2	10.0	0.5	9	1	9	5.4	5.0
5	9	22	42	21.0	0.2	2	45.00	37.23	0.05	3	40	2	2	1.4	0.4	0	1	/		
5	22	22	51	39.3	0.2	2	44.27	35.14	0.01	4	18	1	3	0.3	0.4	3	1	1		
5	23	20	48	56.5	0.5	1	44.56	35.73	0.04	3	24	1	3	1.1	0.3	9	1	4		
5	26	0	0	30.5	0.1	1	44.36	32.84	0.03	1	30	1	2	7.4	0.5	/	1	1		• •
5	26	2	38	53.3	0.2	2	42.40	31.22	0.03	5	25	3	3	8.9	0.3	8	1	9		2.9
6	1	11	20	8.0	0.2	2	44.45	32.31	0.03	5	20	5	3	6.2	0.2	3	1	1		
6	5	13	32	52.3	0.2	1	44.23	33.71	0.04	2	0	0	2	6.4	0.1	4	1	1		
6	18	20	21	29.7	0.5	2	44.44	34.57	0.05	4	33	6	3	6.8	0.2	7	1	3		
6	30	7	34	51.2	0.2	2	44.85	36.87	0.01	5	26	1	3	6.7	0.1	4	1	5		
7	2	21	5	1.0	0.2	1	44.35	34.46	0.02	3	26	4	3	4.9	0.2	4	1	2		
7	3	12	30	4.5	0.2	2	44.76	34.39	0.03	5	18	2	3	5.8	0.1	5	1	3		
7	6	21	27	37.4	0.2	2	44.27	34.48	0.06	4	15	15	4	4.7	0.1	2	1	2		
7	15	6	0	10.8	0.2	1	44.48	37.59	0.06	2	17	5	3	8.9	0.5	8	1	5		2.5
7	20	2	13	35.8	0.1	1	44.33	32.46	0.02	3	5	1	3	7.0	0.5	5	1	1		
8	4	15	25	49.3	0.2	1	44.41	33.48	0.02	1	28	2	3	7.1	0.4	6	1	1		
8	9	0	45	12.2	0.2	1	43.97	33.63	0.01	1	26	1	3	7.0	0.5	6	1	1		
8	27	8	44	20.3	0.2	2	45.27	37.33	0.01	5	19	1	3	7.3	0.4	3	1	5		
9	23	8	56	56.8	0.2	2	44.11	34.21	0.03	4	35	2	3	9.5	0.3	8	1	2	2.5	2.6
9	29	0	26	15.1	0.3	2	44.54	34.19	0.03	4	13	1	3	5.1	0.2	3	1	2		
10	27	16	2	7.1	0.2	2	44.61	36.88	0.01	5	20	0	3	6.6	0.2	4	1	5		
10	$\frac{1}{28}$	11	37	19.9	0.2	2	44.67	37.02	0.01	5	$23^{-5}$	1	3	6.8	0.1	3	1	5		
10	30	13	2	49.4	0.5	2	44.68	34.40	0.10	5	$10^{-2}$	5	3	4.4	0.5	1	1	3		
12	3	3	56	40.4	0.2	1	44 67	35 33	0.04	1	28	1	3	7.0	0.1	6	1	4		
12	4	9	43	29.3	0.5	1	44 06	30 32	0.06	1	46	5	3	10.0	0.1	6	1	8	34	37
12	11	5	32	30.8	0.2	2	44 54	34 52	0.01	1	15	15	3	5 /	0.7	2	1	3	5.7	5.7
$1^{12}_{12}$	11	10	16	15 1	0.2	$\frac{2}{2}$	11 56	34.50	0.01	1	26	3	3	5.4	0.7	1	1	3		
$1^{12}_{12}$	12	20	51	27.7	0.1	1	11 57	34.50	0.00	3	20	0	2	5.9	0.1	+ 5	1	3		
12	12	2 10	10	27.2	0.5	1	14.37	3676	0.04	2	22 7	ッ つ	2	5.0	0.2	5	1	5		
12	10	10	10	20.0	0.2	1	44.74	22.00	0.02	5	12	∠ 1	2	1.1	0.2	5	1	1		
12	28	5	26	10.0	0.2	2	45.85	55.98	0.02	Э	43	1	3	0.8	0.5	Э	1			

(Cocmaвители: Сыкчина З. Н.<sup>1</sup>, Козиненко Н. М.<sup>1</sup>, Бекмамбетова Л. Ю.<sup>1</sup>, Бондарь М. Н.<sup>1</sup>, Клянчин А. И.<sup>2</sup>, Антонюк Г. П.<sup>1</sup>, Антонюк В. А.<sup>1</sup>, Курьянова И. В.<sup>1</sup>, Лукьянова Ж. Н.<sup>1</sup>, Подвинцев А. А.<sup>1</sup>)

Приложение к таблице 4.

N⁰	Время в	Координаты	Глубина очага,	Энергетический
спос.	очаге, Ct	эпицентра, Сф	Ch	класс, <i>Ck</i>
1	Определено	Определены		Определен по
	по графику	по n > 4		А/Т по
	Вадати			региональной
				номограмме Кп [3]
2	Определено по	Определены	Определена способом	
	годографам	по n = 4	Вадати	
			определения координат	
			эпицентра и глубины	
3		Определены	Определена из годографа	
		по n = 3, m≥1		
4		Определены	Присвоено среднее	
		по n = 2, m≥1	значение глубины для	
			региона	
5		Определены	Присвоено значение	
		по n = 1, m≥2	глубины	
			основного толчка	
			(афтершоки, форшоки)	
6		Определены по		
		n=1, т≥1 и		
		энергетическим		
		соображениям		
7		Определены		
		по n=1 и		
		азимуту		
8		Присвоены		
		параметры		
		основного		
		толчка		

Способы определения основных параметров землетрясений

п — количество (*t*<sub>S</sub>-*t*<sub>P</sub>), т — количество *P* или *S* фаз

Таблица 5.

Подробные данные о землетрясениях Крыма за 2019 г.

Стан-	Δ,	Az	Фаза	]	Bper	ИЯ	T, A, MKM			Кп	<i>D</i> ,	KD	Примечания		
ция	км			ч	м	С	С	N-S	E-W	Z	[3]	С	[8]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	№ 1. 1 января. Черное море, район 2														
0 = 0	$0 = 5 + 53$ MuH 24.8 c, $\varphi = 44.19^{\circ}$ N, $\lambda = 34.59^{\circ}$ E, $h = 38$ KM, $K_{\Pi} = 7.9 \pm 0.4(8)$ , $KD = 8.0(7)$														
YAL	48	314	-iPg	5	53	34.2		-	0	-				$\alpha = 133^{\circ}$	
YAL			Pgm	5	53	34.5	0.05			0.017					
YAL			eSg	5	53	41.1									
YAL			Sgm	5	53	41.4	0.11	0.018							

											Пp	одо.	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
YAL			Sgm	5	53	41.4	0.24		0.079		7.4	43	8.2	
ALU	57	345	iPg	5	53	34.5								
ALU			Pgm	5	53	34.7	0.20			0.017				
ALU			iSg	5	53	41.9								
ALU			Sgm	5	53	42.1	0.17		0.029					
ALU			Sgm	5	53	42.8	0.33	0.065			7.1	34	7.4	
SEV	83	299	-ePg	5	53	38.6								
SEV			Pgm	5	53	39.0	0.10			0.004				
SEV			eSg	5	53	48.7								
SEV			Sgm	5	53	49.3	0.26	0.018						
SEV			Sgm	5	53	49.6	0.16		0.025		8.0	37	8.0	
SUDU	85	22	+ePg	5	53	38.6	0.10		0.020		0.0	0,	0.0	
SUDU	00		Pom	5	53	39.0	0.12			0.006				
SUDU			eSø	5	53	49.5	0.112			0.000				
SUDU			Som	5	53	50.1	0.36		0.053					
SUDU			Som	5	53	50.9	0.28	0.057	01000		76	54	82	
SIM	93	336	-iPo	5	53	40.2	0.20	01007				0.	0.2	
SIM	70	220	Pom	5	53	40.9	0.07			0.006				
SIM			eSø	5	53	51.5	0.07			0.000				
SIM			Som	5	53	52.4	0.13	0.033						
SIM			Sgm	5	53	52.4	0.19		0.095		8.5	37	7.5	
FEO	112	34	eSg	5	53	56.4								
FEO			Sgm	5	53	56.5	0.20	0.032			8.0			
FEO			Sgm	5	53	57.0	0.25		0.037					
DNZ2	171	321	ePn	5	53	52.5								
DNZ2			Pnm	5	53	52.7	0.10			0.004				
DNZ2			eSn	5	54	11.6								
DNZ2			Snm	5	54	13.2	0.11		0.015		8.2			
DNZ2			Snm	5	54	13.8	0.35	0.040				56	8.2	
TARU	210	310	ePn	5	53	57.9								
TARU			eSn	5	54	21.4								
TARU			Snm	5	54	24.8	0.28		0.032		8.4	61	8.4	
					<b>№</b> :	2.3я	нваря	. Черн	ое мор	е, райо	н 3			
0 =	1ч2	20 ми	ин 0.3 c,	φ=	= 44	.58°1	ν, λ =	34.65° E	E, h = 1.5	5 км, К	$\pi = 4$	.7±0.	2(3),	KD = 4.9(1)
ALU	23	301	+iPg	1	20	5.0								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ALU			Pgm	1	20	5.2								
ALU			eSg	1	20	8.2								
ALU			Sgm	1	20	8.4	0.30	0.021						
ALU			Sgm	1	20	8.4	0.34		0.030		4.8	10	4.9	
SUDU	44	38	e(Sg)	1	20	15.3								
SUDU			Sgm	1	20	15.5	0.30		0.004		4.3			
SEV	77	268	e(Sg)	1	20	25.3								
SEV			Sgm	1	20	26.6	0.30		0.001		4.9			

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н.

											Пр	одо.	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
					<u>№</u> 3	3.3я	нваря	. Черн	ое море	е, райо	н 3			
	0 :	=1ч	20 мин	34.	4 c,	$\varphi = 4$	44.58°	N, $\lambda = 3$	84.65° E	h = 1	5 км,	$K_{\Pi} =$	= 3.8±	=0.5(1)
ALU	23	301	eSg	1	20	42.1								
ALU			Sgm	1	20	42.4	0.31	0.007						
ALU			Sgm	1	20	42.4	0.25		0.007		3.8			
					<u>№</u> 4	4.3я	нваря	. Черн	ое море	е, райо	н З			
	0	=1ч	20 мин	ı 43.	0 c,	φ = 4	4.58°.	N, $\lambda = \beta$	84.65° E	h = 1.	5 км,	$K_{\Pi} =$	4.2±	:0.5(2)
ALU	23	301	eSg	1	20	50.7								
ALU			Sgm	1	20	51.0	0.30	0.013						
ALU			Sgm	1	20	51.0	0.44		0.017		4.2			
SUDU	44	38	e(Sg)	1	20	57.4								
SUDU			Sgm	1	20	58.9	0.59	0.007						
SUDU			Sgm	1	20	58.9	0.23		0.002		4.2			
					Nº 5	5.3я	нваря	. Черн	ое море	е, райо	н 3			
0 = 1	18 ч 2	29 ми	н 16.0 с	ς, φ	= 4	4.63°	Ν, λ =	<i>34.70</i> °	E, h = L	16 км, 1	$K_{\Pi} =$	6.4±0	0.3(7)	), $KD = 6.7(5)$
ALU	23	285	-iPg	18	29	20.9								
ALU			Pgm	18	29	21.1	0.38			0.028				
ALU			iSg	18	29	24.1								
ALU			Sgm	18	29	24.4	0.20	0.115						
ALU			Sgm	18	29	24.4	0.41		0.277		6.6	26	6.8	
SUDU	38	40	-iPg	18	29	23.3								
SUDU			Pgm	18	29	23.5								
SUDU			eSg	18	29	28.7								
SUDU			Sgm	18	29	30.0	0.44		0.040					
SUDU			Sgm	18	29	30.6	0.36	0.045			6.1	23	6.4	
YAL	45	250	ePg	18	29	25.2								
YAL			Pgm	18	29	25.4	0.33			0.007				
YAL			eSg	18	29	31.2								
YAL			Sgm	18	29	31.4	0.34	0.019						
YAL			Sgm	18	29	31.4	0.37		0.035		6.6	16	6.2	
SIM	58	309	ePg	18	29	27.2								
SIM			Pgm	18	29	27.6	0.17			0.005				
SIM			eSg	18	29	34.7								
SIM			Sgm	18	29	35.6	0.35	0.046			6.8			
SIM			Sgm	18	29	35.6	0.43		0.035			24	6.7	
SEV	80	264	+iPg	18	29	30.3								
SEV			Pgm	18	29	30.7	0.10			0.001				
SEV			eSg	18	29	40.1	0.01	0.007						
SEV			Sgm	18	29	40.8	0.36	0.003						
SEV			Sgm	18	29	42.0	0.39		0.007		6.2	28	7.4	
DNZ2	143	306	ePg	18	29	41.6	0.05			0.000				
DNZ2			Pgm	18	29	43.1	0.27			0.002				
DNZ2			eSg	18	29	59.3	0.25	0.000						
DNZ2			Sgm	18	30	0.8	0.25	0.002	0.067					
DNZ2			Sgm	18	30	0.8	0.24		0.003		6.0			

											Пр	юдо	лжен	ние таолицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TARU	189	297	ePn	18	29	48.3								
TARU			eSn	18	30	11.7								
TARU			Snm	18	30	12.6	0.21		0.003		6.6			
					№	6.3я	нваря	. Черн	ое море	е, райо	н 3			
0 =	21 ч	2 миг	ч 27.9 с	, φ	= 44	4.61°.	$N, \lambda =$	34.69°.	E, h = 1	4 км, К	$\zeta_{\Pi} = f$	5.5±0	).4(5)	, KD = 6.1(3)
ALU	24	289	-iPg	21	2	32.6	,							
ALU			Pgm	21	2	32.8	0.36			0.011				
ALU			eSg	21	2	35.8								
ALU			Sgm	21	2	35.9	0.39		0.095		5.7			
ALU			Sgm	21	2	36.1	0.33	0.068				14	5.6	
SUDU	39	38	ePg	21	2	35.2								
SUDU			Pgm	21	2	35.3	0.20			0.004				
SUDU			eSg	21	2	40.6								
SUDU			Sgm	21	2	41.7	0.47		0.016					
SUDU			Sgm	21	2	42.4	0.36	0.015			5.1	15	5.7	
YAL	45	252	eSg	21	2	43.0								
YAL			Sgm	21	2	43.1	0.37	0.008	0.012		5.7			
SIM	59	310	eSg	21	2	46.8								
SIM			Sgm	21	2	46.9	0.20	0.007						
SIM			Sgm	21	2	46.9	0.15		0.005		6.1			
SEV	81	265	-iPg	21	2	42.1								
SEV			Pgm	21	2	42.3	0.26			0.001				
SEV			e(Sg)	21	2	52.1								
SEV			Sgm	21	2	52.3	0.47	0.002						
SEV			Sgm	21	2	53.5	0.23		0.001		5.1	22	6.9	
					<u>N</u> ⁰ '	7.4я	нваря	. Черн	ое моро	е, райо	н 3			•
0 =	2ч4	1 мин	ч 58.8 с	. O	= 44	4.61°.	$N. \lambda =$	34.69°.	<i>E</i> . $h = 1$	4 км. К	n = 4	4.7±0	).2(2)	KD = 4.4(1)
ALU	24	289	ePg	2	42	3.3	,							
ALU			Pgm	2	42	3.5	0.10			0.002				
ALU			eSg	2	42	6.5								
ALU			Sgm	2	42	6.6	0.27		0.027		4.9			
ALU			Sgm	2	42	6.8	0.31	0.028				8	4.4	
SUDU	39	38	e(Sg)	2	42	12.5								
SUDU			Sem	2	42	12.6	0.28		0.006		4.5			
					N₂	8.4я	нваря	. Черн	ое моро	е, райо	н9			1
	0	= 17	ч 5 мин	<i>4 9</i> .	7 c.	$\phi = 4$	2.88° i	$N, \lambda = 3$	5.55° E.	h = 40	) км.	$K_{\Pi} =$	7.8±	0.1(2)
SINO	99	197	iPg	17	5	25.3					,			
BOYA	166	206	iPg	17	5	34.6						1	1	
BOYA			iSg	17	5	52.4								
HAVZ	208	176	iPn	17	5	38.5						1		
HAVZ			iSn	17	6	0.4								
ALU	221	336	eSn	17	6	3.8								
ALU			Snm	17	6	3.9	0.44		0.012					
ALU			Snm	17	6	4.9	0.33	0.020			7.8			
SUDU	228	349	eSn	17	6	4.7								

											Пr	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU			Snm	17	6	6.1	0.25		0.013		7.7			
SUDU			Snm	17	6	6.2	0.44	0.019						
SEV	239	322	e(Sn)	17	6	8.5								
SEV			Snm	17	6	10.2	0.38	0.003						
SEV			Snm	17	6	12.4	0.18		0.002					
					Nº 9	9.5я	нваря	. Черн	ое море	е, райо	н 3			
0 = 1	!4 y 5	50 ми	н 52.0 с	ς, φ	= 4	4.61°	Ν, λ =	: <i>34.66</i> °	E, h = 1	15 км, 1	$K_{\Pi} = 1$	5.8±0	0.3(5)	), $KD = 5.7(2)$
ALU	22	291	+ePg	14	50	56.2								
ALU			Pgm	14	50	56.5	0.28			0.011				
ALU			eSg	14	50	59.4								
ALU			Sgm	14	50	59.7	0.28	0.070			5.7			
ALU			Sgm	14	50	59.7	0.34		0.082			14	5.6	
SUDU	41	41	ePg	14	50	59.9								
SUDU			Pgm	14	51	0.0	0.33			0.004				
SUDU			eSg	14	51	5.3								
SUDU			Sgm	14	51	7.0	0.36		0.018		5.3			
SUDU			Sgm	14	51	8.5	0.42	0.011				15	5.7	
YAL	42	251	eSg	14	51	6.8								
YAL			Sgm	14	51	7.1	0.33	0.010	0.014		5.9			
SIM	57	312	e(Sg)	14	51	10.7								
SIM			Sgm	14	51	11.4	0.37	0.019			6.5			
SIM			Sgm	14	51	11.4	0.39		0.013					
SEV	78	265	e(Pg)	14	51	5.8								
SEV			eSg	14	51	15.8								
SEV			Sgm	14	51	17.6	0.42		0.003		5.5			
SEV			Sgm	14	51	18.3	0.21	0.001						
				J	<u>№</u> 1	.0. 5 я	нваря	а. Черн	юе мор	е, райс	он 3			
0 = 2	20 ч З	81 ми	н 37.3 с	ς, φ	= 4	4.61°	<i>N</i> , λ =	: 34.66°	E, h = 1	15 км, 1	$K_{\Pi} =$	4.6±	0.5(2)	), $KD = 4.8(1)$
ALU	22	291	e(Pg)	20	31	41.8								
ALU			eSg	20	31	45.0								
ALU			Sgm	20	31	45.1	0.38		0.033					
ALU			Sgm	20	31	45.3	0.31	0.035			5.0	9	4.8	
SUDU	41	41	eSg	20	31	51.0								
SUDU			Sgm	20	31	51.2	0.48		0.006		4.1			
		10	20	J 	<u>\</u> ⁰	1.69	нваря	а. Черн	ioe mop	е, райо	<u>)H 5</u>			0.1.(1)
	0 =	= <i>19</i> 4	і 38 мин	150	.8 C	$\phi = \frac{1}{2}$	44.63°	$N, \lambda = 1$	37.18°1	E, h = 2	25 км,	$K_{\Pi}$	= 0.0:	$\pm 0.1(4)$
ANN	28	23	ePg	19	38	57.4	0.00			0.022				
ANN			Pgm	19	38	5/.6	0.20			0.033				
ANN			eSg	19	39	1.8	0.00	0.112						
ANN			Sgm	19	39	1.9	0.20	0.112	0.104		60			
	174	200	Sgm	19	39	2.2	0.20		0.184		6.8			
SUDU	1/4	280	esn	19	39	26.6	0.52	0.011			6.6			
SUDU			Snm	19	39	30.0	0.52	0.011	0.002		0.0			
VAT	240	267	SIIII	19	20	51.0	0.20		0.003					
IAL	∠40	207	esn	17	39	51.7								

											Пp	одо	лжен	ние таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
YAL			Snm	19	39	52.2	0.30		0.005		6.5			
YAL			Snm	19	39	52.9	0.30	0.004						
SEV	277	269	eSn	19	39	59.3								
SEV			Snm	19	40	1.0	0.50	0.004			6.6			
SEV			Snm	19	40	1.0	0.41		0.002					
					<u>№</u> 1	2.65	нваря	а. Черн	юе мор	е, райс	он З			
0=2	20 ч 2	28 ми	н 55.1 с	ς, φ	= 4	4.61°	Ν, λ =	: 34.66°	E, h = 1	15 км, 1	$K_{\Pi} = 0$	5.0±	0.1(2)	), $KD = 4.9(1)$
ALU	22	291	+iPg	20	29	0.0								
ALU			Pgm	20	29	0.1	0.28			0.005				
ALU			eSg	20	29	3.2								
ALU			Sgm	20	29	3.5	0.30	0.030						
ALU			Sgm	20	29	3.5	0.34		0.041		5.1	10	4.9	
SUDU	41	41	eSg	20	29	8.6								
SUDU			Sgm	20	29	9.3	0.33	0.006						
SUDU			Sgm	20	29	9.3	0.34		0.011		4.9			
					<u>№</u> 1	3.85	нваря	а. Черн	юе мор	е, райо	эн З			
0=2	22 ч 5	53 ми	н 43.6 с	ς, φ	= 4	4.63°	N, λ =	: <i>34.67</i> °	E, h = 1	14 км, 1	$K_{\Pi} = -$	$4.9\pm$	0.3(5)	), $KD = 5.1(1)$
ALU	22	285	+iPg	22	53	48.2								
ALU			Pgm	22	53	48.3	0.19			0.002				
ALU			eSg	22	53	51.3								
ALU			Sgm	22	53	51.6	0.31	0.034	0.040		5.1	11	5.1	
SUDU	38	41	e(Sg)	22	53	57.8								
SUDU			Sgm	22	53	58.1	0.38		0.008		4.5			
SUDU			Sgm	22	53	58.8	0.36	0.007						
YAL	44	249	eSg	22	53	58.9								
YAL			Sgm	22	53	59.4	0.40	0.003						
YAL			Sgm	22	53	59.4	0.37		0.005		4.9			
SIM	57	309	e(Sg)	22	54	2.4								
SIM			Sgm	22	54	3.2	0.51	0.008			5.4			
SIM			Sgm	22	54	4.1	0.56		0.008					
SEV	- 79	264	eSg	22	54	8.1								
SEV			Sgm	22	54	9.8	0.46		0.001					
SEV			Sgm	22	54	12.1	0.33	0.001			4.7			
					<u>№</u> 1	<b>4.9</b>	нваря	а. Черн	юе мор	е, райс	эн З			
0 =	7ч4	9 ми	н 59.5 c,	,φ	= 44	4.62°	N, $\lambda =$	34.67° .	<i>E</i> , $h = 1$	5 км, К	$X_{\Pi} = 5$	5.9±0	).4(5),	KD = 6.4(3)
ALU	22	289	ePg	7	50	3.8								
ALU			Pgm	7	50	4.3	0.28			0.011				
ALU			eSg	7	50	7.0								
ALU			Sgm	7	50	7.1	0.34		0.133		6.1			
ALU			Sgm	7	50	7.3	0.33	0.121				16	5.8	
SUDU	40	41	+iPg	7	50	7.2								
SUDU			Pgm	7	50	7.3	0.25			0.007				
SUDU			eSg	7	50	12.6								
SUDU			Sgm	7	50	13.6	0.38		0.029		5.6			
SUDU			Sgm	7	50	13.8	0.39	0.023				23	6.7	

											Пp	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
YAL	43	250	eSg	7	50	14.3								
YAL			Sgm	7	50	14.4	0.36	0.007						
YAL			Sgm	7	50	14.4	0.32		0.009		5.6			
SIM	57	310	eSg	7	50	18.1								
SIM			Sgm	7	50	18.6	0.54	0.031	0.031		6.5			
SEV	79	264	ePg	7	50	13.5								
SEV			Pgm	7	50	13.7	0.35			0.001				
SEV			eSg	7	50	23.7								
SEV			Sgm	7	50	25.7	0.19	0.001						
SEV			Sgm	7	50	27.9	0.41		0.003		5.5	20	6.7	
				J	<b>№</b> 1:	5. 11 9	январ	я. Чері	ное мор	эе, рай	он З			
0 =	19 ч	0 мин	н 14.3 с	,φ	= 44	4.63° .	Ν, λ =	34.63° I	<i>E</i> , $h = 1$	3 км, К	$X_{\Pi} = t$	5.5±0	.3(6),	KD = 6.9(5)
ALU	19	287	-iPg	19	0	18.2								
ALU			Pgm	19	0	18.5	0.31			0.019				
ALU			iSg	19	0	21.4								
ALU			Sgm	19	0	21.7	0.27		0.189		6.6			
ALU			Sgm	19	0	21.8	0.22	0.098				27	6.8	
SUDU	41	45	ePg	19	0	21.7								
SUDU			Pgm	19	0	21.9	0.27			0.011				
SUDU			eSg	19	0	26.9								
SUDU			Sgm	19	0	28.2	0.31		0.036		6.2			
SUDU			Sgm	19	0	29.0	0.23	0.035				26	6.8	
YAL	41	247	ePg	19	0	22.6								
YAL			Pgm	19	0	22.9	0.26			0.005				
YAL			eSg	19	0	28.4								
YAL			Sgm	19	0	28.9	0.27	0.012						
YAL			Sgm	19	0	28.9	0.28		0.021		6.3	20	6.7	
SIM	54	311	ePg	19	0	24.9								
SIM			Pgm	19	0	29.9	0.32			0.017				
SIM			eSg	19	0	32.4								
SIM			Sgm	19	0	33.1	0.45	0.051			7.0			
SIM			Sgm	19	0	33.1	0.32		0.024			30	7.1	
SEV	76	263	ePg	19	0	27.9								
SEV			Pgm	19	0	28.1	0.25			0.001				
SEV			eSg	19	0	38.1								
SEV			Sgm	19	0	39.5	0.28		0.005		6.3			
SEV			Sgm	19	0	40.1	0.34	0.003				27	7.3	
DNZ2	139	306	eSg	19	0	56.7								
DNZ2			Sgm	19	0	57.0	0.34		0.006					
DNZ2			Sgm	19	1	1.4	0.30	0.005			6.3			
0 =	22 ч	5 мит	419.3 c	<u>ງ</u> . ທ :	№ 1) = 44	b. 12 s 4.66°	январ N. λ =	я. Чері 35.34°	ное мор Е. h = 2	ре, рай 5 км. к	<u>он 4</u> Сп = 5	.5±0	.3(2)	KD = 6.4(1)
SUDU	37	314	ePø	22	.5	27.1	.,		_, 2	, 13		=0	·• (-),	
SUDU	27		Pgm	22	5	27.4	0.23			0.004				
SUDU	1		eSg	22	5	32.5								

											llp	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU			Sgm	22	5	33.3	0.33	0.017			5.2			
SUDU			Sgm	22	5	34.2	0.23		0.006			22	6.4	
FEO	41	6	e(Sg)	22	5	33.6								
FEO			Sgm	22	5	33.8	0.34	0.024			5.8			
FEO			Sgm	22	5	34.0	0.22		0.008					
				J	<b>№</b> 1′	7.12	январ	я. Чері	ное мор	эе, рай	он 4			
0 = 2	3ч2	1 ми	ч 54.0 с	,φ	= 44	4.66°	N, $\lambda =$	35.34°	<i>E</i> , $h = 2$	5 км, К	$X_{\Pi} = 9$	0.9±0	).3(5),	MSH = 3.2(5)
SUDU	37	314	-iPg	23	22	1.8		-	+	-				$\alpha = 115^{\circ}$
SUDU			Pgm	23	22	2.0	0.25			0.667				
SUDU			iSg	23	22	7.3								
FEO	41	6	iPg	23	22	2.1								
FEO			Pgm	23	22	4.0	0.22			0.734				
FEO			eSg	23	22	8.6								
ALU	74	273	+iPg	23	22	7.6		0	-	+				$\alpha = 95^{\circ}$
ALU			Pgm	23	22	7.9	0.28			0.117				
ALU			iSg	23	22	17.0								
YAL	96	259	+iPg	23	22	11.7		-	-	+				$\alpha = 54^{\circ}$
YAL			Pgm	23	22	12.7	0.17			0.065				
YAL			eSg	23	22	24.0								
YAL			Sgm	23	22	26.5	0.22	0.120						
YAL			Sgm	23	22	27.3	0.30		0.282		9.4			MSH = 2.9
SIM	102	289	+iPg	23	22	12.7		+	-	+				$\alpha = 120^{\circ}$
SIM			Pgm	23	22	12.9	0.24			0.115				
SIM			iSg	23	22	25.2								
SIM			Sgm	23	22	25.6	0.31	0.395			10.4			
SIM			Sgm	23	22	25.8	0.31		0.408					MSH = 3.2
SEV	132	265	+iPg	23	22	16.5								
SEV			Pgm	23	22	18.9	0.22			0.032				
SEV			eSg	23	22	32.7								
SEV			Sgm	23	22	35.6	0.24		0.118		9.7			
SEV			Sgm	23	22	36.8	0.25	0.071						MSH = 3.4
ANN	158	80	ePg	23	22	21.5								
ANN			eSg	23	22	41.6								
ANN			Sgm	23	22	42.2	0.20	0.033						
ANN			Sgm	23	22	42.3	0.20		0.074					
DNZ2	185	296	ePn	23	22	25.3								
DNZ2			Pnm	23	22	28.1	0.32			0.062				
DNZ2			eSn	23	22	47.3								
DNZ2			Snm	23	22	50.4	0.28	0.145						
DNZ2			Snm	23	22	50.9	0.28		0.249		10.1			MSH = 3.1
TARU	235	291	ePn	23	22	32.4				-				
TARU			eSn	23	23	0.2								
TARU			Snm	23	23	5.1	0.33		0.184		10.0			MSH = 3.3
				J	<u>∲</u> 1	8.12	январ	я. Чері	ное мор	be, paй	он 4			
	0 =	23 4	і 22 <i>ми</i> ғ	ı 52	.8 c	. o =	44. <u>62</u> °	N. $\lambda = .$	35.37° I	E. $h = 2$	25 км.	Кп :	= 7.7	±0.3(6)

											Пp	одо	лжен	ние таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU	42	316	ePg	23	23	1.5								
SUDU			Pgm	23	23	1.7	0.28			0.086				
SUDU			eSg	23	23	7.0								
SUDU			Sgm	23	23	7.5	0.44	0.328			7.6			
SUDU			Sgm	23	23	8.5	0.25		0.085					
FEO	45	2	iPg	23	23	1.8								
FEO			Pgm	23	23	2.2	0.20			0.096				
FEO			eSg	23	23	8.3								
FEO			Sgm	23	23	8.9	0.20		0.117					
FEO			Sgm	23	23	9.0	0.33	0.411			8.5			
ALU	77	276	eSg	23	23	17.0								
ALU			Sgm	23	23	17.3	0.33		0.047					
ALU			Sgm	23	23	17.9	0.28	0.050			7.3			
SIM	106	291	eSg	23	23	25.2								
SIM			Sgm	23	23	25.5	0.34		0.032		7.3			
SIM			Sgm	23	23	26.1	0.36	0.025						
SEV	134	267	eSg	23	23	32.8								
SEV			Sgm	23	23	35.2	0.24		0.011		7.7			
SEV			Sgm	23	23	35.5	0.32	0.007						
DNZ2	190	297	eSn	23	23	47.8								
DNZ2			Snm	23	23	49.0	0.31		0.024		7.8			
DNZ2			Snm	23	23	51.7	0.28	0.015						
0	<u> </u>		40.2	ſ	<u>1 2</u>	9.129	январ	я. чер	HOE MO	ре, раи	он 4	<u> </u>	0.5/0	
0 = 1	23 4 2	25 <i>ми</i>	н 48.2 с	<i>ε</i> , φ	= 4	4.62°	<i>Ν</i> , λ =	: 33.37°	E, h = 2	25 км, 1	$K_{\Pi} = .$	$5.1\pm 0$	9.3(2)	), $KD = 6.4(2)$
SUDU	41	319	ePg	23	25	56.8	0.00			0.000				
SUDU			Pgm	23	25	57.0	0.23			0.002				
SUDU			eSg	23	26	2.2	0.00	0.000			1.0			
SUDU			Sgm	23	26	2.5	0.38	0.090	0.004		4.6	20	( )	
SUDU	10	F	Sgm	23	26	4.2	0.34		0.004			20	6.2	
FEO	40	3	Dam	23	25	57.4	0.22			0.006				
FEO			r gill	23	25	37.4	0.22			0.000				
FEO			Sam	23	26	12	0.20		0.003					
FEO			Sgm	23	20	4.2	0.20	0.011	0.005		5 5	15	6.6	
TEO			Sgiii		6 2	0. 12	0.20 янвал	g. Uen	HOE MOI	ре. ряй	он 4	15	0.0	
0 = 1	23 y 3	86 ми	н 214 с	3 0	= 4	4 66°	$N \lambda =$	: 35 34°	E h = 2	25 км	$K_{\Pi} = $	4 7+	0 5/1	KD = 5.9(1)
SUDU	37	314	ePg	23	36	29.2	11, 70	00.01	2, 11				5.0(1)	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
SUDU			Pgm	23	36	29.3	0.31			0.003				
SUDU	1		eSg	23	36	34.6								
SUDU	1		Sgm	23	36	34.9	0.38	0.010						
SUDU	1		Sgm	23	36	36.1	0.23		0.003		4.7	17	5.9	
	-		U	J	<u>∲</u> 2	1. 13	январ	я. Чер	ное мор	эе, рай	он 4			•
0 =	1ч3	2 ми	н 52.7 с	<b>,</b> φ	= 44	4.62°	Ν, λ =	35.37°.	<i>E</i> , $h = 2$	0 км, К	$X_{\Pi} = 5$	.1±0	.5(3)	, $KD = 5.8(2)$
SUDU	42	316	ePg	1	33	1.3								
SUDU			Pgm	1	33	1.4	0.23			0.004				

Калинюк И. В.,	Свидлова	B. A.,	Бондарь	М.	Н.
----------------	----------	--------	---------	----	----

											Пp	одо	лжен	ние таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU			eSg	1	33	6.7								
SUDU			Sgm	1	33	7.2	0.41	0.014			4.9			
SUDU			Sgm	1	33	8.3	0.22		0.005			15	5.7	
FEO	45	3	ePg	1	33	1.5								
FEO			Pgm	1	33	2.3	0.23			0.005				
FEO			eSg	1	33	7.9								
FEO			Sgm	1	33	8.5	0.28	0.017			5.8			
FEO			Sgm	1	33	8.5	0.22		0.004			11	5.9	
ALU	76	276	eSg	1	33	16.7								
ALU			Sgm	1	33	16.8	0.27		0.002					
ALU			Sgm	1	33	16.9	0.25	0.022			4.6			
				J	<u>№</u> 2	2.13	январ	я. Чер	ное мор	эе, рай	он 4			
$0 = 3$ ч 48 мин 8.1 с, $\varphi = 44.64^{\circ}$ N, $\lambda = 35.34^{\circ}$ E, $h = 21$ км, $K_{\Pi} = 5.7 \pm 0.4(3)$ , $KD = 6.7(1)$														
SUDU	39	316	ePg	3	48	16.0								
SUDU			Pgm	3	48	16.1	0.23			0.008				
SUDU			eSg	3	48	21.4								
SUDU			Sgm	3	48	21.8	0.39	0.026			5.5			
SUDU			Sgm	3	48	22.8	0.23		0.008			25	6.7	
FEO	43	6	eSg	3	48	22.5								
FEO			Sgm	3	48	23.0	0.23		0.017					
FEO			Sgm	3	48	24.3	0.25	0.029			6.2			
ALU	74	274	eSg	3	48	31.3								
ALU			Sgm	3	48	31.5	0.31		0.005					
ALU			Sgm	3	48	31.9	0.28	0.005			5.3			
				J	<u>№</u> 2	3. 13	январ	я. Чер	ное мор	эе, рай	он 4			
0 =	7ч З	8 мин	29.0 с,	φ=	= 44	.66°1	V, $\lambda = $	35.34° E	E, h = 25	5 км, К	$_{\Pi} = 5$	.1±0.	.5(1),	KD = 5.5(1)
SUDU	37	314	ePg	7	3	36.9								
SUDU			Pgm	7	3	37.1	0.31			0.011				
SUDU			eSg	7	3	42.3								
SUDU			Sgm	7	3	44.7	0.23		0.009					
SUDU			Sgm	7	3	44.9	0.38	0.014			5.1	14	5.5	
				J	№ 2	4. 15	январ	я. Чер	ное мор	эе, рай	он 4			
0=2	21 ч 5	53 ми	н 55.2 с	ς, φ	= 4	4.66°	Ν, λ =	= 35.34°	<i>E</i> , $h = 2$	25 км, 1	$K_{\Pi} = 1$	$5.0\pm$	0.5(1)	), $KD = 5.9(1)$
SUDU	37	314	ePg	21	54	2.9								
SUDU			Pgm	21	54	6.3	0.36			0.004				
SUDU			eSg	21	54	8.3								
SUDU			Sgm	21	54	9.8	0.47		0.006					
SUDU			Sgm	21	54	10.6	0.22	0.018			5.0	17	5.9	
			N₂	25.	. 24	янва	<u>ря. К</u>	ра снод	ар ский	і край	, рай	он 5		
ļ	0 =	: 19 u	і 36 миї	4 39	).0 c	,φ=	45.22°	$N, \lambda = 1$	37.42°1	E, h = 2	20 км,	$K_{\Pi}$	= 7.7	$\pm 0.4(4)$
ANN	38	192	ePg	19	36	46.8								
ANN			Pgm	19	36	47.3	0.20			0.149				
ANN			eSg	19	36	52.1								
ANN			Sgm	19	36	52.5	0.30	0.868	0.987		8.3			
SUDU	194	260	eSn	19	37	30.1								

	Продолжение таблицы 5													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU			Snm	19	37	31.3	0.39	0.017			7.9			
SUDU			Snm	19	37	31.4	0.28		0.004					
YAL	270	254	e(Sn)	19	37	47.0								
YAL			Snm	19	37	47.8	0.24	0.002						
YAL			Snm	19	37	47.8	0.27		0.005		7.2			
SEV	304	257	eSn	19	37	54.1								
SEV			Snm	19	37	54.2	0.31		0.002					
SEV			Snm	19	37	56.0	0.33	0.003			7.4			
					J	<b>№ 26.</b>	26 ян	варя. К	рым, р	айон З	3			
0 =	2ч5	9 миғ	н 55.8 c	<b>,</b> φ	= 44	4.77°.	Ν, λ =	34.37° .	<i>E</i> , $h = 1$	9 км, К	$X_{\Pi} = \ell$	5.0±0	). <i>4(4)</i> ,	KD = 6.0(2)
ALU	10	166	-iPg	2	59	59.6								
ALU			Pgm	2	59	59.7	0.14			0.009				
ALU			iSg	3	0	2.3								
ALU			Sgm	3	0	3.4	0.28	0.312			6.7			
ALU			Sgm	3	0	3.4	0.22		0.066			19	6.1	
SIM	28	316	-ePg	3	0	2.1								
SIM			Pgm	3	0	2.2	0.09			0.004				
SIM			iSg	3	0	6.4								
SIM			Sgm	3	0	6.5	0.13		0.014		5.9			
SIM			Sgm	3	0	6.6	0.12	0.012				15	5.8	
SUDU	51	76	e(Sg)	3	0	11.9								
SUDU			Sgm	3	0	14.9	0.20		0.004					
SUDU			Sgm	3	0	15.4	0.33	0.013			5.4			
SEV	60	247	iSg	3	0	14.7								
SEV			Sgm	3	0	15.0	0.17	0.003			5.9			
SEV			Sgm	3	0	15.5	0.17		0.003					
					J	<u>№</u> 27.	26 ян	варя. К	рым, р	айон 3	3			
0 =	= 3 ч	17 м	ин 3.4 с	,φ	= 4	4.75°	Ν, λ =	34.35E	h = 19	км, К	I = 5.	0±0.4	4(4), 1	KD = 5.7(1)
ALU	9	152	+iPg	3	17	7.3								
ALU			Pgm	3	17	7.4	0.13			0.002				
ALU			iSg	3	17	10.0								
ALU			Sgm	3	17	11.0	0.31		0.026					
ALU			Sgm	3	17	11.1	0.30	0.103			5.7	15	5.7	
SIM	29	322	iSg	3	17	14.1								
SIM			Sgm	3	17	14.2	0.11		0.004		5.0			
SIM			Sgm	3	17	14.3	0.12	0.003						
SUDU	53	74	e(Sg)	3	17	20.9								
SUDU			Sgm	3	17	24.1	0.41	0.006			4.7			
SUDU			Sgm	3	17	24.5	0.44		0.004					
SEV	58	248	e(Sg)	3	17	22.1								
SEV			Sgm	3	17	23.8	0.27	0.001			4.5			
SEV			Sgm	3	17	23.8	0.28		0.001					
				J	<u>№</u> 2	8. 29	январ	я. Чері	ное мор	эе, рай	он 5			
	0	= 19	ч 39 ми	н 5	7.2	<i>c</i> , φ =	44.61	° <i>Ν</i> , λ =	36.93°	E, h =	2 км,	<i>K</i> Π =	= 8. <i>3</i> ±	<i>≡0.2(7)</i>
ANN	43	45	+iPg	19	40	4.8								

											Пr	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ANN			Pgm	19	40	5.2	0.20			0.317				
ANN			eSg	19	40	10.0								
ANN			Sgm	19	40	10.5	0.40	0.708						
ANN			Sgm	19	40	10.5	0.50		0.750		8.5			
SUDU	156	282	ePn	19	40	23.6								
SUDU			Pnm	19	40	23.7	0.22			0.006				
SUDU			iSn	19	40	43.2								
SUDU			Snm	19	40	44.0	0.31	0.044			8.3			
SUDU			Snm	19	40	44.2	0.24		0.018					
ALU	200	273	e(Sn)	19	40	51.2								
ALU			Snm	19	40	51.7	0.22	0.032			8.6			
ALU			Snm	19	40	52.4	0.24		0.016					
YAL	221	268	e(Pn)	19	40	32.1								
YAL			Pnm	19	40	32.5	0.23			0.004				
YAL			eSn	19	40	57.1								
YAL			Snm	19	40	58.8	0.18		0.016		8.0			
YAL			Snm	19	40	59.4	0.20	0.011						
SIM	226	281	eSn	19	40	58.2								
SIM			Snm	19	40	58.5	0.19	0.012			8.3			
SIM			Snm	19	40	59.4	0.15		0.008					
SEV	258	270	ePn	19	40	36.5								
SEV			Pnm	19	40	36.9	0.20			0.001				
SEV			e(Sn)	19	41	5.2								
SEV			Snm	19	41	7.0	0.22	0.009			8.0			
SEV			Snm	19	41	7.4	0.19		0.008					
DNZ2	305	288	e(Sn)	19	41	16.0								
DNZ2			Snm	19	41	16.6	0.17		0.007		8.5			
				J	<u>∲</u> 2	9. 29	январ	я. Чері	юе мор	е, рай	он 5			
0 =	19 ч	40 мі	ин 0.9 с	, φ:	= 44	4.60°.	Ν, λ =	36.98° I	E, <i>h</i> = 1	1 км, К	$f_{\Pi} = g$	$0.0\pm 0$	).4(9),	KD = 9.1(5)
	-					M	SH = 2	2.8(8), M	D = 2.9	9(5)				
ANN	41	40	iPg	19	40	8.4								
ANN			Pgm	19	40	8.7	0.20			0.749				
ANN			eSg	19	40	13.5								
ANN			Sgm	19	40	13.8	0.20	1.083						
ANN			Sgm	19	40	13.8	0.30		1.279		8.9			
FEO	134	291	eSg	19	40	41.1								
FEO			Sgm	19	40	46.3	0.33		0.035					
FEO			Sgm	19	40	46.4	0.25	0.065			8.4			
SUDU	160	282	ePn	19	40	26.7								
SUDU			Pnm	19	40	27.1	0.23			0.009				
SUDU			iSn	19	40	45.8								
SUDU			Snm	19	40	47.4	0.30	0.137			9.2			MSH = 2.9
SUDU			Snm	19	40	47.8	0.22		0.037			88	9.2	MD = 3.0
ALU	204	274	e(Pn)	19	40	31.7								
ALU			Pnm	19	40	35.6	0.23			0.004				

	Продолжение таблицы 5													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ALU			iSn	19	40	54.8								
ALU			Snm	19	40	56.8	0.22		0.067					MSH = 3.2
ALU			Snm	19	40	57.9	0.30	0.189			9.9	72	8.8	MD = 2.8
YAL	225	268	e(Pn)	19	40	35.4								
YAL			Pnm	19	40	36.0	0.21			0.011				
YAL			iSn	19	41	0.7								
YAL			Snm	19	41	2.4	0.23		0.053		8.9	69	9.2	MSH = 2.6
YAL			Snm	19	41	2.8	0.24	0.028						MD = 2.8
SIM	230	281	e(Pn)	19	40	35.8								
SIM			Pnm	19	40	36.1	0.18			0.007				
SIM			iSn	19	41	1.5								
SIM			Snm	19	41	1.9	0.22	0.035			9.1			MSH = 2.8
SIM			Snm	19	41	2.8	0.20		0.026			72	8.7	MD = 2.8
SEV	262	270	ePn	19	40	40.0								
SEV			Pnm	19	40	45.4	0.25			0.003				
SEV			iSn	19	41	8.8								
SEV			Snm	19	41	10.0	0.30	0.026			8.7			MSH = 2.6
SEV			Snm	19	41	10.3	0.25		0.020			79	9.5	MD = 2.9
DNZ2	309	287	e(Sn)	19	41	19.8								
DNZ2			Snm	19	41	22.8	0.26		0.018		8.5			MSH = 2.6
TARU	361	285	e(Sn)	19	41	27.1								
TARU			Snm	19	41	34.1	0.27		0.027		9.5			MSH = 3.0
№ 30. 29 января. Черное море, район 5														
	$0 = 20$ ч 15 мин 53.3 с, $\varphi = 44.62^{\circ}$ N, $\lambda = 37.08^{\circ}$ E, $h = 18$ км, $K_{\Pi} = 6.3 \pm 0.2(3)$													
ANN	35	32	ePg	20	16	0.5								
ANN			Pgm	20	16	0.6	0.20			0.014				
ANN			iSg	20	16	5.4								
ANN			Sgm	20	16	5.4	0.20	0.034			6.1			
SUDU	167	281	e(Sn)	20	16	38.9								
SUDU			Snm	20	16	39.5	0.33	0.006			6.5			
SUDU			Snm	20	16	39.5	0.19		0.002					
SEV	270	270	eSn	20	17	1.1								
SEV			Snm	20	17	1.7	0.20	0.001			6.2			
SEV			Snm	20	17	1.7	0.20		0.001					
	№ 31. 29 января. Черное море, район 5													
	0 =	= 22 ५	і 41 миї	1 32	.7 c	, φ =	44.59°	$N, \lambda =$	37.46° I	E, h = I	8 км,	$K_{\Pi}$	= 7.8=	$\pm 0.5(8)$
ANN	35	341	ePg	22	41	39.8								$\alpha = 157^{\circ}$
ANN			Pgm	22	41	40.1	0.30			0.157				
ANN			eSg	22	41	44.6	0.5							
ANN			Sgm	22	41	44.8	0.20		1.345		8.5			
ANN			Sgm	22	41	45.1	0.50	1.198						
FEO	170	287	e(Sn)	22	42	18.6								
FEO			Snm	22	42	21.4	0.22	0.012			7.2			
FEO			Snm	22	42	21.4	0.23		0.008					
SUDU	197	281	eSn	22	42	24.0								

Продолжение таблицы 5.														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU			Snm	22	42	25.5	0.23		0.007					
SUDU			Snm	22	42	26.4	0.25	0.019			7.8			
ALU	242	274	eSn	22	42	34.1								
ALU			Snm	22	42	37.3	0.23		0.013					
ALU			Snm	22	42	38.4	0.24	0.027			8.6			
YAL	262	269	eSn	22	42	39.2								
YAL			Snm	22	42	40.8	0.26		0.008		7.2			
YAL			Snm	22	42	41.7	0.28	0.005						
SIM	267	280	e(Sn)	22	42	41.2								
SIM			Snm	22	42	46.7	0.28	0.004						
SIM			Snm	22	42	47.7	0.39		0.010		7.7			
SEV	299	270	eSn	22	42	47.5								
SEV			Snm	22	42	48.2	0.27	0.005			7.5			
SEV			Snm	22	42	50.3	0.27		0.005					
DNZ2	345	286	e(Sn)	22	42	58.5								
DNZ2			Snm	22	43	0.5	0.26		0.004		7.3			
№ 32. 13 февраля. Крым, район 3														
$0 = 12 \text{ y} 37 \text{ muh} 49.9 \text{ c}, \varphi = 44.77^{\circ} \text{ N}, \lambda = 34.40^{\circ} \text{ E}, h = 20 \text{ км}, K_{\Pi} = 6.2 \pm 0.6(5), \text{ KD} = 7.2(5)$														
ALU	9	178	+iPg	12	37	54.0								
ALU			Pgm	12	37	54.2	0.27			0.023				
ALU			iSg	12	37	56.7								
ALU			Sgm	12	37	58.2	0.30	0.094			5.6			
ALU			Sgm	12	37	58.3	0.27		0.036			30	7.1	
SIM	30	312	-iPg	12	37	56.5								
SIM			Pgm	12	37	56.6	0.07			0.006				
SIM			iSg	12	38	0.8								
SIM			Sgm	12	38	1.0	0.15		0.057		7.0			
SIM			Sgm	12	38	1.2	0.15	0.043				30	7.1	
YAL	37	212	ePg	12	37	57.7								
YAL			Pgm	12	37	58.0	0.08			0.003				
YAL			eSg	12	38	2.8								
YAL			Sgm	12	38	2.9	0.11		0.008		5.9			
YAL			Sgm	12	38	5.0	0.09	0.005				25	7.1	
SUDU	49	74	ePg	12	37	59.5								
SUDU			Pgm	12	37	59.6	0.19			0.008				
SUDU			eSg	12	38	5.8								
SUDU			Sgm	12	38	9.6	0.23		0.014					
SUDU			Sgm	12	38	9.9	0.31	0.020			5.7	36	7.4	
SEV	62	246	ePg	12	38	1.4								
SEV			Pgm	12	38	2.4	0.09			0.001				
SEV			eSg	12	38	8.7								
SEV			Sgm	12	38	9.0	0.16	0.008						
SEV			Sgm	12	38	9.4	0.14		0.010		7.0	30	7.5	
				N	<u>b</u> 33	6. 16 d	реврал	ія. Чер	ное мо	pe, paì	іон 5			
0 =	= 1 4	6 мин	н 14.3 с	. (D :	= 44	4.57°	N. $\lambda =$	36.71°	<i>E</i> . $h = 7$	км. Кг	r = 7.0	$8 \pm 0.4$	4(7).	KD = 9.3(2)

											Пŗ	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ANN	60	54	ePg	1	6	24.6								
ANN			Pgm	1	6	25.0	0.40			0.121				
ANN			eSg	1	6	31.5								
ANN			Sgm	1	6	32.4	0.40	0.744			8.5			
ANN			Sgm	1	6	32.4	0.20		0.221					
FEO	115	296	ePg	1	6	33.6								
FEO			Pgm	1	6	38.4	0.25			0.007				
SUDU	140	285	ePg	1	6	38.2								
SUDU			Pgm	1	6	39.1	0.25			0.008				
SUDU			eSg	1	6	54.5								
SUDU			Sgm	1	6	56.8	0.27	0.021			7.4			
SUDU			Sgm	1	6	58.1	0.36		0.012			80	9.0	
ALU	183	275	eSn	1	7	6.1								
ALU			Snm	1	7	6.3	0.22		0.004					
ALU			Snm	1	7	8.0	0.25	0.007			7.1			
YAL	202	268	eSn	1	7	9.6								
YAL			Snm	1	7	11.4	0.22	0.014						
YAL			Snm	1	7	11.4	0.23		0.031		8.2			
SIM	209	283	eSn	1	7	10.4								
SIM			Snm	1	7	10.8	0.24	0.011			7.9			
SIM			Snm	1	7	10.8	0.28		0.009					
SEV	240	270	ePn	1	6	51.0								
SEV			Pnm	1	6	52.6	0.22			0.002				
SEV			eSn	1	7	17.1								
SEV			Snm	1	7	18.5	0.26	0.008			7.6			
SEV			Snm	1	7	19.6	0.31		0.009			95	9.6	
DNZ2	289	289	eSn	1	7	26.0								
DNZ2			Snm	1	7	30.0	0.27	0.007						
DNZ2			Snm	1	7	30.9	0.24		0.008		7.7			
				N	<u>≥</u> 34	. 19 d	ревра.	ля. Чер	оное мо	pe, pai	іон 9			
0 = 1	0ч4	3 ми	ч 52.0 с	,φ	= 4.	3.14°.	Ν, λ =	35.22°	<i>E</i> , $h = 2$	0 км, К	$X_{\Pi} = 9$	0.7±0	).3(7),	KD = 10.0(6)
					М	SH =	3.0(7)	, <i>MD</i> =	3.3(6), l	Mc=2	.8			
SNOP	124	181	ePn	10	44	12.2	0.35							
BZK	164	218	ePn	10	44	15.5	0.33							
ANN	257	40	ePn	10	44	26.0								
ANN			Pnm			26.2	0.3			0.016				
ANN			eSn		44	52.5								
ANN			Snm			54.7	0.2		0.026					
ANN			Snm		45	01.8	0.4	0.062						
YAL	173	331	ePn	10	44	16.7								
YAL			Pnm	10	44	18.0	0.13			0.032				
YAL			eSn	10	44	34.6								
YAL			Snm	10	44	38.0	0.17	0.117			9.6			MSH = 2.8
YAL			Snm	10	44	39.9	0.20		0.110			110	10.0	MD = 3.2
ALU	184	339	ePn	10	44	17.4								
											Пr	одо	лжен	ие таблицы 5
-------	--------	-------	----------	------	-------------	---------	--------	-----------------	--------------------	----------	--------------	-----------	--------	---------------
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ALU			Pnm	10	44	18.2	0.17			0.059				
ALU			eSn	10	44	36.6								
ALU			Snm	10	44	38.2	0.25	0.351			10.2			MSH = 3.1
ALU			Snm	10	44	39.3	0.25		0.187			120	9.9	MD = 3.3
SUDU	196	355	ePn	10	44	19.1								
SUDU			Pnm	10	44	20.7	0.17			0.049				
SUDU			eSn	10	44	39.3								
SUDU			Snm	10	44	42.0	0.22		0.131					MSH = 3.1
SUDU			Snm	10	44	42.4	0.33	0.305			9.9	125	9.9	MD = 3.3
SEV	200	322	ePn	10	44	19.4								
SEV			Pnm	10	44	21.1	0.12			0.011				
SEV			eSn	10	44	39.9								
SEV			Snm	10	44	43.5	0.13		0.041					MSH = 2.9
SEV			Snm	10	44	43.8	0.19	0.056			9.5	115	10.2	MD = 3.3
FEO	210	4	-iPn	10	44	21.7								
FEO			Pnm	10	44	22.5	0.14			0.204				
FEO			eSn	10	44	44.2								
FEO			Snm	10	44	47.3	0.20		0.163					MSH = 3.1
FEO			Snm	10	44	48.2	0.22	0.209			10.1	100	10.3	MD = 3.1
SIM	220	337	-iPn	10	44	23.1								
SIM			Pnm	10	44	23.4	0.29			0.077				
SIM			eSn	10	44	45.8								
SIM			Snm	10	44	46.0	0.36	0.125						MSH = 3.1
SIM			Snm	10	44	46.4	0.35		0.147		9.5	120	9.7	MD = 3.3
TARU	328	320	ePn	10	44	37.6								
TARU			Pnm	10	44	44.5	0.24			0.008				
TARU			e(Sn)	10	45	10.3								
TARU			Snm	10	45	16.6	0.25		0.051		9.0			MSH = 3.0
TARU			Snm	10	45	16.6	0.28	0.028						
				N	<u>b</u> 35	5. 22 d	беврал	<b>1</b> я. Чер	ное мо	pe, pai	йон 1			
0 = 2	22 ч і	16 ми	н 16.5 с	ς, φ	= 4	!3.73°	Ν, λ =	= 32.50°	<i>E</i> , $h = 1$	12 км, 1	$K_{\Pi} = $	$8.2 \pm$	0.3(7)	, KD = 8.8(4)
SEV	131	46	ePg	22	16	39.6								
SEV			Pgm	22	16	44.5	0.25			0.002				
SEV			e	22	16	52.5								
SEV			iSg	22	16	55.3								
SEV			Sgm	22	16	57.8	0.27		0.018		7.7			
SEV			Sgm	22	17	0.9	0.28	0.016				61	8.5	
YAL	157	57	e(Pn)	22	16	43.1								
YAL			Pnm	22	16	46.7	0.26			0.002				
YAL			eSn	22	17	1.4								
YAL			Snm	22	17	3.2	0.25		0.015		7.8			
YAL			Snm	22	17	5.4	0.24	0.010				60	8.8	
ALU	185	54	iSn	22	17	5.7								
ALU			Snm	22	17	7.9	0.30	0.075			8.6			
ALU			Snm	22	17	8.2	0.38		0.053					

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н.

	Продолжение таблицы 5.													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TARU	186	1	e(Pn)	22	16	46.6								
TARU			Pnm	22	16	51.5	0.38			0.005				
TARU			e	22	17	4.1								
TARU			eSn	22	17	7.5								
TARU			Snm	22	17	11.2	0.23		0.022					
TARU			Snm	22	17	11.9	0.23	0.028			8.2	70	8.8	
SIM	187	43	eSn	22	17	7.8								
SIM			Snm	22	17	8.4	0.41	0.030			8.2			
SIM			Snm	22	17	9.8	0.28		0.012					
DNZ2	191	17	e(Pn)	22	16	46.9								
DNZ2			Pnm	22	16	47.5	0.20			0.013				
DNZ2			eSn	22	17	8.2								
DNZ2			Snm	22	17	10.0	0.34	0.065			8.7			
DNZ2			Snm	22	17	11.9	0.21		0.025			75	8.9	
BZK	232	147	ePn	22	16	52.0								
BZK			eSn	22	17	17.7								
SUDU	237	56	iSn	22	17	19.8								
SUDU			Snm	22	17	20.4	0.36		0.015					
SUDU			Snm	22	17	22.6	0.42	0.026			8.5			
				N	<u>b</u> 36	5. 23 q	реврал	ія. Чер	ное мо	pe, pai	іон 5			
0 =	3ч4	42 ми	н 52.5 с	ς, φ	= 4	4.59°	Ν, λ =	: 36.64°	$E, h = \delta$	8 км, К	$\Pi = 6$	4±0.	3(3),	KD = 7.4(1)
ANN	62	58	ePg	3	43	3.2								
ANN			Pgm	3	43	3.6	0.20			0.009				
ANN			eSg	3	43	10.5								
ANN			Sgm	3	43	10.8	0.20		0.066					
ANN			Sgm	3	43	10.8	0.20	0.037			6.8			
SUDU	134	285	e(Sg)	3	43	31.7								
SUDU			Sgm	3	43	31.8	0.27		0.003					
SUDU			Sgm	3	43	32.1	0.42	0.007			6.2			
SEV	235	270	e(Pn)	3	43	28.3								
SEV			Pnm	3	43	29.2	0.23			0.001				
SEV			eSn	3	43	54.7								
SEV			Snm	3	43	55.1	0.18		0.001		6.2	28	7.4	
SEV			Snm	3	43	55.6	0.23	0.001						
		~		N	<u>9</u> 37	. 23 q	реврал	<u>ія. Чер</u>	ное мо	pe, pai	ion 1			
0 =	4ч1.	3 миг	ч 37.1 с	,φ:	= 4.	3.73°.	N, $\lambda =$	32.54° I	E, h = I	3 км, К	$L_{\Pi} = \delta$	$R.1\pm0$	0.3(6),	KD = 8.6(2)
SEV	128	45	ePg	4	13	59.9								
SEV			Pgm	4	14	3.8	0.24			0.003				
SEV			e	4	14	11.9								
SEV			iSg	4	14	15.4	0.00	0.01-						
SEV			Sgm	4	14	16.4	0.28	0.015	0.000				6	
SEV			Sgm	4	14	17.1	0.27		0.022		7.8	50	8.6	
YAL	154	56	eSn	4	14	20.9	0.0-		0.01					
YAL			Snm	4	14	25.8	0.25	0.01-	0.016		7.7			
YAL	1		Snm	4	14	26.0	0.26	0.015						

											Пр	одо.	лжен	ие таолицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TARU	183	360	e	4	14	25.0								
TARU			eSn	4	14	27.5								
TARU			Snm	4	14	29.1	0.20	0.018			8.2			
TARU			Snm	4	14	29.5	0.21		0.025					
SIM	185	42	eSn	4	14	27.6								
SIM			Snm	4	14	28.4	0.28	0.027			7.9			
SIM			Snm	4	14	29.9	0.26		0.015					
DNZ2	190	16	e(Pn)	4	14	7.0								
DNZ2			Pnm	4	14	7.6	0.22			0.016				
DNZ2			eSn	4	14	28.0								
DNZ2			Snm	4	14	29.3	0.27	0.062			8.6			
DNZ2			Snm	4	14	29.5	0.22		0.042			65	8.6	
BZK	230	148	ePn	4	14	10.7								
BZK			eSn	4	14	37.5								
SUDU	234	56	eSn	4	14	39.1								
SUDU			Snm	4	14	39.6	0.30	0.014						
SUDU			Snm	4	14	41.9	0.39		0.028		8.1			
				N	<u>b</u> 38	3. 27 d	оеврал	ія. Чер	ное мо	pe, paì	іон 9			
0 = 1	17 ч 1	9 ми	н 39.2 с	, φ	= 4	3.16°	Ν, λ =	<i>33.16</i> °	E, h = 2	28 км, 1	$K_{\Pi} = 0$	8.3±0	0.4(7)	, KD = 8.6(1)
SEV	160	15	e(Pn)	17	20	3.3								
SEV			Pnm	17	20	5.6	0.22			0.002				
SEV			eSn	17	20	21.0								
SEV			Snm	17	20	21.9	0.23	0.011						
SEV			Snm	17	20	22.3	0.23		0.012		7.7	65	8.6	
YAL	168	28	eSn	17	20	23.1								
YAL			Snm	17	20	24.8	0.21	0.015						
YAL			Snm	17	20	24.9	0.25		0.021		7.9			
ALU	197	30	e(Sn)	17	20	29.1								
ALU			Snm	17	20	29.3	0.22	0.054			8.9			
ALU			Snm	17	20	30.0	0.25		0.021					
SUDU	242	37	e(Sn)	17	20	40.3								
SUDU			Snm	17	20	41.8	0.33	0.015						
SUDU			Snm	17	20	42.0	0.32		0.021		8.1			
DNZ2	246	1	e(Sn)	17	20	40.5								
DNZ2			Snm	17	20	41.1	0.11		0.013					
DNZ2			Snm	17	20	41.9	0.18	0.022			8.6			
TARU	252	349	e(Sn)	17	20	42.1								
TARU			Snm	17	20	42.5	0.34	0.016			7.9			
TARU			Snm	17	20	44.5	0.22		0.012					
FEO	273	40	e(Sn)	17	20	47.9								
FEO			Snm	17	20	49.5	0.33		0.028					
FEO			Snm	17	20	49.7	0.27	0.030			8.7			
						J	<u></u> @ 39. 7	7 марта	. Район	1 2				
0 =	= 6 ч	27 мі	ин 2.7 c,	φ:	= 44	4.4 <sup>6°</sup>	Ν, λ =	34.06°	<i>E</i> , $h = 7$	' <i>км</i> , К <sub>Г</sub>	$_{\rm I} = 7.$	$l \pm 0.2$	2(5),	KD = 6.9(3)
YAL	8	68	+iPg	6	27	5.0		+	+	+				$\alpha = 240^{\circ}$
								39						

											Пp	одо	лжен	ние таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
YAL			Pgm	6	27	5.1	0.07			0.193				
YAL			eSg	6	27	6.5								
YAL			Sgm	6	27	6.6	0.10	0.267						
YAL			Sgm	6	27	6.7	0.11		0.239		7.1	16	6.2	
SEV	32	288	-iPg	6	27	8.0		-	+	-				
SEV			Pgm	6	27	9.5	0.10			0.009				
SEV			eSg	6	27	12.0								
SEV			Sgm	6	27	12.7	0.15	0.017						
SEV			Sgm	6	27	13.6	0.16		0.050		7.1	30	7.5	
SIM	55	5	e(Pg)	6	27	12.4								
SIM			Pgm	6	27	12.5	0.08			0.008				
SIM			eSg	6	27	19.2								
SIM			Sgm	6	27	20.4	0.12	0.014						
SIM			Sgm	6	27	20.4	0.16		0.030		7.4	28	7.0	
SUDU	88	51	eSg	6	27	29.7								
SUDU			Sgm	6	27	30.3	0.63	0.060						
SUDU			Sgm	6	27	30.3	0.35		0.017		7.0			
DNZ2	121	327	eSg	6	27	38.7								
DNZ2			Sgm	6	27	40.0	0.28		0.006					
DNZ2			Sgm	6	27	41.2	0.32	0.013			6.8			
					Nº 4	0.27	марта	а. Черн	юе мор	е, райс	)н 1			
0 =	12 ч	49 мі	ин 35.4	<i>c</i> , q	) = 4	44.68	° <i>Ν</i> ,λ=	= 32.42°	$^{\circ}E, h =$	5 км, К	$X_{\Pi} = t$	5.8±0	).3(5),	, $KD = 7.6(5)$
TARU	77	6	e(Pg)	12	49	48.6								
TARU			Pgm	12	49	51.8	0.25			0.010				
TARU			e(Sg)	12	49	57.6								
TARU			Sgm	12	50	0.2	0.22	0.008						
TARU			Sgm	12	50	3.3	0.21		0.009		6.0	35	7.4	
SEV	101	98	-iPg	12	49	52.0								
SEV			Pgm	12	49	54.5	0.27			0.018				
SEV			iSg	12	50	3.2								
SEV			Sgm	12	50	3.8	0.28	0.020			7.2			
SEV			Sgm	12	50	5.6	0.24		0.014			38	7.9	
DNZ2	- 99	39	e	12	49	53.5								
DNZ2			e(Sg)	12	50	3.2								
DNZ2			Sgm	12	50	3.5	0.21		0.017		6.8			
DNZ2			Sgm	12	50	5.2	0.22	0.016				36	7.4	
YAL	139	98	ePg	12	49	57.5								
YAL			Pgm	12	49	57.7	0.18			0.004				
YAL			e(Sg)	12	50	12.6								
YAL			Snm	12	50	13.3	0.28	0.005						
YAL			Snm	12	50	16.3	0.24		0.008		6.9	28	7.3	
SUDU	204	83	-ePn	12	50	8.2								
SUDU			Pnm	12	50	8.5	0.23			0.009				
SUDU			e(Sn)	12	50	31.2								
SUDU			Snm	12	50	31.5	0.28	0.008						

											Пр	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU			Snm	12	50	32.7	0.31		0.009		7.2	45	7.9	
						N	<u>41. 2</u>	7 марта	а. Райо	н 1				
0	= 21	ч 2 л	мин 1.7	с, (	) = 4	44.55	° <i>Ν</i> , λ	= 33.68	° E, h =	12 км,	$K_{\Pi} =$	4.4(	1), K.	D = 5.7(1)
SEV	13		iPg	21	2	5.2		-	+	-				
SEV			Pgm	21	2	5.5	0.17			0.005				
SEV			iSg	21	2	7.7								
SEV			Sgm	21	2	8.4	0.17	0.005						
SEV			Sgm	21	2	8.7	0.15		0.008		4.4	12	5.7	
					N <u>o</u> 4	2. 29	марта	а. Черн	юе мор	е, райс	эн 9			
0 =	14 ч	0 мин	<i>н 39.4 с</i> ,	φ:	= 42	2.06°1	Ν, λ =	32.47° .	<i>E</i> , $h = 2$	0 км, К	$X_{\Pi} = \delta$	$8.8 \pm 0$	).3(5),	KD = 9.1(2)
						MS	SH = 2	.8(5), M	D = 2.8	8(1),				
BTIN	50	201	e(Pg)	14	0	52.5								
BTIN			eSg	14	1	0.2								
BZK	127	94	ePg	14	1	0.7								
BZK			eSg	14	1	15.2								
SEV	293	19	e	14	1	21.4								
SEV			iSn	14	1	50.8								
SEV			Snm	14	1	51.6	0.23		0.018		8.9			MSH = 2.8
SEV			Snm	14	1	53.5	0.22	0.009				76	9.2	
YAL	303	26	e(Sn)	14	1	55.2								
YAL			Snm	14	1	55.9	0.19	0.009						
YAL			Snm	14	1	56.4	0.24		0.015		8.4			MSH = 2.5
TARU	369	1	e(Sn)	14	2	8.6								
TARU			Snm	14	2	11.7	0.33	0.016						
TARU			Snm	14	2	12.8	0.26		0.014		8.5			MSH = 2.7
DNZ2	373	9	eSn	14	2	11.1								
DNZ2			Snm	14	2	11.6	0.30		0.024		9.0			MSH = 2.9
DNZ2			Snm	14	2	13.3	0.21	0.020						
SUDU	375	32	e	14	1	32.7								
SUDU			eSn	14	2	10.1	0.02		0.000					
SUDU			Snm	14	2	12.7	0.23	0.026	0.023		0.2	60	80	MEIL - 2.0
3000			SIIII	14	∠ ۸۵. /	15.0 3 5 a	0.25	0.020		o noŭe	9.2	08	0.9	MSH – 2.9
0 -	2 1	7	, 27 2 0		- 13	2.5a	ма_	22 50°	$\frac{100 \text{ MOP}}{100 \text{ MOP}}$	с, рано 1 ин к	/H I / 6	< <b>8</b> +0	2(5)	KD = 7.5(2)
SEV	241 119	7 MUF 52	1 J7.2 C,	$\varphi$	- 4. 19	128	v, <i>I</i> \ —	52.50	L, n - 1	т кля, К	-11 - 0	0.0±0		D = 7.3(2)
SEV	110	55	Som	2	18	13.8	0.26	0.001						
SEV			Som	2	18	15.0	0.20	0.001	0.004		59			
YAL	147	63	eSo	2	18	20.0	0.72		0.004		5.7			
YAL	17/	35	Som	2	18	20.1	0.22	0.005			68			
YAL			Sgm	2	18	20.2	0.17		0.004		5.5			
TARU	162	1	e(Pn)	2	18	3.3								
TARU		_	Pnm	2	18	3.6	0.10			0.004				
TARU			e(Sn)	2	18	22.7								
TARU			Snm	2	18	26.5	0.19	0.008	0.005		7.2	35	7.4	
DNZ2	172	19	-iPn	2	18	4.8								

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н.

											Пp	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DNZ2			Pnm	2	18	4.9	0.15			0.007				
DNZ2			eSn	2	18	25.2								
DNZ3			Snm	2	18	26.6	0.32	0.009			6.9			
DNZ4			Snm	2	18	26.9	0.35		0.008			38	7.5	
SUDU	227	60	eSn	2	18	37.2								
SUDU			Snm	2	18	37.6	0.58	0.007			7.1			
SUDU			Snm	2	18	38.4	0.25		0.002					
					<u>N</u> ⁰ 4	14. 6 a	преля	<b>.</b> Черн	юе мор	е, райс	он 4			
0 =	8 y 1	мин	11.3 с,	φ=	= 44	.66° №	V, $\lambda = .$	35.49° E	E, h = 35	5 км, К	$\overline{\Pi} = 9$	.9±0.	4(8),	KD = 9.7(8)
					М	SH =	3.3(5),	MD =	3.1(8), I	Mc=3	P.1			
FEO	40	349	-iPg	8	1	19.9								$\alpha = 146^{\circ}$
			ä										10.0	MD = 3.0, I = 26
FEO	1.5	202	eSg	8	1	26.5						87	10.0	**
SUDU	46	303	+1Pg	8	1	(19.9)						105		$\alpha = 112^{\circ} *$
SUDU			eSg	8	1	(27.4)						125	9.9	MD = 3.3 **
ALU	86	272	ePg	8	1	25.5								$\alpha = 104^{\circ}$
ALU			Pgm	8	1	26.1	0.31			0.312				
ALU	10-		eSg	8	1	36.6						90	9.4	MD = 2.9 **
YAL	107	260	ePg	8	1	29.8	0.1.7			0.000				
YAL			Pgm	8	1	31.7	0.15			0.092				
YAL			eSg	8	1	43.6		0.450	0.074					
YAL			Sgm	8	1	46.6	0.29	0.179	0.376		9.8	77	9.4	MD = 3.1
SIM	113	287	ePg	8	1	30.3								
SIM			Pgm	8	1	31.6	0.32			0.210				
SIM			eSg	8	1	44.7								Mc = 3.1
SIM			Sgm	8	1	45.2	0.45	1.400			10.5			MSH = 3.7
SIM			Sgm	8	1	45.2	0.43		1.200			99	9.3	MD = 3.1
ANN	146	80	ePg	8	1	31.6				0.40-				
ANN			Pgm	8	1	33.0	0.20			0.107				
ANN			eSg	8	1	47.4								
ANN			e(Sg)	8	1	48.9	0.40							
ANN			Sgm	8	1	49.4	0.40	0.388	0.000		9.7			
ANN	1.4.4	265	Sgm	8	1	49.5	0.40		0.309					
SEV	144	265	+ePg	8	1	34.4	0.24			0.115				
SEV			Pgm	8	1	36.1	0.34			0.115				MOLL 2.2
SEV			eSg	8	1	52.3	0.50	0.167			0.6	107	10.1	MSH = 3.3
SEV			Sgm	8	1	54.4	0.50	0.167	0.107		9.6	107	10.1	MD = 3.2
SEV	100	01	Sgm	8	1	54.4	0.38		0.127					
GELR	198	91	ePn	8	1	38.4								
GELR			eSn	8	1	58.9	0.00	0.000			0.6			
GELR	205	0.6	Snm	8	2	1.8	0.38	0.220			9.6			
SPGR	205	86	ePn	8	1	39.5								
SPGR			eSn	8	2	1.0	0.24	0.505			10.0			
SPGR	105	205	Snm	8	2	3.2	0.24	0.587			10.9			
DNZ2	195	295	ePn	8		41.2	0.50			0.071				
DNZ2			Pnm	8	1	43.3	0.50			$0.0^{\circ}/1$				

Калинюк И. В.,	Свидлова В. А.,	Бондарь М. Н.
----------------	-----------------	---------------

											Пp	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DNZ2			eSn	8	2	3.3								
DNZ2			Snm	8	2	7.5	0.39		0.149					MSH = 3.1
DNZ2			Snm	8	2	9.5	0.43	0.170			9.4	117	9.9	MD = 3.3
TARU	245	290	ePn	8	1	47.4								
TARU			Pnm	8	1	55.1	0.34			0.068				
TARU			eSn	8	2	12.8								
TARU			Snm	8	2	24.9	0.53	0.159						MSH = 3.5
TARU			Snm	8	2	30.5	0.54		0.233		9.7	104	9.6	MD = 3.1
BZK	323	201	ePn	8	1	57.2								
DIKM	335	182	ePn	8	1	58.2								
					<b>№</b> 4	15.68	преля	а. Черн	ое мор	е, райс	он 4			
0	= 8 ч	36 м	ин 59.6	<i>c</i> , (	φ =	44.58	S° Ν, λ	= 35.55	° E, h =	20 км,	$K_{\Pi}$ =	6.1	(1), <b>K</b>	XD = 6.0(1)
SUDU	56	307	-iPg	8	37	9.8								
SUDU			Pgm	8	37	10.1	0.28			0.013				
SUDU			eSg	8	37	17.0								
SUDU			Sgm	8	37	17.5	0.59	0.046			6.1			
SUDU			Sgm	8	37	17.8	0.42		0.032			18	6.0	
					<b>№</b> 4	16. 8 a	преля	а. Черн	ое мор	е, райс	он 4			
0 =	5ч З	88 ми	н 7.6 с,	φ=	- 44	.58°1	V, $\lambda = .$	35.55° E	E, h = 20	Окм, К	$\Pi = 6$	.8±0.	.2(2),	KD = 6.8(1)
FEO	50	345	+iPg	5	38	16.4								
FEO			Pgm	5	38	16.5	0.30			0.029				
FEO			eSg	5	38	23.0								
FEO			Sgm	5	38	23.4	0.34	0.079			6.9			
FEO			Sgm	5	38	23.4	0.31		0.053					
SUDU	56	307	-iPg	5	38	18.4								
SUDU			Pgm	5	38	18.6	0.39			0.016				
SUDU			eSg	5	38	25.7								
SUDU			Sgm	5	38	26.5	0.42	0.054			6.6			
SUDU			Sgm	5	38	26.5	0.46		0.025			26	6.8	
				J	№ 4	7.17	апрел	я. Чері	ное мор	ре, рай	он 5			
0 = 1	19 ч З	81 ми	н 53.7 с	ς, φ	= 4	5.02°	Ν, λ =	: 36.84°	<i>E</i> , $h = 2$	20 км, 1	$K_{\Pi} =$	$7.4 \pm$	0.2(5)	, KD = 7.4(1)
ANN	41	112	ePg	19	32	1.9								
ANN			Pgm	19	32	2.0	0.20			0.055				
ANN			eSg	19	32	7.5								
ANN			Sgm	19	32	8.0	0.20	0.549			8.0			
ANN			Sgm	19	32	8.0	0.20		0.527					
SUDU	146	265	ePn	19	32	16.9								
SUDU			Pnm	19	32	17.5	0.23			0.006				
SUDU			eSn	19	32	34.4								
SUDU			Snm	19	32	36.7	0.23	0.015			7.4			
SUDU			Snm	19	32	37.3	0.25		0.014			36	7.4	
YAL	220	255	eSn	19	32	50.4								
YAL			Snm	19	32	51.9	0.08		0.003					
YAL			Snm	19	32	52.0	0.05	0.002			7.2			

											Пr	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SEV	255	259	eSn	19	32	57.8								
SEV			Snm	19	33	0.4	0.25	0.004						
SEV			Snm	19	33	1.0	0.33		0.004		7.1			
DNZ2	287	279	eSn	19	33	9.4								
DNZ2			Snm	19	33	9.6	0.27	0.005						
DNZ2			Snm	19	33	11.4	0.26		0.005		7.3			
				J	<u>∿</u> 94	8.21	апрел	я. Чері	ное мор	эе, рай	он 2			
0 =	8ч4	3 миғ	ч 10.5 с	, φ	= 4	4.28°	<i>N</i> , λ =	34.05°	<i>E</i> , $h = 3$	3 км, К	$X_{\Pi} = \ell$	5.8±0	).2(5),	KD = 7.1(4)
YAL	25	159	-ePg	8	43	17.2								
YAL			Pgm	8	43	17.4	0.09			0.013				
YAL			iSg	8	43	22.3								
YAL			Sgm	8	43	22.4	0.15	0.024			6.4			
YAL			Sgm	8	43	22.8	0.18		0.030			21	6.8	
SEV	42	317	ePg	8	43	17.9								
SEV			Pgm	8	43	18.9	0.14			0.003				
SEV			iSg	8	43	24.4								
SEV			Sgm	8	43	24.9	0.23	0.016			6.8			
SEV			Sgm	8	43	25.8	0.17		0.009			32	7.5	
ALU	53	147	-iPg	8	43	19.8								
ALU			Pgm	8	43	19.9	0.27			0.007				
ALU			iSg	8	43	27.6								
ALU			Sgm	8	43	27.8	0.25	0.049			7.2			
ALU			Sgm	8	43	27.8	0.28		0.012			29	7.0	
SUDU	101	131	Pgm				0.25			0.007				Sg - Pg = 12.6
SUDU			Sgm				0.45	0.029			6.9			*
SUDU			Sgm				0.28		0.011			30	7.1	
DNZ2	138	333	e(Pg)	8	43	33.6								
DNZ2			Pgm	8	43	37.6	0.33			0.010				
DNZ2			eSg	8	43	51.4								
DNZ2			Sgm	8	43	53.4	0.34		0.006					
DNZ2			Sgm	8	43	54.9	0.30	0.008			6.7	29	6.9	
				J	<u>∿</u> 94	9. 22	апрел	я. Чері	ное мор	эе, рай	он 2			
0 = 1	11 ч 2	27 ми	н 27.4 с	ς, φ	= 4	4.36°	'N, λ =	<i>34.32</i> °	<i>E</i> , $h = \frac{1}{2}$	31 км, 1	$K_{\Pi} =$	7.1±	0.3(7)	, KD = 7.3(2)
YAL	19	318	e(Pg)	11	27	33.8								
YAL			Pgm	11	27	33.9	0.08			0.006				
YAL			eSg	11	27	38.3								
YAL			Sgm	11	27	38.5	0.18		0.068		7.0			
YAL			Sgm	11	27	38.6	0.12	0.034				21	6.8	
ALU	36	12	iSg	11	27	40.0								
ALU			Sgm	11	27	40.3	0.28	0.335			8.1			
ALU			Sgm	11	27	40.4	0.34		0.120					
SEV	55	293	ePg	11	27	37.5								
SEV			Pgm	11	27	40.0	0.11			0.004				
SEV			iSg	11	27	45.2								
SEV	1		Sgm	11	27	45.6	0.23	0.015			6.8			

											Пp	одо.	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SEV			Sgm	11	27	47.8	0.20		0.013			42	7.7	
SIM	67	347	e(Sg)	11	27	49.3								
SIM			Sgm	11	27	49.5	0.24		0.015		7.1			
SIM			Sgm	11	27	50.5	0.27	0.016						
SUDU	79	43	Sgm				0.22		0.010					*
SUDU			Sgm				0.38	0.024			6.5			
DNZ2	142	324	e(Sg)	11	28	9.8								
DNZ2			Sgm	11	28	11.0	0.32	0.012			7.0			
DNZ2			Sgm	11	28	14.7	0.24		0.009					
TARU	181	311	e(Sn)	11	28	19.5								
TARU			Snm	11	28	20.5	0.41	0.017			7.4			
TARU			Snm	11	28	21.4	0.29		0.010					
				J	№ 5	0. 23	апрел	я. Чері	юе мор	ое, рай	он 1			
0 =	14 ч.	54 мі	ин 42.3	<i>c</i> , q	) = 4	44.69	° <i>Ν</i> , λ =	= 32.44°	$^{\circ}E, h =$	5 км, К	$I_{\Pi} = 7$	7.0±0	). <i>4(4)</i> ,	KD = 7.9(3)
TARU	76	6	iSg	14	55	4.3								
TARU			Sgm	14	55	4.9	0.15	0.008			6.2			
TARU			Sgm	14	55	5.4	0.21		0.010					
DNZ2	- 98	38	ePg	14	54	58.8								
DNZ2			Pgm	14	54	59.6	0.14			0.019				
DNZ2			e(Sg)	14	55	10.0								
DNZ2			Sgm	14	55	13.8	0.14	0.019			7.3			
DNZ2			Sgm	14	55	13.9	0.15		0.017			40	7.6	
SEV	99	99	Pgm				0.23			0.008				Sg-Pg = 11.5
SEV			Sgm				0.20	0.013			7.1			*
SEV			Sgm				0.17		0.008			42	8.2	
SUDU	203	83	ePn	14	55	14.5								
SUDU			Pnm	14	55	15.3	0.19			0.009				
SUDU			eSn	14	55	38.2								
SUDU			Snm	14	55	39.9	0.25		0.008		7.3			
SUDU			Snm	14	55	43.7	0.30	0.007				46	7.8	
						№ 51.	23 ап	реля. К	рым, р	айон 4	•			
0 =	23 ч -	44 мі	ин 9.5 с,	φ:	= 4.	5.30°.	Ν, λ =	35.36° I	<i>E</i> , $h = 1$	0 км, К	$f_{\Pi} = t$	6.2±0	.2(4),	KD = 7.0(2)
FEO	31	176	ePg	22	44	15.2								
FEO			Pgm	22	44	17.1	0.11			0.018				
FEO			1Sg	22	44	19.3	0.17		0.012				6.0	
FEO			Sgm	22	44	21.1	0.17	0.047	0.043		6.3	26	6.8	
FEO	5.4	010	Sgm	22	44	21.7	0.18	0.047						
SUDU	54	213	e(Pg)	22	44	19.3	0.10			0.005				
SUDU			Pgm	22	44	19.4	0.19			0.005				
SUDU			esg	22	44	25.1	0.27		0.012		5.0	20	7 1	
SUDU			Sgm	22	44	23.9	0.27	0.026	0.012		3.9	30	/.1	
50D0 DN72	169	274	a(Sn)	22	44	21.0 56.6	0.34	0.020						
DNZ2	108	214	Snm	22	44	50.0	0.16		0.002		65			
DNZ2			Snm	22	44	0.2	0.10	0.002	0.005		0.5			

											Пp	одо.	лжен	ние таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TARU	221	273	e(Sn)	22	45	12.3								
TARU			Snm	22	45	12.4	0.22	0.002			6.3			
TARU			Snm	22	45	13.2	0.26		0.002					
				J	<u>∲</u> 5	2.30	апрел	я. Чері	ное мор	ре, рай	он 1			
0 =	= 8 ч	33 м	ин 13.2	с, (	) =	44.70	$\lambda = 3$	2.56° E,	h = 23	<i>км</i> , <i>К</i> П	= 6.5	5±0.3	B(3), I	KD = 7.3(1)
TARU	75	1	e(Sg)	8	33	36.9								
SEV	90	103	-iPg	8	33	29.9								
SEV			Pgm	8	33	31.2	0.21			0.004				
SEV			iSg	8	33	41.4								
SEV			Sgm	8	33	42.0	0.31		0.009					
SEV			Sgm	8	33	42.1	0.30	0.010			6.5	27	7.3	
DNZ2	- 90	37	e(Sg)	8	33	41.6								
DNZ2			Sgm	8	33	41.9	0.21		0.008		6.2			
DNZ2			Sgm	8	33	43.4	0.21	0.006						
SUDU	193	85	eSg	8	34	9.7								
SUDU			Sgm	8	34	12.0	0.42	0.009			6.9			
SUDU			Sgm	8	34	12.5	0.26		0.004					
					N	2 53. 2	2 мая.	Черно	е море,	район	2			
0=2	22 ч З	80 ми	н 17.0 с	ς, φ	= 4	3.94°	Ν, λ =	= <i>33.98</i> °	E, h = 2	29 км, 1	$K_{\Pi} = 0$	5.8±(	0.2(4)	), $KD = 6.3(3)$
YAL	63	13	ePg	22	30	28.8								
YAL			Pgm	22	30	29.0	0.23			0.005				
YAL			eSg	22	30	37.3								
YAL			Sgm	22	30	38.1	0.43	0.016			6.2			
YAL			Sgm	22	30	38.5	0.26		0.015			16	6.2	
SEV	72	341	e(Pg)	22	30	29.8								
SEV			Pgm	22	30	30.5	0.31			0.001				
SEV			eSg	22	30	39.3								
SEV			Sgm	22	30	40.3	0.21		0.001					
SEV			Sgm	22	30	40.4	0.23	0.002			5.4	22	6.4	
ALU	89	22	e(Pg)	22	30	32.9								
ALU			Pgm	22	30	33.6	0.23			0.002				
ALU			eSg	22	30	44.2								
ALU			Sgm	22	30	46.0	0.25	(0.014)				22	6.4	
SUDU	133	37	eSn	22	30	55.1								
SUDU			Snm	22	30	55.4	0.42	0.006						
SUDU			Snm	22	30	55.4	0.38		0.005		5.9			
DNZ2	190	339	e(Sn)	22	31	6.5								
DNZ2			Snm	22	31	8.6	0.29	0.002						
DNZ2			Snm	22	31	9.2	0.38		0.003		5.8			
					N	2 <b>54.</b> 4	мая.	Черно	е море,	район	9			
0 =	6ч1	8 мин	н 50 <u>.4</u> с,	φ:	= 42	2.70°	Ν, λ =	32.09° I	E, h = 5	1 км, К	$C_{\Pi} = 7$	7.9±0	.3(5),	KD = 7.8(3)
KURC	109	151	ePg	6	19	5.0								
SEV	241	31	ePn	6	19	23.9								
SEV			Pnm	6	19	24.3	0.41			0.002				
SEV			eSn	6	19	49.1								

											Hp	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SEV			Snm	6	19	49.9	0.31		0.007					
SEV			Snm	6	19	50.2	0.29	0.005			7.6	47	8.0	
YAL	259	39	e(Sn)	6	19	54.9								
YAL			Snm	6	19	55.4	0.31		0.013		8.1			
YAL			Snm	6	19	55.4	0.29	0.017						
TARU	299	7	e(Pn)	6	19	32.2								
TARU			Pnm	6	19	33.2	0.09			0.001				
TARU			e(Sn)	6	20	0.5								
TARU			Snm	6	20	2.8	0.13		0.003					
TARU			Snm	6	20	2.9	0.14	0.004			7.5	38	7.5	
SUDU	336	43	ePn	6	19	36.3								
SUDU			Pnm	6	19	36.7	0.23			0.004				
SUDU			eSn	6	20	11.2								
SUDU			Snm	6	20	11.9	0.35	0.018			8.3			
SUDU			Snm	6	20	12.4	0.33		0.013			48	8.0	
DNZ2	310	16	e(Sn)	6	20	4.6								
DNZ2			Snm	6	20	6.6	0.23	0.012			8.2			
DNZ2			Snm	6	20	7.6	0.23		0.008					
					Ng	2 55. (	б мая.	Черно	е море,	район	1			
0 =	14 ч	13 мі	ин 3.6 с	, φ	= 44	4.22°	Ν, λ =	32.97°	<i>E</i> , $h = 1$	3 км, К	$K_{\Pi} = 6$	5.1±0	.4(3),	KD = 6.2(1)
SEV	66	58	ePg	14	13	15.4								
SEV			Pgm	14	13	15.5	0.27			0.002				
SEV			eSg	14	13	23.8								
SEV			Sgm	14	13	24.2	0.33	0.009						
SEV			Sgm	14	13	24.2	0.32		0.007		5.9	20	6.2	
DNZ2	129	9	eSg	14	13	42.4								
DNZ2			Sgm	14	13	42.9	0.28	0.008						
DNZ2			Sgm	14	13	45.4	0.30		0.008		6.6			
TARU	132	346	eSg	14	13	43.5								
TARU			Sgm	14	13	46.5	0.21	0.002						
TARU			Sgm	14	13	47.3	0.31		0.003		5.7			
					Ng	2 56. 8	8 мая.	Черно	е море,	район	19			
0 = 1	9ч5	1 мин	н 29.8 c	, φ	= 4.	3.11°	Ν, λ =	<i>31.66</i> °	<i>E</i> , $h = 5$	0 км, І	$K_{\Pi} = I$	0.0±	0.3(9	), $KD = 9.9(9)$
	-				Μ	SH =	3.6(9)	, <i>MD</i> =	3.3(9), l	Mc=3	.4			
BTIN	171	163	e(Pg)	19	51	51.7								
SEV	228	45	ePn	19	52	2.1								
SEV			Pnm	19	52	3.6	0.39			0.008				
SEV			e(Sn)	19	52	25.5								
SEV			Snm	19	52	29.3	0.38	0.069						MSH = 3.3
SEV			Snm	19	52	29.3	0.32		0.080		9.6	120	9.7	MD = 3.3
YAL	252	52	ePn	19	52	5.4								
YAL			Pnm	19	52	6.0	0.38			0.006				
YAL			eSn	19	52	32.1								
YAL			Snm	19	52	35.3	0.32	0.058						MSH = 3.3
YAL			Snm	19	52	35.8	0.47		0.125		9.4	130	10.3	MD = 3.3

											Пp	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TARU	261	15	ePn	19	52	5.8								
TARU			Pnm	19	52	9.3	0.21			0.013				
TARU			e(Sn)	19	52	33.2								
TARU			Snm	19	52	35.5	0.61	0.339			9.7			MSH = 3.7
TARU			Snm	19	52	39.4	0.89		0.297			140	10.0	MD = 3.4
DNZ2	281	26	ePn	19	52	8.7								
DNZ2			Pnm	19	52	16.0	0.25			0.015				
DNZ2			eSn	19	52	38.2								
DNZ2			Snm	19	52	40.5	0.34	0.156						MSH = 3.8
DNZ2			Snm	19	52	40.5	0.41		0.314		10.4	130	10.0	MD = 3.3
ALU	281	51	e(Pn)	19	52	9.0								
ALU			Pnm	19	52	12.5	0.30			0.006				
ALU			eSn	19	52	38.1								
ALU			Snm	19	52	42.9	0.26	0.167			10.2			MSH = 3.5
ALU			Snm	19	52	43.0	0.33		0.116			118	9.8	MD = 3.2
SIM	284	43	e(Pn)	19	52	9.4								
SIM			Pnm	19	52	10.7	0.37			0.029				
SIM			eSn	19	52	39.2								
SIM			Snm	19	52	41.6	0.39	0.139						MSH = 3.4
SIM			Snm	19	52	41.6	0.41		0.088		9.8	135	9.9	MD = 3.4
SUDU	332	52	-iPn	19	52	14.5								
SUDU			Pnm	19	52	18.5	0.43			0.020				
SUDU			eSn	19	52	49.1								
SUDU			Snm	19	52	50.4	0.48	0.256						MSH = 3.9
SUDU			Snm	19	52	51.8	0.43		0.127		10.3	138	10.1	MD = 3.4
FEO	366	53	-iPn	19	52	18.7								
FEO			Pnm	19	52	18.9	0.21			0.031				
FEO			eSn	19	52	56.5								
FEO			Snm	19	52	59.9	0.48	0.196						MSH = 3.8
FEO			Snm	19	53	0.4	0.31		0.085		10.3	128	10.0	MD = 3.3
ANN	493	65	eP	19	52	34.6				0.010				
ANN			Pm	19	52	35.1	0.30			0.013				
ANN			eS	19	52	25.0	0.00	0.067						MOIL 2.0
ANN			Sm	19	52	26.6	0.30	0.067	0.062		10.1	114	0.6	MSH = 3.8
ANN			Sm	19	52 No	27.2	0.30		0.063		10.1	114	9.6	MD = 3.2
0	22	12			J12	51.9	мая. <i>Е</i>	430BCKU	E L	, раио 10		7 4 1	0 1/0	VD = 9.4(1)
0 = 2	22 4 4	+2 ми 176	H 21.0 C	<i>;</i> , φ	= 4	25.00	Ν, λ =	= 37.23	<i>E</i> , $n = 4$	ю км, 1	$\Lambda_{\Pi} =$	/.4±(	).4(8)	KD = 8.4(1)
ANN	80	1/0	Pare	22	42	27.2	0.20			0.041				
ANN			Pgm	22	42	37.3	0.30			0.061				
ANN			esg	22	42	43.9	0.20	0.104						
ANN			Sgm	22	42	40.3	0.30	0.104	0.046		01			
AININ	115	146	Sgm	22	42	40./	0.20		0.046		ð.1			
SPUK	115	140	erg	22	42	41.2								
SPGK	150	247	esg	22	42	33.0								
reu	139	241	esn	22	43	2.0								

											Hp	одо.	лжен	ние таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
FEO			Snm	22	43	3.5	0.16		0.004					
FEO			Snm	22	43	5.0	0.19	0.010			7.3			
SUDU	193	247	e(Sn)	22	43	16.1								
SUDU			Snm	22	43	16.2	0.45	0.014						
SUDU			Snm	22	43	21.0	0.38		0.013		7.1			
ALU	245	247	e(Sn)	22	43	25.2								
ALU			Snm	22	43	27.5	0.31	0.005			6.8			
YAL	273	244	e(Sn)	22	43	30.5								
YAL			Snm	22	43	30.6	0.32	0.005			7.0			
YAL			Snm	22	43	30.9	0.30		0.003					
SEV	304	249	ePn	22	43	4.4								
SEV			Pnm	22	43	7.5	0.30			0.001				
SEV			e(Sn)	22	43	36.3								
SEV			Snm	22	43	37.8	0.29	0.004						
SEV			Snm	22	43	40.1	0.15		0.002		7.0	60	8.4	
VSLR	324	134	eSn	22	43	39.8								
DNZ2	324	269	e(Sn)	22	43	40.1								
DNZ2			Snm	22	43	47.8	0.39		0.008		7.4			
DNZ2			Snm	22	43	52.5	0.50	0.010						
TARU	369	268	e(Sn)	22	43	50.4								
TARU			Snm	22	43	51.8	0.44		0.009		8.1			
TARU			Snm	22	43	57.2	0.29	0.003						
					№	58.2	2 мая.	Черно	е море	, райоі	н 1			
0=2	22 ч 5	51 ми	н 39.3 с	ς, φ	= 4	4.27°	Ν, λ =	: <i>33.14</i> °	E, h = 1	18 км, 1	$K_{\Pi} =$	6.3±	0.4(3)	), $KD = 7.1(2)$
SEV	53	55	-iPg	22	51	49.4								
SEV			Pgm	22	51	49.9	0.25			0.004				
SEV			iSg	22	51	55.7								
SEV			Sgm	22	51	56.0	0.20		0.004					
SEV			Sgm	22	51	57.3	0.27	0.012			5.8	26	6.8	
DNZ2	122	3	e(Pg)	22	52	1.7								
DNZ2			Pgm	22	52	3.5	0.23			0.003				
DNZ2			eSg	22	52	17.5								
DNZ2			Sgm	22	52	18.8	0.37	0.012			6.6			
DNZ2			Sgm	22	52	19.0	0.30		0.007			34	7.4	
TARU	132	339	eSg	22	52	19.6								
TARU			Sgm	22	52	22.6	0.27		0.008		6.6			
TARU			Sgm	22	52	22.7	0.34	0.008						
					№	59.2	3 мая.	Черно	е море	, райоі	H 4			
0=2	20 ч 4	48 ми	н 56.3 с	ς, φ	= 4	4.56°	<i>N</i> , λ =	: 35.73°	<i>E</i> , $h = 2$	24 км, 1	$K_{\Pi} =$	7.7±	0.3(9)	), $KD = 8.2(6)$
FEO	57	332	ePg	20	49	6.9								
FEO			Pgm	20	49	7.2	0.14			0.051				
FEO	<u> </u>		iSg	20	49	16.1								
FEO			Sgm	20	49	16.7	0.48	0.147			7.7			
FEO	<u> </u>		Sgm	20	49	17.5	0.36		0.068			39	7.6	
SUDU	68	302	ePg	20	49	9.2								

											Пp	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU			Pgm	20	49	11.2	0.27			0.018				
SUDU			eSg	20	49	18.6								
SUDU			Sgm	20	49	20.9	0.44		0.073					
SUDU			Sgm	20	49	22.4	0.48	0.186			7.9	58	8.4	
ALU	106	278	-iPg	20	49	14.4								
ALU			Pgm	20	49	14.7	0.20			0.011				
ALU			iSg	20	49	28.4								
ALU			Sgm	20	49	28.6	0.39		0.097					
ALU			Sgm	20	49	29.0	0.27	0.126			8.8	44	7.8	
YAL	125	289	-ePg	20	49	18.5								
YAL			Pgm	20	49	19.1	0.23			0.017				
YAL			eSg	20	49	34.7								
YAL			Sgm	20	49	35.5	0.33	0.029						
YAL			Sgm	20	49	36.5	0.22		0.023		7.9	46	8.3	
ANN	130	74	e(Sg)	20	49	36.0								
ANN			Sgm	20	49	36.3	0.30	0.022						
ANN			Sgm	20	49	39.7	0.40		0.019		7.4			
SIM	134	289	eSg	20	49	36.5								
SIM			Sgm	20	49	38.7	0.39		0.021					
SIM			Sgm	20	49	39.7	0.37	0.029			7.5			
SEV	162	270	-iPn	20	49	23.5								
SEV			Pnm	20	49	23.8	0.24			0.008				
SEV			eSn	20	49	43.5								
SEV			Snm	20	49	44.2	0.24	0.010			7.4			
SEV			Snm	20	49	46.9	0.38		0.019			52	8.2	
DNZ2	218	295	e(Pn)	20	49	31.4								
DNZ2			Pnm	20	49	32.4	0.40			0.004				
DNZ2			iSn	20	49	57.3								
DNZ2			Snm	20	49	57.4	0.41		0.015		7.5			
DNZ2			Snm	20	49	59.0	0.37	0.012				63	8.6	
TARU	267	291	e(Sn)	20	50	10.7								
TARU			Snm	20	50	12.8	0.38		0.007		7.5			
TARU			Snm	20	50	14.4	0.39	0.006						
					№	<b>60.</b> 2	6 мая.	Черно	е море	, район	ı 1			
0 =	0ч0	мин	30.5 с,	φ=	- 44	.36° N	$\lambda = 3$	32.84° E	h = 30	) км, K <sub>I</sub>	$_{1} = 7.$	$4 \pm 0.$	5 (7),	KD = 8.1(5)
SEV	69	73	ePg	0	0	42.6								
SEV			Pgm	0	0	43.6	0.13			0.001				
SEV			eSg	0	0	51.5								
SEV			Sgm	0	0	56.2	0.16	0.007			6.5			
SEV			Sgm	0	0	56.2	0.17		0.009			58	8.4	
YAL	105	82	e(Pg)	0	0	48.4								
YAL			Pgm	0	0	50.7	0.15			0.002				
YAL			eSg	0	1	1.5								
YAL			Sgm	0	1	3.0	0.13	0.003						
YAL			Sgm	0	1	3.4	0.16		0.006		6.8	40	8.0	

											Пp	одо.	лжен	ние таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TARU	115	348	ePg	0	0	49.9								
TARU			Pgm	0	0	52.4	0.12			0.012				
TARU			eSg	0	1	4.3								
TARU			Sgm	0	1	9.0	0.19		0.030		7.9			
TARU			Sgm	0	1	9.2	0.18	0.023				49	8.1	
DNZ2	116	14	ePg	0	0	50.0								
DNZ2			Pgm	0	0	54.8	0.11			0.018				
DNZ2			eSg	0	1	4.5								
DNZ2			Sgm	0	1	7.4	0.24		0.027		7.7			
DNZ2			Sgm	0	1	7.7	0.25	0.027				49	8.1	
SIM	120	57	ePg	0	0	50.9								
SIM			Pgm	0	0	51.5	0.26			0.011				
SIM			eSg	0	1	6.0								
SIM			Sgm	0	1	8.6	0.32	0.011						
SIM			Sgm	0	1	8.6	0.36		0.016		7.7	45	7.8	
ALU	129	74	iSg	0	1	6.6								
ALU			Sgm	0	1	10.4	0.27		0.022					
ALU			Sgm	0	1	10.6	0.23	0.029			7.6			
SUDU	180	70	eSn	0	1	21.6								
SUDU			Snm	0	1	24.0	0.33		0.018					
SUDU			Snm	0	1	24.4	0.53	0.034			7.7			
					№	61.2	6 мая.	Черно	е море,	, район	19			
0 = 2	ч 38	мин	53.3 с,	φ =	42.	40° N	$\lambda = 3$	1.22° E	h = 25	км, Кп	1 = 8.	9±0.	3(8), 1	MSH = 2.9(8))
BINT	120	135	ePg	2	39	14.0								
BINT			eSg	2	39	28.1								
ISK	233	231	ePn	2	39	26.8								
TIRR	322	316	ePn	2	39	37.5								
SEV	310	39	eSn	2	40	9.8								
SEV			iSn	2	40	12.3								
SEV			Snm	2	40	12.5	0.32	0.010						
SEV			Snm	2	40	12.8	0.26		0.010		8.4			MSH = 2.7
YAL	332	45	e(Sn)	2	40	13.8								
YAL			eSn	2	40	15.0								
YAL			Snm	2	40	15.7	0.27		0.017		8.5			MSH = 2.7
YAL			Snm	2	40	16.0	0.24	0.010						
ALU	361	44	e(Sn)	2	40	19.0								
ALU			Snm	2	40	21.1	0.23	0.050						
ALU			Snm	2	40	21.1	0.38		0.039		9.6			MSH = 3.2
TARU	347	17	eSn	2	40	16.9								
TARU			Snm	2	40	19.6	0.22	0.025			9.0			MSH = 2.9
TARU			Snm	2	40	19.6	0.19		0.009					
DNZ2	367	25	eSn	2	40	21.7								
DNZ2			Snm	2	40	29.2	0.23	0.018			8.8			MSH = 2.7
DNZ2			Snm	2	40	30.3	0.31		0.017					
SIM	367	- 38	eSn	2	40	22.6								

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н.

											Пp	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SIM			Snm	2	40	23.2	0.25		0.012					
SIM			Snm	2	40	23.5	0.23	0.018			8.8			MSH = 2.8
SUDU	411	46	eSn	2	40	33.3								
SUDU			Snm	2	40	35.7	0.25		0.019					
SUDU			Snm	2	40	37.5	0.34	0.029			9.1			MSH = 3.1
FEO	444	48	e(Sn)	2	40	41.6								
FEO			Snm	2	40	41.9	0.27		0.024		9.3			MSH = 3.1
FEO			Snm	2	40	42.2	0.23	0.021						
					№	62.1	июня.	. Черно	е море	, райо	H 1			
0 =	11 ч.	20 мі	ин 8.0 с	<b>,</b> φ	= 44	4.45°	Ν, λ =	32.31° I	<i>E</i> , $h = 2$	0 км, К	$f_{\Pi} = t$	5.2±0	).2(3),	KD = 6.4(1)
TARU	104	9	eSg	11	20	41.7								
TARU			Sgm	11	20	43.7	0.19	0.003						
TARU			Sgm	11	20	43.7	0.36		0.007		6.0			
SEV	109	84	ePg	11	20	28.0								
SEV			Pgm	11	20	28.2	0.30			0.002				
SEV			eSg	11	20	41.6								
SEV			Sgm	11	20	42.1	0.23	0.003						
SEV			Sgm	11	20	43.9	0.22		0.003		6.0	17	6.4	
DNZ2	124	34	e(Sg)	11	20	45.3								
DNZ2			Sgm	11	20	46.7	0.33	0.009						
DNZ2			Sgm	11	20	46.7	0.41		0.012		6.5			
					№	63.5	июня.	. Черно	е море	, райо	н 1			
0 =	13 ч	32 мі	ин 52.3	<i>c</i> , q	) = 4	44.23	° <i>Ν</i> , λ =	= 33.71°	$^{\circ}E, h =$	0 км, К	$C_{\Pi} = t$	5.4±0	).1 <i>(4)</i> ,	KD = 6.9(2)
SEV	35	356	+iPg	13	32	58.6								
SEV			Pgm	13	32	59.1	0.33			0.034				
SEV			eSg	13	33	2.9								
SEV			Sgm	13	33	4.4	0.41		0.075		6.4			
SEV			Sgm	13	33	5.0	0.39	0.038				23	7.0	
YAL	45	50	ePg	13	33	0.5								
YAL			Pgm	13	33	0.6	0.32			0.014				
YAL			eSg	13	33	6.4								
YAL			Sgm	13	33	6.5	0.30		0.039		6.4			
YAL			Sgm	13	33	6.6	0.36	0.031				21	6.8	
SUDU	125	54	ePg	13	33	13.4								
SUDU			Pgm	13	33	13.6	0.18			0.006				
SUDU			e(Sg)	13	33	28.6								
SUDU			Sgm	13	33	29.6	0.53	0.011						
SUDU			Sgm	13	33	33.3	0.33		0.008		6.4			
TARU	158	324	ePg	13	33	20.9								
TARU			Pgm	13	33	22.0	0.35			0.016				
TARU			e(Sg)	13	33	40.9	0		0.55					
TARU			Sgm	13	33	44.2	0.53		0.009		6.5			
	• •		• • -		Nº (	<u>54. 18</u>	июня	. Черн	ое мор	е, райо	н 3	0 0		
0 =	= 20 י	42м	ин 29.7	<i>C</i> , (	$\mathbf{p} = \mathbf{q}$	44.44	N, $\lambda =$	34.57E,	h = 33	<i>км</i> , К <sub>П</sub>	= 6.0	S±0.2	2(7), 1	KD = 7.1(2)
ALU	30	334	ePg	20	21	37.0								

											llp	одо	лжен	ние таблицы 5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ALU			Pgm	20	21	37.6	0.20			0.007				
ALU			eSg	20	21	42.4								
ALU			Sgm	20	21	42.8	0.23	0.051			6.5			
ALU			Sgm	20	21	43.0	0.33		0.040			27	6.9	
YAL	33	279	ePg	20	21	37.3								
YAL			Pgm	20	21	37.7	0.14			0.007				
YAL			eSg	20	21	43.0								
YAL			Sgm	20	21	44.9	0.29		0.045		6.9			
YAL			Sgm	20	21	45.1	0.29	0.043				27	7.2	
SUDU	60	34	e(Sg)	20	21	47.6								
SUDU			Sgm	20	21	50.6	0.31	0.019			6.0			
SUDU			Sgm	20	21	51.9	0.31		0.018					
SIM	67	327	eSg	20	21	50.9								
SIM			Sgm	20	21	53.0	0.25	0.014			6.8			
SIM			Sgm	20	21	54.3	0.23		0.009					
SEV	72	279	eSg	20	21	52.1								
SEV			Sgm	20	21	52.8	0.12	0.001						
SEV			Sgm	20	21	54.1	0.14		0.008		7.2			
DNZ2	149	314	eSn	20	22	10.6								
DNZ2			Snm	20	22	10.8	0.30		0.014		7.1			
DNZ2			Snm	20	22	18.5	0.26	0.008						
TARU	191	303	eSn	20	22	19.7								
TARU			Snm	20	22	24.1	0.26		0.006		6.8			
TARU			Snm	20	22	25.9	0.29	0.006						
					№ (	65.30	июня	. Черн	ое мор	е, райо	н 5			
0 =	7ч3	4 ми	ч 51.2 c	,φ	= 4	4.85°.	Ν, λ =	36.87° .	<i>E</i> , $h = 2$	6 км, К	$f_{\Pi} = \ell$	5.7±0	).1(4),	KD = 7.0(1)
ANN	35	84	e(Pg)	7	34	58.8								
ANN			Pgm	7	34	59.0	0.20			0.008				
ANN			eSg	7	35	4.0								
ANN			Sgm	7	35	4.7	0.20	0.082			7.0			
ANN			Sgm	7	35	4.9	0.20		0.066			29	7.0	
SUDU	148	273	eSn	7	35	30.9								
SUDU			Snm	7	35	31.1	0.27	0.008			6.6			
SUDU			Snm	7	35	33.0	0.31		0.005					
YAL	218	260	e(Sn)	7	35	46.6								
YAL			Snm	7	35	47.5	0.28		0.006		6.6			
YAL			Snm	7	35	47.9	0.23	0.004						
SEV	254	264	eSn	7	35	54.2								
SEV			Snm	7	35	55.6	0.39		0.004		6.7			
SEV			Snm	7	35	56.5	0.31	0.002						
					№	66.2	июля	. Черно	е море	, райо	н 2			
0 =	21 ч	5 ми	н 1.0 с,	φ=	- 44	.35°1	V, $\lambda = $	34.46° E	E, h = 20	5 км, K	$\pi = 4$	9±0.	2(4),	KD = 5.3(3)
YAL	29	302	-iPg	21	5	8.5								$\alpha = 125^{\circ}$
YAL			Pgm	21	5	8.6	0.16			0.009				
YAL			eSg	21	5	13.3								

											Пp	одо	лжен	ние таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
YAL			Sgm	21	5	13.5	0.40	0.011						
YAL			Sgm	21	5	13.5	0.37		0.012		4.9	9	5.0	
ALU	37	353	+iPg	21	5	8.7								
ALU			Pgm	21	5	8.8	0.19			0.002				
ALU			eSg	21	5	14.3								
ALU			Sgm	21	5	14.6	0.31	0.008						
ALU			Sgm	21	5	14.6	0.25		0.005		4.9	12	5.2	
SEV	66	289	ePg	21	5	13.8								
SEV			Pgm	21	5	14.0	0.31			0.001				
SEV			eSg	21	5	22.5								
SEV	50	05	Sgm	21	5	23.5	0.24		0.003		5.2	12	5.7	
SUDU	73	35	eSg	21	5	24.0	0.00		0.000		1.6			
SUDU			Sgm	21	5	24.4	0.23	IC.	0.002	~	4.6			
0	10	20	4.5			JNº 0	/. З ИН	оля. кр	<u>ым, ра</u>	UOH S	-	0.0	1 (5)	KD 5.2(1)
0 =	12ч	30 M	ин 4.5 с	<i>ε</i> , φ	= 4	4./0°	Ν, λ =	= 34.39E	L, h = 18	$S \kappa M, K_1$	$T = \mathfrak{I}.$	$\delta \pm 0.$	1(3),	KD = 5.2(1)
ALU	8	173	ePg	12	30	8.4	0.16			0.022				
ALU			Pgm	12	30	8.6	0.16			0.022				
ALU			eSg	12	30	11.1	0.20	0.001			6.0			
ALU			Sgm	12	30	11.3	0.20	0.091	0.040		6.0	10	5.0	
ALU	21	214	Sgm	12	30	16.2	0.25		0.040			12	5.2	
SIM	31	314	esg	12	30	16.2	0.41	0.027			50			
VAL	25	211	Sgii	12	20	10.4	0.41	0.037			3.8			
TAL VAI	33	211	Sam	12	30	17.0	0.20	0.007			55			
SUDU	50	73	eSa	12	30	21.4	0.20	0.007			5.5			
SUDU	50	15	Som	12	30	23.8	0.38		0.024		59			
SUDU			Som	12	30	23.6	0.30	0.024	0.024		5.7			
SEV	61	247	e(Pg)	12	30	16.5	0.11	0.021						
SEV	01	2.7	eSg	12	30	24.2								
SEV			Sgm	12	30	24.5	0.17		0.003		5.9			
SEV			Sgm	12	30	24.8	0.26	0.001						
			U		№	68.6	июля	. Черно	е море	, райо	н 2			
0 = 2	21 ч 2	27 ми	н 37.4 с	ς, φ	= 4	4.27°	<i>N</i> , λ =	- <i>34.48</i> °	E, h = 1	15 км. 1	$K_{\Pi} = -$	4.7±0	0.1(2)	KD = 5.3(2)
YAL	35	313	-iPg	21	27	44.0	,	-	+	-				$\alpha = 156^{\circ}$
YAL			Pgm	21	27	44.1	0.14			0.008				
YAL			eSg	21	27	48.7								
YAL			Sgm	21	27	48.9	0.41	0.010						
YAL			Sgm	21	27	48.9	0.25		0.007		4.8	10	5.3	
SEV	71	296	e(Pg)	21	27	49.4								
SEV			eSg	21	27	57.9								
SEV			Sgm	21	27	58.8	0.23		0.001		4.6	10	5.3	
					№	59.1 <del>5</del>	июля	. Черн	ое мор	e, paйo	н 5			
0 =	6ч(	) <u>мин</u>	10.8 с,	φ=	- 44	.48°1	V, $\lambda = $	37.59° I	$E, h = \overline{12}$	7 км, К	$\Pi = 8$	<u>9±0</u> .	5(8),	KD = 9.7(2)
						M	SH = 2	2.5(7), M	dD = 3.	<i>l</i> (2)				
SPGR	48	52	+iPg	6	0	20.2								

											Пp	одо.	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SPGR			eSg	6	0	26.3								
ANN	50	334	-iPg	6	0	20.2								
ANN			Pgm	6	0	20.7	0.20			1.649				
ANN			iSg	6	0	26.9								
ANN			Sgm	6	0	27.4	0.30	2.600			9.7			
ANN			Sgm	6	0	27.4	0.20		0.924					
FEO	184	290	e(Pn)	6	0	40.5								
FEO			Pnm	6	0	41.3	0.17			0.019				
SUDU	210	284	-iPn	6	0	41.7								
SUDU			Pnm	6	0	41.9	0.25			0.020				
SUDU			iSn	6	1	4.7								
SUDU			Snm	6	1	5.7	0.28		0.040					MSH = 2.7
SUDU			Snm	6	1	6.5	0.33	0.097			9.2	110	9.7	MD = 3.2
ALU	253	276	eSn	6	1	15.6								
ALU			Snm	6	1	17.5	0.19	0.012			8.2			MSH = 2.0
ALU			Snm	6	1	20.9	0.19		0.070					
YAL	272	271	eSn	6	1	20.5								
YAL			Snm	6	1	24.8	0.16	0.018						
YAL			Snm	6	1	25.4	0.19		0.022		8.4			MSH = 2.7
SIM	280	282	eSn	6	1	21.9								
SIM			Snm	6	1	22.3	0.19		0.021		9.0			MSH = 2.7
SIM			Snm	6	1	25.3	0.19	0.015						
SEV	310	273	ePn	6	0	55.6								
SEV			eSn	6	1	28.3								
SEV			Snm	6	1	30.0	0.16		0.007		8.3	90	9.7	MSH = 1.8
SEV			Snm	6	1	31.2	0.15	0.001						MD = 3.0
DNZ2	359	288	eSn	6	1	37.9								
DNZ2			Snm	6	1	41.2	0.16		0.024		9.3			MSH = 2.9
DNZ2			Snm	6	1	44.5	0.14	0.020						
TARU	410	286	eSn	6	1	50.3								
TARU			Snm	6	1	53.6	0.15		0.013					
TARU			Snm	6	1	53.9	0.15	0.014			9.1			MSH = 2.8
					Nº ′.	70. 20	июля	. Черн	ое мор	е, райо	н 1			
0 =	2ч1	3 ми	н 35.8 с	ε, φ	= 4	4.33°	Ν, λ =	: <i>32.46</i> °	E, h = 3	5 км, К	$\pi = 7$	.0±0.	5(5),	KD = 8.1(3)
SEV	100	75	ePg	2	13	51.9								
SEV			Pgm	2	14	0.5	0.14			0.001				
SEV			eSg	2	14	4.3								
SEV			Sgm	2	14	5.0	0.22		0.005					
SEV			Sgm	2	14	6.1	0.22	0.006			6.5	40	8.1	
TARU	117	3	ePg	2	13	55.0								
TARU			Pgm	2	13	58.9	0.12			0.003				
TARU			eSg	2	14	9.9								
TARU			Sgm	2	14	10.3	0.15	0.013			7.4	50	8.1	
TARU			Sgm	2	14	11.3	0.13		0.011					
DNZ2	130	27	ePg	2	13	57.1								

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н.

	Продолжение таблицы 5.													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DNZ2			Pgm	2	14	0.3	0.13			0.006				
DNZ2			eSg	2	14	13.5								
DNZ2			Sgm	2	14	14.8	0.14	0.019			7.9	50	8.1	
DNZ2			Sgm	2	14	17.6	0.14		0.017					
SIM	148	61	eSg	2	14	17.8								
SIM			Sgm	2	14	26.6	0.45		0.012					
SIM			Sgm	2	14	27.1	0.49	0.013			6.6			
SUDU	210	72	eSn	2	14	33.2								
SUDU			Snm	2	14	35.2	0.34	0.006			6.8			
SUDU			Snm	2	14	35.9	0.39		0.005					
				J	<u>№</u> 7	'1. 4 a	вгуст	а. Черн	юе мор	е, рай	он 1			
0 = 1	15 ч 2	25 ми	н 49.3 с	ς, φ	= 4	4.41°	Ν, λ =	<i>33.48</i> °	E, h = 2	28 км, 1	$K_{\Pi} =$	7.1±0	0.4(6)	), $KD = 7.0(5)$
SEV	22	46	-iPg	15	25	55.1								
SEV			eSg	15	25	59.4								
SEV			Sgm	15	26	0.1	0.31		0.105		7.0	30	7.5	
YAL	54	81	ePg	15	25	59.9								
YAL			Pgm	15	26	0.1	0.27			0.006				
YAL			e(Sg)	15	26	7.3								
YAL			Sgm	15	26	9.6	0.33	0.014						
YAL			Sgm	15	26	9.6	0.24		0.021		6.7	21	6.8	
ALU	79	67	ePg	15	26	3.3								
ALU			Pgm	15	26	3.5	0.42			0.009				
ALU			eSg	15	26	13.2								
ALU			Sgm	15	26	15.0	0.34		0.007					
ALU			Sgm	15	26	16.0	0.25	0.017			6.3	23	6.5	
SIM	78	40	ePg	15	26	3.9								
SIM			Pgm	15	26	4.0	0.15			0.013				
SIM			eSg	15	26	14.1								
SIM ESg 15 20 14.1 0.019   SIM Sgm 15 26 14.3 0.41 0.019														
SIM			Sgm	15	26	14.7	0.30	0.019			7.2	25	6.8	
DNZ2	109	349	e(Pg)	15	26	10.1								
DNZ2			Pgm	15	26	10.9	0.08			0.032				
DNZ2			e(Sg)	15	26	24.4								
DNZ2			Sgm	15	26	24.9	0.20		0.039		(8.0)			
TARU	130	325	ePg	15	26	11.8								
TARU			Pgm	15	26	12.8	0.09			0.013				
TARU			eSg	15	26	27.8								
TARU			Sgm	15	26	28.4	0.21		0.024		7.8			
SUDU	131	66	ePg	15	26	11.5								
SUDU			Pgm	15	26	11.7	0.19			0.013				
SUDU			eSg	15	26	27.8								
SUDU			Sgm	15	26	28.9	0.67		0.026					
SUDU			Sgm	15	26	29.4	0.67	0.047			7.4	32	7.3	
				J	<u>№</u> 7	2.9 a	вгуст	а. Черн	юе мор	е, рай	он 1			
0 =	0 y 4	5 мин	+12.2c	0	= 4	3 97°	$N \lambda =$	33 63°	E h = 2	<u>6 км</u> К	$X_{T} = 7$	70+0	5(6)	KD = 7.4(4)

	Продолжение таблицы 5.													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SEV	64	4	ePg	0	45	24.2								
SEV			Pgm	0	45	24.5	0.33			0.005				
SEV			eSg	0	45	32.6								
SEV			Sgm	0	45	33.1	0.21	0.015						
SEV			Sgm	0	45	33.1	0.36		0.037		7.0	24	7.1	
YAL	72	36	ePg	0	45	25.5								
YAL			Pgm	0	45	26.7	0.14			0.002				
YAL			eSg	0	45	34.5								
YAL			Sgm	0	45	36.4	0.22		0.013		6.6			
YAL			Sgm	0	45	36.6	0.26	0.007				34	7.6	
ALU	101	38	eSg	0	45	43.1								
ALU			Sgm	0	45	43.6	0.61		0.008					
ALU			Sgm	0	45	45.0	0.26	0.008			6.1			
SUDU	149	46	ePg	0	45	38.2								
SUDU			Pgm	0	45	38.8	0.20			0.004				
SUDU			eSg	0	45	56.2								
SUDU			Sgm	0	45	56.3	0.42	0.016			7.0	30	7.1	
DNZ2	159	348	ePg	0	45	40.4								
DNZ2			Pgm	0	45	41.8	0.15			0.007				
DNZ2			eSg	0	45	59.8								
DNZ2			Sgm	0	46	2.8	0.44	0.038			7.8			
DNZ2			Sgm	0	46	4.3	0.25		0.018			43	7.7	
TARU	179	332	e(Pg)	0	45	42.6								
TARU			Pgm	0	45	43.8	0.10			0.002				
TARU			e(Sg)	0	46	4.5								
TARU			Sgm	0	46	9.1	0.18	0.010			7.6			
TARU			Sgm	0	46	10.5	0.31		0.016					
			N⁰	273	. 27	авгу	ста. К	раснод	арский	і край,	рай	он 5		
	0 =	= 8 ч	44 мин	20.	3 с,	$\varphi = 4$	45.27°	N, $\lambda = 3$	87.33° E	E, h = 1	9 км,	$K_{\Pi} =$	: 7.3±	=0.4(3)
ANN	44	182	ePg	8	44	29.0								
ANN			Pgm	8	44	29.3	0.20			0.048				
ANN			iSg	8	44	34.9								
ANN			Sgm	8	44	35.2	0.20	0.435			7.9			
SUDU	188	258	e(Sn)	8	45	9.9								
SUDU			Snm	8	45	11.8	0.43	0.013			7.0			
SUDU			Snm	8	45	14.1	0.40		0.007					
SEV	299	256	eSn	8	45	35.1								
SEV			Snm	8	45	35.8	0.22	0.002						
SEV			Snm	8	45	36.0	0.20		0.002		6.9			
				N	2 74	. 23 c	ентяб	ря. Чер	ное мо	pe, pai	йон 2			
0 =	8 ч 5	6 миғ	н <u>56.8 с</u> ,	, φ	= 44	4.11°	N, $\lambda =$	34.21°	E, h = 3	5 км, К	$\zeta_{\Pi} = 9$	$0.5\pm0$	.3(8),	KD = 8.6(5)
	MSH = 2.6(8), MD = 2.7(6), Mc = 2.5													
YAL	42	354	-iPg	8	57	6.0		-	-	-				
YAL			Pgm	8	57	6.1	0.09			0.055				
YAL			iSg	8	57	12.3								

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н.

	Продолжение таблицы 5.													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
YAL			Sgm	8	57	12.5	0.14		0.824		9.8			MSH = 3.0
YAL			Sgm	8	57	12.7	0.13	0.407				50	8.5	MD = 2.5
SEV	64	319	-iPg	8	57	8.7		-	+	-				
SEV			Pgm	8	57	8.8	0.13			0.109				
SEV			iSg	8	57	16.7								
SEV			Sgm	8	57	17.0	0.30	0.477			9.6			MSH = 2.9
SEV			Sgm	8	57	17.1	0.23		0.248			58	8.8	MD = 2.7
ALU	65	16	-iPg	8	57	8.4								
ALU			Pgm	8	57	8.5	0.14			0.055				
ALU			iSg	8	57	16.8								
ALU			Sgm	8	57	17.0	0.25	1.200			10.0			MSH = 3.3
ALU			Sgm	8	57	19.0	0.25		0.884			46	7.9	MD = 2.4
SIM	93	355	e	8	57	13.5								
SIM			iSg	8	57	24.7								
SIM			Sgm	8	57	27.9	0.16		0.128		9.7			MSH = 2.6
SIM			Sgm	8	57	25.3	0.13	0.073				54	8.2	MD = 2.6
SUDU	107	36	ePg	8	57	14.4								
SUDU			Pgm	8	57	17.0	0.25			0.048				
SUDU			iSg	8	57	27.9								
SUDU			Sgm	8	57	28.9	0.25		0.113					MSH = 2.9
SUDU			Sgm	8	57	29.4	0.25	0.240			9.2	71	8.8	MD = 2.8
FEO	138	42	eSg	8	57	36.8								
FEO			Sgm	8	57	39.3	0.27	0.116						
FEO			Sgm	8	57	39.5	0.28		0.118		9.3			MSH = 2.8
DNZ2	161	331	e	8	57	24.0								
DNZ2			eSg	8	57	42.6								
DNZ2			Sgm	8	57	45.3	0.26		0.149		9.4			MSH = 3.0
DNZ2			Sgm	8	57	46.7	0.28	0.149				61	8.5	MD = 2.7
TARU	193	317	e	8	57	28.1								
TARU			eSg	8	57	51.0								
TARU			Sgm	8	57	51.9	0.28		0.043					
TARU			Sgm	8	57	54.2	0.31	0.062			8.8	72	8.8	MSH = 2.7
					N	<u>₀</u> 75.2	29 сен	гября.	Крым,	район	2			
0 =	:0ч2	26 ми	н 15.1	<i>c</i> , φ	= 4	14.54°	Ν, λ =	= <i>34.19</i> °	<i>E</i> , $h = 1$	13м, К	$\pi = 5.$	$1\pm0.$	2(3),	KD = 5.8(2)
YAL	7	207	+iPg	0	26	17.8								
YAL			Pgm	0	26	17.9	0.12			0.007				
YAL			iSg	0	26	19.7								
YAL			Sgm	0	26	19.8	0.12	0.028						
YAL	<u> </u>		Sgm	0	26	19.9	0.16		0.043		5.4	11	5.5	
ALU	23	48	iSg	0	26	23.3								
ALU	<u> </u>		Sgm	0	26	25.6	0.22		0.014					
ALU	<u> </u>		Sgm	0	26	25.7	0.22	0.019			5.1			
SEV	41	272	e(Pg)	0	26	22.7								
SEV			Pgm	0	26	23.7	0.09			0.005				
SEV			eSg	0	26	28.1								

	Продолжение таблицы 5.													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SEV			Sgm	0	26	29.2	0.13			0.002	4.9			
SEV			Sgm	0	26	29.8	0.16		0.002			18	6.0	1
№ 76. 27 октября. Черное море, район 5														
0 =	$0 = 16$ ч 2 мин 7.1 с, $\varphi = 44.61^{\circ}$ N, $\lambda = 36.88^{\circ}$ E, $h = 20$ км, $K_{\Pi} = 6.6 \pm 0.2(4)$ , $KD = 7.6(3)$													
ANN	46	48	ePg	16	2	16.2								
ANN			Pgm	16	2	16.3	0.20			0.027				
ANN			eSg	16	2	22.4								
ANN			Sgm	16	2	23.2	0.10		0.048					
ANN			Sgm	16	2	23.3	0.10	0.082			6.8			
SUDU	152	283	e(Pn)	16	2	29.8								
SUDU			Pnm	16	2	30.1	0.22			0.003				
SUDU			eSn	16	2	47.5								
SUDU			Snm	16	2	48.7	0.25		0.003					
SUDU			Snm	16	2	48.9	0.31	0.008			6.6	31	7.1	
YAL	216	267	e(Pn)	16	2	39.3								
YAL			Pnm	16	2	39.8	0.24			0.003				
YAL			eSn	16	3	3.1								
YAL			Snm	16	3	8.5	0.24		0.008					
YAL			Snm	16	3	9.2	0.43	0.010			7.0	36	7.8	
SEV	253	270	ePn	16	2	43.6								
SEV			Pnm	16	2	44.6	0.23			0.001				
SEV			eSn	16	3	11.1								
SEV			Snm	16	3	13.1	0.20		0.001		6.1			
												Пŗ	одол	жение таблицы 5.
SEV			Snm	16	3	15.4	0.28	0.001				35	7.8	
				N	<u>o 77</u>	<u>. 28 c</u>	жтябр	эя. Чер	ное мо	ре, рай	<u>іон 5</u>			
	0 =	: 11 ч	1 37 мин	ı 19	.9 c	, φ =	44.67°	$N, \lambda = $	37.02° <u>1</u>	<i>E</i> , $h = 2$	?3 км,	$K_{\Pi}$ :	= 6.8	$\pm 0.1(3)$
ANN	33	44	ePg	11	37	27.1								
ANN			Pgm	11	37	27.2	0.10			0.135				
ANN			eSg	11	37	32.0								
ANN			Sgm	11	37	32.1	0.20	0.172	0.074		6.9			
SUDU	162	280	eSn	11	38	3.5								
SUDU			Snm	11	38	4.7	0.34	0.009			6.7			
SUDU			Snm	11	38	4.7	0.23		0.003					
SEV	265	268	eSn	11	38	25.8								
SEV			Snm	11	38	29.2	0.32	0.002						
SEV			Snm	11	38	30.6	0.36		0.004		6.8			
					N	<u>⁰</u> 78.	<u> 30 окт</u>	гября. І	(рым, ј	район	3			
0 =	13 ч	2 ми	н 49.4 с	<i>:</i> , φ	= 4	4.681	V, $\lambda = .$	34.40° E	$h = 10^{-10}$	) км, K <sub>I</sub>	$\pi = 4.$	4±0.	5(I),	KD = 4.7(1)
ALU	7		-iPg	13	2	51.8								
ALU			Pgm	13	2	51.9	0.13			0.007				
ALU			iSg	13	2	53.7								
ALU			Sgm	13	2	53.9	0.17	0.085			4.4			
ALU			Sgm	13	2	53.9	0.13		0.034			9	4.7	
				J	<u>∿</u> 7	9.3д	екабр	я. Черн	юе мор	е, рай	он 4			

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н.

	Продолжение таблицы 5.													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0 =	345	56 ми	н 40.4 с	ς, φ	= 4	4.621	V, $\lambda = .$	35.33° E	E, h = 28	8 км, К	$\pi = 7.$	0±0.	1(6),	KD = 7.1(3)
SUDU	40	319	+iPg	3	56	48.6								
SUDU			Pgm	3	56	48.8	0.31			0.014				
SUDU			eSg	3	56	54.3								
SUDU			Sgm	3	56	55.1	0.38	0.049			6.2			
SUDU			Sgm	3	56	55.1	0.34		0.019			29	7.0	
FEO	45	6	ePg	3	56	49.6								
FEO			Pgm	3	56	49.8	0.31			0.026				
FEO			eSg	3	56	56.3								
FEO			Sgm	3	56	56.9	0.17		0.032					
FEO			Sgm	3	56	57.4	0.28	0.064			7.0	17	6.8	
ALU	74	276	e(Pg)	3	56	53.8								
ALU			Pgm	3	56	54.3	0.31			0.006				
ALU			eSg	3	57	3.1								
ALU			Sgm	3	57	3.6	0.42		0.015					
ALU			Sgm	3	57	3.9	0.22	0.029			7.0			
YAL	94	262	-ePg	3	56	57.6								
YAL			Pgm	3	56	57.9	0.17			0.006				
YAL			eSg	3	57	9.6								
YAL			Sgm	3	57	10.2	0.10		0.009					
YAL			Sgm	3	57	10.3	0.20	0.013			7.3			
SIM	103	292	eSg	3	57	10.8								
SIM			Sgm	3	57	10.9	0.25	0.011						
SIM			Sgm	3	57	11.5	0.18		0.007		7.2			
SEV	131	267	ePg	3	57	2.5								
SEV			Pgm	3	57	3.1	0.37			0.002				
SEV			eSg	3	57	18.2								
SEV			Sgm	3	57	18.7	0.18	0.005			7.2			
SEV			Sgm	3	57	18.7	0.32		0.008			25	7.2	
				J	<u>∿</u> 8	0.4д	екабр	я. Чері	ное мор	ое, рай	он 8			
0 = 9	9ч4.	3 мин	ı 29.3 c,	φ=	= 44	4.06° I	Ν, λ =	30.32° I	<i>E</i> , $h = 4$	6 км, К	$I_{\Pi} = I$	$\theta \pm \theta$ .	4(6),	KD = 10.3(6)
					M	SH =	3.7(6),	MD =	3.4(6), 1	Mc = 3	8.4			
TSSL	131	339	ePg	9	43	48.0								
EFOR	135	272	ePg	9	43	49.2								
MANR	141	260	ePg	9	43	50.3								
TLCR	173	317	ePn	9	43	53.2								
PSN	177	257	ePn	9	43	55.2								
PSN			eSn	9	44	16.1								
TARU	228	49	-ePn	9	44	0.1								
TARU			Pnm	9	44	0.4	0.18			0.297				
TARU			eSn	9	44	23.5								
TARU			Snm	9	44	24.8	0.35	0.516			10.6	98	9.5	MSH = 3.7
TARU			Snm	9	44	25.8	0.41		0.287					MD = 3.1
SEV	273	77	-ePn	9	44	5.1		-	-	-				$\alpha = 253^{\circ}$
SEV			Pnm	9	44	55	0.31			0.061				

Продолжение таблицы 5.														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SEV			eSn	9	44	32.8								
SEV			Snm	9	44	34.6	0.54	0.242						MSH = 3.6
SEV			Snm	9	44	34.8	0.43		0.195		9.8	163	10.9	MD = 3.5
MI05	294	8	e(Sn)	9	44	39.5								
YAL	309	80	-ePn	9	44	9.3								
YAL			Pnm	9	44	9.6	0.28			0.027				
YAL			eSn	9	44	39.8								
YAL			Snm	9	44	43.4	0.66	0.184			9.6	127	10.3	MSH = 3.6
YAL			Snm	9	44	43.9	0.50		0.134					MD = 3.3
KURC	315	141	ePn	9	44	9.9								
KURC			eSn	9	44	40.5								
SIM	317	70	-iPn	9	44	11.4								
SIM			Pnm	9	44	11.7	0.14			0.063				
SIM			e(Sn)	9	44	43.6								Mc = 3.4
SIM			Snm	9	44	44.1	0.47	0.150			9.8	155	10.2	MSH = 3.5
SIM			Snm	9	44	44.2	0.49		0.133					MD = 3.5
ALU	332	77	ePn	9	44	12.4								
ALU			Pnm	9	44	12.9	0.34			0.027				
ALU			eSn	9	44	45.4								
ALU			Snm	9	44	47.7	0.45	0.127			9.7	143	10.2	MSH = 3.5
ALU			Snm	9	44	49.0	0.48		0.086					MD = 3.4
ISK	349	198	ePn	9	44	14.3								
SUDU	382	74	ePn	9	44	18.9								
SUDU			Pnm	9	44	20.1	0.39			0.077				
SUDU			eSn	9	44	58.1								
SUDU			Snm	9	45	0.0	0.28		0.102					MSH = 4.0
SUDU			Snm	9	45	2.5	0.58	0.296			10.5	159	10.4	MD = 3.5
				N	<u>≥</u> 81	l <b>. 11</b> д	цекабр	я. Чер	ное мо	ре, рай	іон З			
0 =	5ч3.	2 мин	н 30.8 с,	, φ:	= 44	4.54° .	Ν, λ =	34.52°	E, <i>h</i> = 1	5 км, К	$I_{\Pi} = 5$	5.4±0	.7(3),	KD = 6.2(3)
SUDU	54	44	ePg	5	32	41.2								
SUDU			Pgm	5	32	41.3	0.25			0.009				
SUDU			eSg	5	32	48.5								
SUDU			Sgm	5	32	49.0	0.22		0.009					
SUDU			Sgm	5	32	49.3	0.22	0.014			6.0	21	6.3	
SEV	67	270	ePg	5	32	43.4								
SEV			Pgm	5	32	47.7	0.36			0.002				
SEV			eSg	5	32	52.0								
SEV			Sgm	5	32	53.7	0.26	0.002						
SEV			Sgm	5	32	56.2	0.23		0.002		5.4	30	7.5	
№ 82. 11 декабря. Черное море, район 3														
0 = 1	10 ч 1	6 ми	н 15.1 с	ς, φ	= 4	4.56°	Ν, λ =	: 34.50°	E, h = 2	26 км, 1	$K_{\Pi} = $	5.9±(	0.1(4 <u>)</u>	, $KD = 6.5(3)$
YAL	29	253	eSg	10	16	26.7								
YAL			Sgm	10	16	28.2	0.21	0.012						
YAL			Sgm	10	16	28.7	0.21		0.014		5.9			
SUDU	54	47	ePg	10	16	25.4								

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н.

											Пp	одо.	лжен	ние таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU			Pgm	10	16	25.5	0.22			0.006				
SUDU			eSg	10	16	32.7								
SUDU			Sgm	10	16	33.1	0.20		0.010					
SUDU			Sgm	10	16	33.4	0.23	0.017			6.1	24	6.6	
SEV	65	269	-iPg	10	16	27.3								
SEV			Pgm	10	16	27.5	0.25			0.001				
SEV			eSg	10	16	35.9								
SEV			Sgm	10	16	36.5	0.25		0.003		5.7			
SEV			Sgm	10	16	39.7	0.27	0.003				28	6.9	
				N	è 83	<b>3. 12</b> Д	цекабр	эя. Чер	ное мо	ре, рай	іон З			
0 =	2ч5	1 ми	н 27.8 c	, φ :	= 44	4.57°.	Ν, λ =	34.52°	<i>E</i> , $h = 2$	2 км, К	$\zeta_{\Pi} = f$	$5.8 \pm 0$	.2(5),	, KD = 7.2(4)
ALU	16	323	-iPg	2	51	27.4								
ALU			Pgm	2	51	27.6	0.22			0.010				
ALU			eSg	2	51	30.3								
ALU			Sgm	2	51	31.5	0.23		0.035					
ALU			Sgm	2	51	31.6	0.23	0.060			5.7	25	6.7	
YAL	30	252	ePg	2	51	34.2								
YAL			Pgm	2	51	34.3	0.21			0.003				
YAL			eSg	2	51	38.8								
YAL			Sgm	2	51	40.9	0.23		0.015		5.9			
YAL			Sgm	2	51	41.0	0.22	0.011				25	7.1	
SUDU	52	46	ePg	2	51	36.4								
SUDU			Pgm	2	51	36.8	0.22			0.002				
SUDU			eSg	2	51	43.4								
SUDU			Sgm	2	51	45.8	0.31	0.023			6.0			
SUDU			Sgm	2	51	47.5	0.28		0.012			36	7.4	
SIM	53	323	eSg	2	51	44.7								
SIM			Sgm	2	51	44.9	0.27	0.006			5.5			
SIM			Sgm	2	51	46.9	0.27		0.005					
SEV	67	268	ePg	2	51	39.6								
SEV			Pgm	2	51	43.3	0.26			0.001				
SEV			eSg	2	51	48.3								
SEV			Sgm	2	51	49.9	0.24		0.004		6.0			
SEV			Sgm	2	51	51.1	0.22	0.002				30	7.5	
				N	<u>°</u> 8∠	<b>I. 15</b> д	цекабр	эя. Чер	ное мо	ре, рай	іон 5			
0 =	10ч	10 мі	ин 26.0	<i>с</i> , ф	) = 4	44.74	° <i>Ν</i> ,λ=	= 36.76°	$^{\circ}E, h =$	7 км, К	$\zeta_{\Pi} = \lambda$	7.7±0	).2(6),	, KD = 8.1(2)
ANN	46	70	Pg	10	10	33.9								
ANN			Pgm	10	10	34.0	0.10			0.027				
ANN			Sg	10	10	39.3								
ANN			Sgm	10	10	40.1	0.20	0.311			8.0			
ANN			Sgm	10	10	40.1	0.30		0.258					
SUDU	140	277	eSg	10	11	6.8								
SUDU			Sgm	10	11	8.0	0.23		0.020		7.8			
SUDU			Sgm	10	11	8.7	0.27	0.018						
YAL	208	263	ePn	10	10	58.6								

											Hp	одо	лжен	ие таблицы 5.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
YAL			Pnm	10	10	58.8	0.32			0.010				
YAL			eSn	10	11	22.4								
YAL			Snm	10	11	23.6	0.19	0.014						
YAL			Snm	10	11	24.0	0.29		0.018		7.7	35	7.8	
SIM	210	277	eSn	10	11	23.0								
SIM			Snm	10	11	26.8	0.26		0.009					
SIM			Snm	10	11	27.9	0.34	0.016			7.9			
SEV	245	266	ePn	10	11	2.8								
SEV			Pnm	10	11	3.0	0.26			0.004				
SEV			eSn	10	11	30.2								
SEV			Snm	10	11	32.9	0.25		0.007		7.6			
SEV			Snm	10	11	33.1	0.29	0.008				45	8.3	
DNZ2	288	285	eSn	10	11	40.6								
DNZ2			Snm	10	11	43.0	0.24		0.004		7.3			
DNZ2			Snm	10	11	47.0	0.36	0.007						
				N	è 85	5. 28 J	цекабр	я. Чер	ное мо	ре, рай	іон 1			
0 =	3ч2	6 миғ	н 16.0 с,	φ:	= 4.	3.85°.	Ν, λ =	33.98° .	<i>E</i> , $h = 4$	3 км, К	$f_{\Pi} = \ell$	5.8±0	.5(5),	KD = 7.4(5)
YAL	72	11	-ePg	3	26	29.1								
YAL			Pgm	3	26	29.6	0.19			0.009				
YAL			iSg	3	26	38.0								
YAL			Sgm	3	26	38.6	0.21	0.019			7.0			
YAL			Sgm	3	26	39.2	0.15		0.009			23	6.9	
SEV	81	343	-iPg	3	26	30.1		-	+	-				$\alpha = 153^{\circ}$
SEV			Pgm	3	26	30.2	0.20			0.002				
SEV			iSg	3	26	39.7								
SEV			Sgm	3	26	40.2	0.25	0.005						
SEV			Sgm	3	26	40.9	0.28		0.007		6.0	39	7.6	
ALU	99	20	-ePg	3	26	32.1								
ALU			Pgm	3	26	32.3	0.30			0.006				
ALU			eSg	3	26	44.2								
ALU			Sgm	3	26	44.4	0.29	0.051			7.4			
ALU			Sgm	3	26	45.4	0.30		0.024			38	7.5	
SUDU	141	35	e(Pg)	3	26	38.4								
SUDU			Pgm	3	26	38.8	0.29			0.003				
SUDU			iSg	3	26	55.2								
SUDU			Sgm	3	26	55.4	0.28		0.008					
SUDU	l		Sgm	3	26	56.4	0.30	0.014	-		7.1	39	7.6	
DNZ2	180	341	e(Pn)	3	26	46.1								
DNZ2	1		Pnm	3	26	46.8	0.22			0.006				
DNZ2	1		e(Sn)	3	27	8.1								
DNZ2	1		Snm	3	27	12.2	0.35	0.004						
DNZ2			Snm	3	27	14.8	0.33		0.004		6.3	38	7.5	

### Список литературы

- Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н. Сейсмичность Крыма в 2018 году // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. 2019. Том 5 (71). № 4. С. 7–75.
- Байкал-8 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.expas-sib.com (дата обращения 17.08.2017).
- Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е. Об энергетической оценке землетрясений Крымско-Черноморского региона // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. Т. 2. М.: ИФЗ АН СССР, 1974. С. 113–125.
- 4. Красилов С. А., Коломиец М. В., Акимов А. П. Организация процесса обработки цифровых сейсмических данных с использованием программного комплекса WSG // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: Материалы международной сейсмологической школы, посвященной 100-летию открытия сейсмических станций «Пулково» и «Екатеринбург». Обнинск: ГС РАН, 2006. С. 77–83.
- Кульчицкий В. Е. Программа расчета координат гипоцентров землетрясений (GIPO-08) // Сейсмологический бюллетень Украины за 2008 год. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2010. С. 28–33.
- Кульчицкий В. Е. Новые годографы сейсмических волн Крымско-Черноморского региона // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. 2018. Том 4 (70). № 4. С. 164–173
- European-Mediterranean Seismological Center [Electronic resource]. URL: http://www.emsccsem.org/Earthquake/seismologist.php (reference date: 31.12.2018).
- Пустовитенко Б. Г. Определение энергии землетрясений Крыма по длительности колебаний // Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССН СССР (Крым-Карпаты) в 1970–1974 гг. Киев: Наукова думка, 1980. С. 34–39.
- Пустовитенко Б. Г., Раутиан Т. Г., Свидлова В. А. Определение магнитуд и энергетических классов землетрясений по наблюдениям в Крымском регионе // Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССН СССР (Крым–Карпаты за 1978–1979). Киев: Наукова думка, 1983. С. 126–138.
- Маламуд А. С. Использование длительности колебаний для энергетической классификации землетрясений // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. Т. 2. М.: ИФЗ АН СССР, 1974. С. 180–192.
- 11. Медведев С. В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: МГК АН СССР, 1965. 11 с.
- Пустовитенко А. Н., Свидлова В. А., Пустовитенко А. А., Михайлова Р. С. Крым // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. Обнинск: ГС РАН, 2007. С. 64–73.
- Пустовитенко Б. Г., Лущик А. В., Боборыкина А. В., Кульчицкий В. Е., Можжерина А. В., Насонкин В. А., Панков Ф. Н., Поречнова Е. Н., Пустовитенко А. А., Тихоненков Э. П., Швырло Н. И. Мониторинг сейсмических процессов в Крымско-Черноморском регионе. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2014. 264 с.

### **SEISMICITY OF THE CRIMEA IN 2019**

Kalinyuk I. V.<sup>1,2</sup>, Svidlova V. A.<sup>1</sup>, Bondar M. N.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of seismology and geodynamics FSAEI HE «Of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University», Simferopol, Republic of Crimea, Russia.

<sup>2</sup>GAU «Crimean Republican Center for Seismic and Landslide Hazard Assessment, technical inspection of construction objects», Simferopol, Republic of Crimea, Russia.

E-mail: epicrimea@mail.ru

In 2019, monitoring of the seismic situation in the Crimean-Black Sea region was carried out by a network of nine seismic stations: «Simferopol» (SIM), «Sevastopol» (SEV), «Yalta» (YAL), «Alushta» (ALU), «Sudak» (SUDU), «Feodosia» (FEO), «Tarkhankut» (TARU), «Donuzlav-2» (DNZ 2), «Kerch» (KERU) located on the Crimean peninsula. Observations at the point «Kerch» were restored on May 22, 2019. The network sensitivity increased in the northern, western and southern parts of the region. The existing network of stations provides without gaps the registration of earthquakes with a magnitude of  $M \ge 4.0$ , and for the main seismic zones: Sevastopol, Yalta, Alushta, Sudak — with a magnitude of  $M \ge 3.0$ .

On the basis of the information obtained, a catalog of earthquakes with the main kinematic and dynamic parameters was compiled, an updated map of representative registration was constructed, an analysis was carried out and the features of seismicity of individual regions of the region were indicated. The algorithm of the program for calculating the coordinates of earthquake hypocenters GIPO, contains the new travel time curve of earthquake waves in the Crimean-Black Sea region.

The following parameters are given: characteristics of seismic instruments operating at seismic stations; a map of epicenters; tables and graphs of the distribution of the number of earthquakes and energy parameters by years and districts of the region. It is shown that 2019 was characterized by a decline in seismic activity. In total, 85 earthquakes were localized in a year. The total released seismic energy is 32 times less than the average annual energy value for

On April 6, at 08 *h* 01 *m* 11.3 *s*, an earthquake of the energy level  $K_P = 9.9$  and MSH = 3.3 was realized with the hypocenter coordinates  $\varphi = 44.66^{\circ}$  N,  $\lambda = 35.49^{\circ}$  E, h = 35 km. It is also the only tangible event of the year with an epicenter at a distance of  $\Delta = 40$  km from Feodosia and  $\Delta = 46$  km from Sudak. This shock was felt in Feodosia with an intensity of I = 2 points on the MSK64 scale. The shock was registered by the stations of the world up to a distance of  $\Delta = 70.43$ . The magnitude according to the IDS agency is estimated as mb = 3.5 (5), ML = 3.6 (6).

The two strongest earthquakes with  $K_P = 10.0$  were recorded in the Black Sea depression and the North-West region. They also have the maximum depth. These are earthquakes on May 8 at 19 h 51 min 29.8 s with hypocenter coordinates  $\varphi = 43.11^{\circ}$  N,  $\lambda = 31.66^{\circ}$  E, h = 50 km and on December 4 at 09 h 43 m 29.3 s with hypocenter coordinates  $\varphi = 44.06^{\circ}$  N,  $\lambda = 30.32^{\circ}$  E, h = 46 km.

Keywords: seismicity, the seismic station, epicenter, hypocenter, energy class.

### References

- Kalinyuk I. V., Svidlova V. A., Bondar' M. N. Sejsmichnost' Kryma v 2018 godu (Seismicity of Crimea 1918). Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2019, Vol. 5(71), no 4, pp. 7–75 (in Russian).
- 2. Bajkal-8 [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://www.expas-sib.com/ (reference date: 17.08.2017).
- Pustovitenko B. G., Kul'chickij V. E. Ob ehnergeticheskoj ocenke zemletryasenij Krymsko-Chernomorskogo regiona (On the energy assessment of earthquakes in the Crimean-Black Sea region). Magnituda i ehnergeticheskaya klassifikaciya zemletryasenij. 1974, Vol. 2. Moscow, IFZ AN SSSR, pp. 113–125 (in Russian).

- 4. Krasilov S. A., Kolomiec M. V., Akimov A. P. Organizaciya processa obrabotki cifrovyh sejsmicheskih dannyh s ispol'zovaniem programmnogo kompleksa WSG. Sovremennye metody obrabotki i interpretacii sejsmologicheskih dannyh (Organization of the digital seismic data processing process using the WSG software package. Modern methods of processing and interpretation of seismological data). Materialy mezhdunarodnoj sejsmologicheskoj shkoly, posvyashchennoj 100-letiyu otkrytiya sejsmicheskih stancij «Pulkovo» i «Ekaterinburg». Obninsk: GS RAN, 2006, pp. 77–83 (in Russian).
- Kul'chickij, V. E. Programma rascheta koordinat gipocentrov zemletryasenij (GIPO-08) (Program for calculating the coordinates of earthquake hypocenters (GIPO-08)). Sejsmologicheskij byulleten' Ukrainy za 2008 god. Sevastopol, NPC «EHKOSI-Gidrofizika», 2010, pp. 28–33 (in Russian).
- Kul'chickij V. E. Novye godografy sejsmicheskih voln Krymsko-Chernomorskogo regiona (New travel time curves of seismic waves of the Crimean-Black Sea region). Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2018, V. 4 (70), no 4, pp. 164–173 (in Russian).
- European Mediterranean Seismological Center. [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://www.emsccsem.org/Earthquake/seismologist.php (reference date: 31.12.2018).
- Pustovitenko B. G. Opredelenie ehnergii zemletryasenij Kryma po dlitel'nosti kolebanij (Determination of the energy of earthquakes in Crimea by the duration of oscillations). Sejsmologicheskij byulleten' Zapadnoj territorial'noj zony ESSN SSSR (Krym–Karpaty) v 1970–1974 gg. Kiev, Naukova dumka, 1980, pp. 34–39 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Rautian T. G., Svidlova V. A. Opredelenie magnitud i ehnergeticheskih klassov zemletryasenij po nablyudeniyam v Krymskom regione (Determination of the magnitudes and energy classes of earthquakes from observations in the Crimean region). Sejsmologicheskij byulleten' Zapadnoj territorial'noj zony ESSN SSSR (Krym–Karpaty za 1978–1979). Kiev, Naukova dumka, 1983, pp. 126–138 (in Russian).
- Malamud A. S. Ispol'zovanie dlitel'nosti kolebanij dlya ehnergeticheskoj klassifikacii zemletryasenij. Magnituda i ehnergeticheskaya klassifikaciya zemletryasenij (Using the duration of oscillations for the energy classification of earthquakes). Magnitude and energy classification of earthquakes. V. 2. Moskow, IFZ AN SSSR, 1974, pp. 180–192 (in Russian).
- 11. Medvedev S. V., Shponhojer V., Karnik V. Shkala sejsmicheskoj intensivnosti MSK-64 (Seismic intensity scale MSK-64). Moskow Publ., MGK AN SSSR, 1965, 11 p. (in Russian).
- 12. Pustovitenko A. N., Svidlova V. A., Pustovitenko A. A., Mihajlova R. S. Krym (Crimea). Zemletryaseniya Severnoj Evrazii v 2001 godu. Obninsk, GS RAN, 2007, pp. 64–73 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Lushchik, A. V., Boborykina A. V., Kul'chickij V. E., Mozhzherina A. V., Nasonkin V. A., Pankov F. N., Porechnova E. N., Pustovitenko A. A., Tihonenkov E. P., Shvyrlo V. G. Monitoring seismicheskikh protsessov v Krymsko-Chernomorskom regione (Monitoring of seismic processes in the Crimean Black Sea region). Sevastopol', NPC «EHKOSI-Gidrofizika» Publ., 2014, 264 p. (in Russian).

География. Геология. Том 6 (72). № 4. 2020 г. С. 67-85.

### УДК 550.348.435

# СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КРЫМА 2019 ГОДА

Пустовитенко Б. Г.<sup>1</sup>, Эреджепов Э. Э.<sup>1, 2</sup>, Бондарь М. Н.<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>ГАУ «Крымский Республиканский Центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства», Симферополь, Республика Крым, Россия. <sup>2</sup>Институт сейсмологии и геодинамики ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия.

E-mail: bpustovitenko@mail.ru

Приведены результаты расчета и анализа спектральных и динамических параметров очагов ( $M_0$ ,  $r_0$ ,  $\Delta \sigma$ ,  $\epsilon$ ,  $\eta \sigma$ ,  $\Delta \sigma_r$ ,  $\tilde{u}$ , Eu и Mw) 15 землетрясений Крыма 2019 года в диапазоне энергетических классов  $K_{\Pi} = 5.8-10.0$ . Динамические параметры очагов восстановлены по амплитудным спектрам записей продольных и поперечных сейсмических волн, зарегистрированных семью цифровыми региональными сейсмическими станциями. Использовано 86 станционных амплитудных спектров, положенных в основу определения динамических параметров очагов с использованием теоретической дислокационной модели Бруна. Спектральные свойства очагов 10 землетрясений рассмотрены также по энергетическим спектрам записей на станции «Алушта». Дается анализ полученных результатов. Ключевые слова: амплитудный спектр, модель Бруна, спектральная плотность, угловая частота, сейсмический момент, радиус дислокации, сброшенное и кажущееся напряжения, подвижка по разрыву, радиационное трение, энергетический спектр.

### введение

Современная сеть сейсмических станций Крыма, оснащенных цифровыми регистраторами, позволяет более оперативно проводить спектральный анализ волновых форм землетрясений. В то же время, сейсмические колебания на станциях осложнены различными помехами (шумами), имеющими как природный, так и приборный генезис. Для исключения помех и выделения полезного (сейсмического) сигнала используются различные фильтры, корректность применения которых не всегда очевидна, особенно при слабой записи. В этой связи расчет спектров Фурье сейсмических колебаний и восстановления по ним динамических параметров очагов ежегодно проводится только для ограниченного числа зарегистрированных землетрясений. Кроме жестких условий отбора волновых форм для анализа, необходимы также надежные данные об амплитудно-частотных и фазовых характеристиках сейсмографов.

Крымско-Черноморский регион в 2019 году характеризовался относительно слабой сейсмичностью, как по выделенной сейсмической энергии, так и количеству представительных землетрясений. Для исследований отобрано 14 землетрясений в диапазоне энергетических классов КП = 5.8–10.0, что составляет 16% от всех зарегистрированных за год сейсмических событий в диапазоне КП = 4.4–10.0.

### 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Для расчета амплитудных спектров Фурье и определения на их основе динамических параметров очагов выбраны записи наиболее значимых представительных землетрясений 2019 года с  $K_{\Pi} > 9.0$ , а также более слабых

толчков с  $K_{\Pi} = 5.8-7.1$ . Эти слабые землетрясения произошли на материковой части и вблизи Южного берега Крыма с отчетливыми волновыми формами объемных волн на ближайших станциях: ALU, YAL, SEV с эпицентральными расстояниями  $\Delta = 8-32 \ \kappa m$  (Рис. 1). Основные параметры землетрясений 2019 г., для которых исследованы спектральные и динамические параметры очагов приведены в таблице 1 по данным сводной обработки в Крыму.





Наибольшее количество изученных землетрясений (5 событий), произошло в Алуштинской зоне очагов (район № 3), по два — в Ялтинской, Судакско-Феодосийской и Черноморской впадине (районы № 2, 4 и 9), по одному — в Севастопольской, Керченско-Анапской и Северо-Западной (районы № 1, 5 и 8).

По записям объемных волн на семи сейсмических станциях: «Алушта» (ALU), «Севастополь» (SEV), «Симферополь» (SIM), «Судак» (SUDU), «Ялта» (YAL), «Тарханкут» (TARU) и «Донузлав-2» (DNZ2) рассчитано 86 амплитудных спектров: 24 для продольных (*P*) и 62 для поперечных (*S*) волн. Как и в предыдущие годы [2–4] не использованы для анализа записи сейсмостанций «Феодосия» (FEO) и «Керчь» (KERU), волновые формы на которых не отвечают критерию надежности и высокого качества исходных данных для расчета спектров.

### СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КРЫМА 2019 ГОДА

### Таблица 1.

	Пата		Эпин	центр	1.	N	Лагнитуд	1a		
№	дата, д м	1 <sub>0</sub> , ч мин с	φ°, N	λ°, E	п, км	Mc	<i>М</i> w/n, табл. 4	MLws g	$K_{\Pi}$	Район
1	3.01	18 29 16.0	44.63	34.69	16		2.5/2		6.4	Алуштинский (№ 3)
2	5.01	14 50 52.0	44.61	34.66	15		2.0/2		5.8	Алуштинский (№ 3)
3	11.01	19 00 14.3	44.63	34.63	13		2.5/1		6.5	Алуштинский (№ 3)
4	12.01	23 21 54.0	44.66	35.34	25		3.2/6	3.2	9.9	Судакско- Феодосийский (№ 4)
5	26.01	02 59 55.8	44.77	34.37	19		1.9/2		6.0	Алуштинский (№ 3)
6	29.01	19 40 00.9	44.60	36.98	11		2.9/2	2.8	9.0	Керченско-Анапский (№ 5)
7	13.02	12 37 49.9	44.77	34.40	20		2.4/1		6.2	Алуштинский (№ 3)
8	19.02	10 43 52.0	43.14	35.22	44	2.8	3.5/3	3.0	9.7	Черноморская впадина (№ 9)
9	7.03	06 27 02.7	44.46	34.06	7		2.1/3		7.1	Ялтинский (№ 2)
10	6.04	08 01 11.3	44.66	35.49	35	3.1	3.3/7		9.9	Судакско- Феодосийский (№ 4)
11	8.05	19 51 29.8	43.11	31.66	50	3.4	3.7/6	3.6	10.0	Черноморская впадина (№ 9)
12	23.05	20 48 56.3	44.56	35.73	24		2.8/4		7.7	Судакско- Феодосийский (№ 4)
13	4.08	15 25 49.3	44.41	33.48	28		2.2/1		7.1	Севастопольский (№ 1)
14	23.09	08 56 56.8	44.11	34.21	35	2.5	3.2/8	2.6	9.5	Ялтинский (№ 2)
15	4.12	09 43 29.3	44.06	30.32	46	3.4	3.8/6	3.7	10.0	Северо-Западный (№ 8)

### Основные параметры землетрясений Крыма за 2019 год, для которых восстановлены динамические параметры очагов

Примечание. Параметры землетрясений в графах 2–7, 9–11 даны по данным сводной обработки в Крыму, значения *Mw* — из табл. 2, *n* — число индивидуальных определений, участвовавших в осреднении.

Наибольшее количество спектров получено по записям сейсмических станций «Алушта», «Севастополь» и «Судак». Процент участия этих же станций в общей оценке динамических параметров отдельных землетрясений также наибольший, соответственно 71, 50 и 36%. Меньше всего для анализа привлечены записи станций «Тарханкут» и «Донузлав-2», наиболее удаленных от выбранных для исследования очагов землетрясений.

Для расчета амплитудных спектров отобраны записи только с четкими формами объемных *P*- и *S*-волн, с превышением полезного сигнала над фоном помех в два и более раза. Примеры таких записей даны на рисунке 2.



Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э., Бондарь М. Н.



Рис. 2. Примеры записей землетрясений 2019 г.: *а* — 7 марта с  $K_{\Pi}$  = 7.1 (с/ст. «Ялта»,  $\Delta$  = 8 км);  $\delta$  — 8 мая с  $K_{\Pi}$  = 10.0 (с/ст. «Донузлав-2»,  $\Delta$  = 281 км).

### 2. МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ АМПЛИТУДНЫХ СПЕКТРОВ

Методика расчета, обработки и интерпретации амплитудных спектров не изменилась по сравнению с предыдущими годами [2–5 и др.]. Для поперечных волн (S) спектры рассчитывались по двум горизонтальным составляющим (N-S) и (E-W) и спектральная плотность вычислялась, как полный вектор колебаний, а продольных (P) — по вертикальной (Z). Относительная длительность **т** исследуемого участка записи принята равной интервалу времени от момента вступления S- и P-волн до времени спада их амплитуд  $A_{\text{max}}$  на уровень  $\frac{1}{3}A_{\text{max}}$  [5]. Спектры рассчитаны стандартным методом быстрого преобразования Фурье.

Интерпретация амплитудных спектров выполнена в рамках теоретической дислокационной модели Бруна ( $\omega^{-2}$ ) [6]. Все рассчитанные в 2019 г. спектры объемных волн удовлетворительно аппроксимируется тремя основными параметрами: спектральной плотностью  $\Omega_0(x, f)$  в длиннопериодной части (при  $f \rightarrow 0$ ), угловой частотой  $f_0(\omega_0)$  и углом наклона  $\gamma \sim -2$ , что соответствует модели ( $\omega^{-2}$ ). Примеры амплитудных спектров приведены на рис. 3.



СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КРЫМА 2019 ГОДА



Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э., Бондарь М. Н.

Рис. 3. Примеры амплитудных спектров объемных сейсмических волн землетрясений Крыма за 2019 г. по записям региональных цифровых сейсмостанций и их аппроксимация в рамках теоретической модели Бруна. Номера и даты землетрясений соответствуют таковым в таблице 1.

### 3. РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЧАГА

Для восстановления динамических параметров очага в рамках дислокационной модели Брюна [6] используются две главные характеристики амплитудных спектров: спектральная плотность  $\Omega_0$ , которая пропорциональна скалярному сейсмическому моменту  $M_0(1)$  и угловая частота  $f_0$ , прямо связанная с размером круговой дислокации  $r_0(2)$ .

$$M_0 = \Omega_0 (4\pi\rho \cdot V^3) / R_{\theta\phi} \cdot G(\Delta, h) \cdot C(\omega) \cdot Sm(f)$$
(1)

где  $\Omega_0$  — максимальное значение спектральной плотности при  $\omega \to 0$ ; V — скорость
распространения объемной волны;  $\rho$  — плотность пород в окрестности очага,  $R_{\theta\phi}$  — направленность излучения из очага на станцию регистрации;  $G(\Delta, h)$  — поправка за геометрическое расхождение;  $C(\omega)$  — частотная характеристика среды под станцией, Sm(f) — поправка за неупругое затухание в мантии.

Методика учета всех этих факторов при переходе от станционного спектра к спектру источника подробно изложена в работах [5, 7, 8] и не изменилась по сравнению с предыдущими годами.

Для дислокационной модели Брюна с разрывом в виде круга, радиус дислокации *r*<sub>0</sub> вычисляется по угловой частоте *f*<sub>0</sub> по формуле:

$$r_{0} = 2.34 \frac{V}{2\pi f_{0}}$$
(2)

Другие динамические параметры очагов: сброшенное напряжение  $\Delta \sigma$ , величина деформации сдвига  $\varepsilon$ , кажущееся напряжение  $\eta \overline{\sigma}$ , величина радиационного трения  $\Delta \sigma_r$ , средняя подвижка по разрыву  $\overline{U}$  (или величина дислокации), энергия образования дислокации в очаге  $E_U$  и моментная магнитуда Mw определены по формулам из работ [5–10] с использованием значений сейсмического момента  $M_0$  и размеров разрыва  $r_0$ :

$$\Delta \sigma = \frac{7M_0}{16 r_0^3}, \ \eta \sigma = \frac{\mu E_s}{M_0}, \ \sigma_r = \frac{1}{2} \Delta \sigma - \eta \sigma, \ \varepsilon = \frac{\Delta \sigma}{\mu}, \ U = \frac{M_0}{\mu \cdot \pi r_0^2},$$
$$Eu = \frac{1}{2} \Delta \sigma \overline{U} \cdot \pi r_0^2, \qquad M_W = \frac{2}{3} (\lg M_0 + 7) - 10.7, \qquad (3)$$

где  $M_0$  имеет размерность  $H \cdot M$ .

\_ \_ \_

Для половины землетрясений динамические параметры получены по группе независимых станционных определений (табл. 2). Только для одного слабого сейсмического толчка ( $\mathbb{N}$  7), с энергетическим классом  $K_{\Pi} = 6.2$ , произошедшего на материковой части Крыма в зоне Демерджинского разлома, динамические параметры рассчитаны по записям только *S*-волн на одной, ближайшей к очагу станции «Алушта», расположенной на эпицентральном расстоянии  $\Delta = 9 \ \kappa m$ .

Вычисление средних значений параметров (S) и стандартных отклонений ( $\delta S$ ) выполнено по индивидуальным станционным определениям с учетом логнормального закона распределения величин с соответствующим стандартным отклонением [5]. Средние значения радиационного трения  $\Delta \sigma_r$  вычислялись по среднегеометрическим для данного очага напряжениям  $\Delta \sigma$  и  $\eta \overline{\sigma}$ , поскольку станционные значения получились знакопеременными. Среднее значение моментной магнитуды Mw определено как среднее арифметическое с соответствующей погрешностью.

В итоговой таблице 2 для каждой станции регистрации указаны эпицентральное расстояние  $\Delta$ , *км*, тип использованной волны (*P*, *S*) и составляющая записи, где (N+E) означает полный вектор колебаний по горизонтальным составляющим N+S и E–W, а спектральная плотность обозначена как  $\Sigma\Omega_0$ .

Таблица 2.

- Станция	волна	составляющая	о ∆, км	$\sim \Omega_0 \cdot 10^{-6}$ , <i>w</i> . <i>c</i>	$\sim \sum \Omega_0 \cdot 10^{-6} , M \cdot c$	6, <i>Fu</i>	$M_0 \cdot 10^{13}, H \cdot M$	о го, км	$\circ \Delta \sigma \cdot 10^5, \Pi a$	5 E·10 <sup>-6</sup>	<u>г</u> <u>и</u> .10 <sup>-2</sup> , м	5 ησ·10 <sup>5</sup> /Πα	5 Δσ <sub>r</sub> ·10 <sup>5</sup> , <i>Πα</i>	Еи-10 <sup>8</sup> , Дж	MW T
	2	2	5	4	<u> </u>	6	1(0)	8	9	10	11	12	15	14	15
	10 I. ; ⊡ ⊓	5 SHB	аря, 22	$t_0 = 10$	<u>5 4 29 .</u>		16.0 C	$; \phi = 4$	4.65°,	$\lambda = 3^{4}$	4.69°;	h = 1	16 <i>КМ</i> ;	$K\Pi = 0.4$	12.40
ALU	۲ ۲		23	0.02	0.12	6.1	0.07	0.57	0.0	1.99	0.05	0.19	0.11	0.07	2.49
ALU	2	N+E	23		0.15	4.1	0.8	0.31	1.2	3.93	0.08	0.10	0.43	0.10	2.54
			<u>50</u>				0.75	0.34	0.85	2.8	0.00	0.17	0.20	0.11	2.5
			92		·		0.04	0.04	0.15	0.15	0.1	0.04		0.18	0.05
N	<u>№ 2. 5</u>	<u>5 янв</u> а	аря,	$t_0 = 14$	<u>4 ч 50.</u>	мин	<u>52.0 c</u>	$; \varphi = 4$	4.61°,	$\lambda = 34$	4.66°;	h=1	5 км;	$K\Pi = 5.8$	
ALU	P(e)	Z	22	0.002	0.05	6.0	0.05	0.36	0.05	0.18	0.005	0.7	-0.7	0.005	1.78
ALU	S	N+E	22		0.05	4.0	0.2	0.28	0.4	1.35	0.027	0.21	-0.08	0.014	2.14
			S				0.1	0.32	0.14	0.49	0.01	0.38	-0.31	0.01	1.96
			δS				0.3	0.05	0.45	0.44	0.37	0.26		0.22	0.18
N	<u>≥</u> 3. 1	1 янв	аря	$, t_0 = 1$	9 4 00	мин	14.3 c	<i>ε</i> ; φ = 4	44.63°,	$\lambda = 3$	94.63°	; h = '	<u>13 км;</u>	Кп = 6.5	
ALU	S	N+E	19		0.14	4.0	0.72	0.32	0.99	3.3	0.08	0.22	0.28	0.12	2.51
N	<u>9</u> 4. 1	2 янв	аря	$, t_0 = 2$	Зч21	мин	: <b>54.0</b> a	<i>z</i> ; φ = 4	44.66°,	$\lambda = 3$	5.34°	; h = 1	25 км;	Кп = 9.9	
1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ALU	Р	Ζ	74	0.05		4.0	7.97	0.58	1.77	5.9	0.25	17.8	-16.9	2.35	3.2
YAL	Р	Ζ	95	0.03		4.2	6.15	0.55	1.58	5.27	0.21	23.1	-22.3	1.62	3.13
YAL	S	N+E	95		0.15	2.7	5.88	0.5	2.1	7.0	0.25	24.2	-23.1	2.06	3.12
SIM	Р	Ζ	102	0.05		4.35	10.8	0.54	3.1	10.3	0.4	13.1	-11.6	5.57	3.29
SIM	S	N+E	102		0.78	2.1	32.3	0.64	5.43	18.1	0.84	4.4	-1.7	29.2	3.64
SEV	S	N+E	132		0.08	2.5	4.18	0.54	1.19	3.95	0.15	34	-33.4	0.83	3.02
			S				8.65	0.56	2.21	7.37	0.3	16.4	-15.3	3.2	3.23
			δS				0.13	0.015	0.1	0.1	0.1	0.13		0.22	0.15
№ 5. 26 января, to = 02 ч 59 ми						мин	1 <b>55.8</b> (	<i>ε</i> ; φ = ·	44.77°,	$\lambda = 3$	5 <b>4.37</b> °	; <b>h</b> = '	19 <i>км</i> ;	Кп = 6.0	
ALU	P(e)	Ζ	10		0.001	6.2	0.026	0.36	0.024	0.08	0.003	2.34	-2.33	0.0001	1.54
ALU	S	N+E	10		0.075	4.15	0.35	0.31	0.54	1.79	0.04	0.17	0.1	0.03	2.3
	S						0.1	0.33	0.11	0.38	0.01	0.63	-0.58	0.002	1.92
	δ <i>S</i>							0.00	0111	0.00	0001	0.00			

Спектральные и динамические параметры очагов землетрясений Крыма за 2019 год

### СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КРЫМА 2019 ГОДА

		0			1						1	Ірод	олжен	ие табли	цы 2
1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
N	2 6. 2	9 янв	аря	$, t_0 = 1$	9 ч 40	мин	00.9	c; φ = ·	44.60°,	$\lambda = 3$	36.98°	; <i>h</i> =	11 км;	Кп = 9.0	
SUDU	Р	Z(e)	160	0.006		4.3	1.75	0.52	0.55	1.82	0.07	10.2	-9.9	0.16	2.77
SUDU	S	N+E	160		0.06	2.7	3.19	0.47	1.35	4.51	0.15	5.6	-4.9	0.72	2.94
			S				2.36	0.49	0.86	2.86	0.1	7.56	-7.13	0.34	2.9
			δS				0.13	0.02	0.19	0.2	0.17	0.13		0.33	0.09
N⁰	7.13	в февј	раля	<b>i</b> , <i>t</i> <sub>0</sub> = 1	12 <i>4</i> 3'	7 ми	н 49.9	<i>c</i> ; φ =	44.77°	', λ =	<b>34.40</b> °	p; h =	20 км	; <i>K</i> п = 6.2	
ALU	S	N+E	9		0.11	3.2	0.54	0.4	0.38	1.27	0.036	0.16	0.04	0.034	2.42
N₂	8.19	февр	раля	$t_0 = 1$	0ч43	8 мин	<i>i</i> 52.0	<i>c</i> ; φ =	43.14°	, λ =	35.22	°; h =	44 км	<i>ı; К</i> п = 9.7	r
ALU	Р	Ζ	167	0.015		4.9	12.0	0.63	2.12	3.54	0.16	10.0	-8.9	2.11	3.32
ALU	S	N+E	167		0.5	3.0	60.5	0.55	16.2	27.1	1.08	1.98	6.14	81.8	3.79
SEV	S	N+E	182		0.06	2.9	11.8	0.57	2.86	4.76	0.2	10.2	-8.73	2.8	3.32
			S				20.5	0.58	4.6	7.7	0.33	5.87	-3.57	7.85	3.48
			δS				0.24	0.02	0.28	0.28	0.26	0.24		0.51	0.2
,	<u>№</u> 9.	7 ма	рта,	$t_0 = 06$	б ч 27	мин	02.7 c	; φ = 4	4.46°,	$\lambda = 3$	4.06°;	h = 7	км; К	Cπ = 7.1	
YAL	Р	Ζ	8	0.009		7.0	0.18	0.32	0.24	0.8	0.02	2.62	-2.5	0.007	2.11
YAL	S	N+E	8		0.07	4.2	0.26	0.30	0.41	1.37	0.03	1.85	-1.65	0.018	2.21
SEV	S	N+E	32		0.014	4.1	0.15	0.31	0.23	0.76	0.017	3.09	-2.97	0.006	2.06
			S				0.19	0.31	0.28	0.94	0.02	2.46	-2.32	0.01	2.13
			δS				0.07	0.01	0.08	0.08	0.07	0.07		0.15	0.05
N	<u>2 10.</u>	6 апр	еля	$t_0 = 0$	8 <i>4</i> 01	мин	11.3 a	c; φ = ·	14.66°,	$\lambda = 3$	85.49°	; $h = 3$	35 км;	Кп = 9.9	-
YAL	Р	Ζ	107	0.02		3.95	5.99	0.62	1.09	3.63	0.16	23.7	-23.1	1.09	3.12
YAL	S	N+E	107		0.12	2.8	6.86	0.51	2.33	7.7	0.28	20.7	-19.5	2.66	3.16
ALU	Р	Ζ	86	0.04		4.0	9.68	0.61	1.83	6.08	0.27	14.7	-13.7	2.95	3.26
SIM	Р	Ζ	113	0.08		3.75	12.7	0.66	1.97	6.57	0.31	11.2	-10.7	4.16	3.34
SIM	S	N+E	113		0.78	2.1	23.6	0.67	3.37	11.2	0.55	6.02	-4.3	13.3	3.52
SEV	Р	Ζ	144	0.016		3.9	6.18	0.63	1.08	3.6	0.16	23.0	-22.4	1.11	3.13
SEV	S	N+E	144		0.22	2.0	16.2	0.71	2.0	6.67	0.34	8.76	-7.76	5.41	3.41
			S				10.26	0.63	1.82	6.1	0.27	13.9	-13	3.11	3.3
			δS				0.09	0.02	0.07	0.07	0.07	0.09		0.15	0.09
J	<b>№</b> 11.	. 8 ма	я, <i>t</i> (	) = 19	ч 51 м	ин 2	9.8 c;	$\varphi = 43$	.11°, λ	= 31	.66°; h	e = 50	км; К	́п = 10.0	<b>.</b>
SEV	S	N+E	228		0.06	2.5	18.9	0.67	2.79	4.64	0.23	12.6	-11.2	4.39	3.45
TARU	S	N+E	261		0.3	2.0	81.1	0.83	6.11	10.2	0.62	2.95	11.0	41.3	3.88
DNZ2	S	N+E	281		0.18	2.35	52.7	0.71	6.44	10.7	0.56	4.53	-1.31	28.3	3.75
ALU	S	N+E	281		0.24	2.25	53.4	0.74	5.73	9.56	0.52	4.47	-1.6	25.5	3.76
SIM	S	N+E	284		0.19	2.15	55.6	0.78	5.21	8.68	0.49	4.29	-1.69	24.2	3.77

											Γ	Іродо	элжен	ие табли	цы 2
1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SUDU	S	N+E	332		0.2	2.3	67.6	0.73	7.75	12.9	0.68	3.53	3.38	43.6	3.82
			S				50.3	0.74	5.42	9.03	0.5	4.74	-2.03	22.7	3.74
			δS				0.09	0.01	0.06	0.06	0.07	0.1		0.15	0.10
J	<b>№</b> 12	. 23 м	ая,	$t_0 = 20$	<b>ч 48</b> л	мин 5	56.3 c;	φ = 44	4.56°, 7	l = 35	5.73°;	h=2	4 км; І	Кп = 7.7	
SUDU	Р	Ζ	68	0.01		5.1	1.48	0.46	0.68	2.27	0.08	0.9	-0.56	0.17	2.72
SUDU	S	N+E	68		0.11	3.05	3.11	0.44	1.6	5.34	0.17	0.43	0.37	0.83	2.93
ALU	Р	Ζ	106	0.005		5.8	0.74	0.40	0.5	1.68	0.05	1.8	-1.55	0.06	2.52
ALU	S	N+E	106		0.1	3.1	2.84	0.43	1.54	5.13	0.16	0.47	0.3	0.73	2.91
			S				1.76	0.43	0.96	3.2	0.1	0.76	-0.28	0.28	2.77
			δS				0.14	0.01	0.13	0.13	0.13	0.14		0.27	0.14
№ 13. 4 августа, t0 = 15 ч 25 м							49.3	c; φ = ·	44.41°,	$\lambda = 3$	33.48°	; <i>h</i> =	28 км;	Кп = 7.1	
SEV S N+E 22 0.015 4.						4.0	0.21	0.34	0.24	0.81	0.02	2.28	-2.15	0.008	2.15
Nº 1	4. 23	в сент	ябр	я, <i>t</i> 0 =	08 ч 5	56 мі	ін 56.8	β <i>c</i> ; φ:	= 44.11	°, λ =	= 34.21	l°; <i>h</i>	= 35 кл	и; Кп = 9.	5
YAL	Р	Ζ	42	0.022		4.6	3.14	0.57	0.76	2.51	0.1	13.5	-13.1	0.4	2.93
YAL	S	N+E	42		0.8	2.6	21.3	0.57	4.96	16.5	0.69	1.99	0.5	17.7	3.49
SEV	Р	Ζ	64	0.01		5.0	21.1	0.52	0.65	2.17	0.08	20.1	-19.7	0.23	2.82
SEV	S	N+E	64		0.1	2.9	3.94	0.51	1.27	4.24	0.16	10.8	-10.1	0.84	3.0
ALU	Р	Ζ	65	0.022		4.6	3.14	0.57	0.76	2.52	0.1	13.5	-13.1	0.4	2.93
ALU	S	N+E	65		0.8	2.6	21.3	0.57	4.96	16.5	0.69	1.99	0.5	17.7	3.49
SUDU	Р	Ζ	107	0.025		4.1	8.08	0.64	1.38	4.58	0.21	5.24	-4.56	1.85	3.21
SUDU	S	N+E	107		0.2	2.5	12.1	0.6	2.49	8.31	0.36	3.51	-2.27	5.01	3.33
			S				8.81	0.57	1.59	5.28	0.22	6.42	-5.63	1.75	3.15
			δS				0.13	0.01	0.13	0.13	0.13	0.14		0.26	0.23
N₂	15.4	дека	бря,	$t_0 = 0$	9 <i>u</i> 43	мин	29.3	<i>c</i> ; φ = -	44.06°,	$\lambda = 3$	30.32°	; h =	46 км;	Кп = 10.0	)
SEV	Р	Ζ	273	0.026		3.7	33.4	0.83	2.6	8.67	0.52	3.57	-2.27	14.5	3.62
SEV	S	N+E	273		0.15	2.2	29.8	0.74	3.16	10.5	0.57	4.01	-2.43	15.7	3.59
SIM	Р	Ζ	317	0.02		3.7	29.8	0.83	2.32	7.74	0.47	4.0	-2.84	11.5	3.59
SIM	S	N+E	317		0.35	2.1	80.7	0.78	7.43	24.8	1.41	1.48	2.23	100.0	3.87
SUDU	Р	Ζ	382	0.06		3.4	107.0	0.9	6.47	21.6	1.41	1.12	2.12	115.0	3.96
SUDU	S	N+E	382		0.32	2.0	88.3	0.82	7.02	23.4	1.39	1.35	2.16	103.0	3.9
			S				53.2	0.82	4.31	14.4	0.85	2.25	-0.1	38.2	3.8
			δS				0.11	0.01	0.09	0.1	0.1	0.11		0.2	0.16

Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э., Бондарь М. Н.

### 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Записи сейсмических колебаний на каждой станции регистрации имеют свои особенности, связанные с амплитудно-частотными характеристиками, как аппаратуры, так и локальной среды. Кроме того, параметры станционных волновых форм существенно зависят от спектрального состава очагового излучения и от направленности на станцию регистрации. Поэтому для усреднения индивидуальных станционных особенностей и надежных итоговых оценок очаговых параметров землетрясений необходимо использовать записи нескольких станций и разных типов волн. Поскольку почти половина изученных землетрясений 2019 г. были слабыми  $(K_{\Pi} = 5.8 - 7.1)$ , очаговые параметры по ним восстановлены в основном по 1-2 станциям. В связи с этим, для этих очагов получены менее надежные оценки средних значений с большим разбросом индивидуальных определений и высокой стандартного отклонения величиной  $\delta S$ . показателя степени рассеяния индивидуальных оценок (табл. 2).

Наилучшая сходимость станционных определений, как и в предыдущие годы [2–4] получена для радиуса круговой дислокации, размеры которого в явном виде не зависят от направленности излучения энергии из очага и условий среды под станцией регистрации (см. формулу 2). Степень рассеяния индивидуальных определений  $r_0$  для большинства изученных землетрясений не превысила  $\delta r_0 = 0.05$  даже для слабых толчков. Стандартные отклонения по другим параметрам для наиболее сильных землетрясений менее  $\delta S < 0.3$ . Наибольший разброс данных по станционным определениям отмечен для величины энергии дислокации  $E_U$  достигающий иногда более одного порядка. Соответственно, стандартное отклонение  $\delta E_U$  было максимальным. Значения моментных магнитуд Mw определены с погрешностью не выше  $\pm 0.2$ . Исключение составляет только Mw с погрешностью  $\pm 0.38$  для землетрясения 26 января (№ 5), определенное по станции «Алушта» с использованием относительно слабого сигнала продольной волны (в табл. 2 обозначено, как P(e)). Не исключена также и ошибка за счет отклонения реальной направленности излучения  $R_{\theta\phi} = 0.4$  для неизвестного механизма очага данного землетрясения.

Радиационное трение  $\Delta \sigma_r$  для большинства исследованных землетрясений имело отрицательное значение, связанное с неравномерным распределением прочностных свойств глубинной среды в очаговых зонах [9]. Во всем диапазоне энергий средняя величина сброшенных напряжений не превысила  $\Delta \sigma = 6 \cdot 10^5 \Pi a$  (6 *бар*), а кажущихся напряжений  $\eta \overline{\sigma} < 16 \cdot 10^5 \Pi a$  (16 *бар*).

Проведем сравнение полученных в 2019 г. динамических параметров очагов со средними их долговременными величинами [5, 11], полученными по станциям Крыма с аналоговой регистрацией сейсмических волн. Как и в 2018 г [4], сравнение проведено для сейсмического момента  $M_0$ , радиуса круговой дислокации  $r_0$  и сброшенного напряжения  $\Delta \sigma$  (Рис. 4). Для сравнения использованы зависимости  $M_0$  ( $K_{\Pi}$ ),  $r_0(K_{\Pi})$  и 1g  $\Delta \sigma(K_{\Pi})$  из [5, 11].

Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э., Бондарь М. Н.

lg $M_0 = 0.645 (\pm 0.027) K_{\Pi} + 15.142 (\pm 0.271),$	$\rho = 0.99,$
lg $r_0 = 0.112(\pm 0.011) K_{\Pi} - 1.293(\pm 0.107),$	ρ = 0.93,
lg $\Delta \sigma = (0.42 \pm 0.01) K_{\Pi} - (3.28 \pm 0.10),$	$\rho = 0.9$

где р — коэффициент корреляции.



Рис. 4. Сравнение динамических параметров очагов землетрясений Крыма за 2019 г.: *a* — сейсмического момента  $M_0$ , *б* — радиуса круговой дислокации  $r_0$  и *g* — сброшенного напряжения  $\Delta \sigma$  с долговременными зависимостями  $M_0(K_{\Pi})$ ,  $r_0(K_{\Pi})$  и  $\Delta \zeta(K_{\Pi})$  [5, 11]. Пунктиром обозначены пределы погрешностей долговременных зависимостей.

В целом значения  $M_0$  и  $r_0$  для очагов землетрясений за 2019 г. укладываются в диапазон доверительного интервала долговременных зависимостей  $M_0(K_{\Pi})$ ,  $r_0(K_{\Pi})$ , полученных за длительный интервал времени аналоговой регистрации сейсмических колебаний (рис. 4 a,  $\delta$ ). В то же время сброшенное напряжение  $\Delta \sigma$  для большинства землетрясений 2019 г. выходят за пределы доверительного интервала  $\Delta \zeta(K_{\Pi})$ , как и в 2018 г. [12], находясь преимущественно ниже долговременной зависимости  $\Delta \zeta(K_{\Pi})$  для наиболее сильных и выше — для слабых толчков (рис. 4 a). Ранее было показано, что сброшенные напряжения существенно меняются как в пространстве, так и во времени при одном энергетическом уровне [4, 12].

Наибольшее отличие  $r_0$  от долговременных параметров получено для самого слабого землетрясения 13 февраля (№ 7) с  $K_{\Pi} = 6.2$ , параметры которого восстановлены только по одной станции ALU (*S*-волна). Кроме того, для слабых очагов менее надежно определяется глубина очага и, соответственно, могут быть ошибки при выборе скоростных моделей среды.

### 5. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В 2019 году, продолжено изучение спектральных свойств очагов землетрясения не только по амплитудным, но и по энергетическим спектрам. Рассмотрены энергетические спектры только по данным записей станции «Алушта», поскольку ранее по этой станции получены их некоторые общие свойства и особенности [5, 13].

Переход от спектральной плотности амплитудного спектра к энергетическому спектру осуществлялся по формуле из [14]:

$$q = \frac{2.3\rho c}{2\pi} \omega^3 \Omega^2(\omega)$$

(4)

где,  $\rho$  — плотность пород в окрестности очага, c — скорость распространения объемных волн (*P* или *S*),  $\Omega$  ( $\omega$ ) — модуль спектральной плотности, определяемый из амплитудного спектра.

Энергетические спектры, также как и амплитудные спектры, получаются сильно изрезанными. Для наглядности и более точного определения диапазона частот, на которые приходится максимум плотности сейсмической энергии qmax, энергетические спектры сглаживались скользящим осреднением в пределах октавной ширины по оси частот. На рис. 5 даны примеры энергетических спектров, представленные в билогарифмической системе координат (рис. 5).

Для всех энергетических спектров по трем компонентам записи (рис. 5) характерна резонансная форма с одним выраженным максимумом плотности энергии qmax в ограниченной области частот (fqmax).

Диапазон ширины максимума спектра  $\delta fq$  на уровне 0.75 от максимального значения qmax в высокочастотной (fq1) и низкочастотной (fq2) части спектра:  $\delta fq = (fq1-fq2)$  получился различным, для разного энергетического уровня землетрясений и эпицентрального расстояния. Результаты расчета fqmax и  $\delta fq$  по разным составляющим записи (E, N, Z) представлены в таблице 3.





Рис. 5. Примеры энергетических спектров землетрясений Крыма 2019 г. по записям станции «Алушта».

Таблица 3.

Характеристики энергетических спектров землетрясений 2019 г. по данным станции «Алушта»

N₂	Дата	$K_{\Pi}$	Δ, κм	ŀ	Гq <i>max,</i> Г	ų	δ	$\delta fq (f_1 - f_2), \Gamma u$		
				Z	Ν	Е	Z	Ν	E	
1	01.03	6.4	23	5.8	4.51	4.53	4.5–7	3.6–5.7	2.7-5.6	
2	01.05	5.8	22	7.1	4.52	3.5	6.1-8.8	3.4–5.7	2.8-5.7	
3	01.11	6.5	19	5.8	4.52	3.52	4.4-6.8	3.5-5.65	2.8-4.8	
4	01.12	10.1	74	4.51			3.5-5.25			
5	01.26	6.0	10	5.8	3.6	3.6	4.67-9.1	2.4-4.2	2.8-4.9	
7	02.13	6.2	9		2.86	4.5		2.3-4.57	2.8-5.7	
8	02.19	9.6	167	7.2	4.55	4.54	4.5-8.1	2.9-5.72	2.3-5.7	
11	05.08	10.0	281		2.86	2.85		1.8-5.6	1.8-4.54	
12	05.23	7.7	106	5.7	3.6	2.3	3.1-6.6	2.45-6	1.2-4.5	
14	09.23	9.5	65	4.5	4.54	2.9	3.7–7.3	2.8-6.2	1.78-5.25	

Ранее в работе [13] все энергетические спектры условно были разделены на 4 группы, отличающиеся эпицентральными расстояниями:  $1 - (26 \pm 2) \kappa m$ ;  $2 - (46 \pm 3) \kappa m$ ;  $3 - (165 \pm 14) \kappa m$ ;  $4 - (235 \pm 12) \kappa m$ .

Землетрясения 2019 г. под номерами № 1, 2 и 3 с эпицентральным расстоянием 23 км, 22 км и 19 км строго не попадают в первую из отобранных групп очагов ( $\Delta = 26 \pm 2 \kappa M$ ), однако находятся вблизи нее. Учитывая, данный факт и погрешности оценок эпицентральных расстояний для слабых толчков, проведено сравнение параметров энергетических спектров землетрясений № 1, 2 и 3 с первой группой. Сравнение показало, что для этих очагов максимумы fqmax на диапазонах частот 3.5 Ги и 4.51 Ги для поперечных N и Е-компонент частично попадают в пределы погрешностей fqmax = (3.33 ± 0.33) Ги для данной первой группы [14].

Землетрясение под номером  $\mathbb{N}$  8 попадает в третью группу по эпицентральному расстоянию ( $\Delta = 165 \pm 14$ ), но его спектр по энергии был более высокочастотным (fqmax = 4.5 Гц по S-волне), что почти в полтора раза больше диапазона частот максимальных значений энергетического спектра qmax, для данной группы fqmax = (2.37 ± 0.41) [13]. Вероятно, это связано как с недостаточно большой базой данных спектров принадлежащей этой группе, так и с индивидуальными особенностями очагового излучения землетрясения  $\mathbb{N}$  8, произошедшего в переходной зоне кора — мантия на глубине 44 км.

Остальные из рассмотренных землетрясений за 2019 г. или находятся в непосредственной близости к сейсмической станции «Алушта» ( $\Delta = 9-10 \ \kappa m$ ), или — на удаленном от нее расстоянии и не попадают в отобранные диапазоны эпицентральных расстояний [13].

С учетом всех изученных энергетических спектров в 2014, 2015, 2018 и 2019 гг. предварительно создано 9 групп землетрясений по близким эпицентральным расстояниям до станции «Алушта» (табл. 1).

Таблица 4.

N⁰	$K_{\Pi}$	Δ, км	<i>f</i> q max	х, Гц	$\delta fq (f_1 -$	-f <sub>2</sub> ), Гц
			P(Z)	S(N+E)	P(Z)	S(N+E)
1	6.3	5	7.1	$4.65\pm1.5$	5.56	$2.6 \pm 0.9$
2	6.0-6.2	$10 \pm 1$	5.8	$3.6 \pm 0.7$	4.43	$2.3 \pm 0.5$
3	5.8-6.5	$21 \pm 2$	$6.23\pm0.75$	$4.2 \pm 0.5$	$2.5 \pm 0.15$	$2.4 \pm 0.4$
4	7.7–9.8	$26 \pm 2$	$5.75\pm0.04$	$3.1\pm0.76$	$6 \pm 0.6$	$4.6 \pm 1.6$
5	7.2–11.2	$46 \pm 3$	$5.4\pm0.6$	$3.3 \pm 1$	$5.5 \pm 0.9$	$4.9\pm0.6$
6	7.7-10.1	$82 \pm 16$	$4.9\pm0.7$	$3.3 \pm 1$	$3.55 \pm 0.1$	$3.1\pm0.76$
7	8.7–10.8	$165 \pm 17$	$5.3 \pm 1.8$	$2.7 \pm 1.3$	$6.1 \pm 1.4$	$4.3 \pm 1$
8	8.5–11	$232 \pm 18$	$4.8 \pm 0.9$	$2.57 \pm 1$	4.6-2.1	$4 \pm 1.3$
9	10-11	$272 \pm 14$	$3.2 \pm 2.7$	$2.6 \pm 1.1$	$3.1 \pm 1.5$	2.20.76

# Характеристики энергетических спектров 9-ти групп землетрясений по записям станции «Алушта»

Из табл. 4 видно, что, несмотря на вариации индивидуальных спектров рассмотренных групп очагов и разных уровней  $K_{\Pi}$ , общий диапазон fq max и ширины спектра  $\delta f$ , находится в достаточно ограниченном интервале значений.

Качественно можно отметить естественную тенденцию к преобладанию высокочастотных спектров для слабых толчков и близких эпицентральных расстояний. Количественно оценить рост fq max и  $\delta fq$  с увеличением энергетического уровня и эпицентрального расстояния можно будет только при существенном увеличения статистически значимого материала по энергетическим спектрам.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спектральные и очаговые параметры землетрясений Крыма за 2019 год изучены как по амплитудным, так и энергетическим спектрам. Специализированная база данных по динамическим параметрам очагов дополнена 54 станционными определениями для 15 сейсмических событий в диапазоне энергетических классов  $K_{\Pi} = 5.8 \div 10.0$ , произошедших в различных районах региона на эпицентральных расстояниях от 9 км (станция ALU) до 382 км (станция SUDU). Средние значения динамических параметров очагов землетрясений 2019 г. в большинстве случаев оценены по нескольким станциям и по разным типам волн, что обеспечило в основном малую величину показателя степени рассеяния индивидуальных оценок и соответствуют долговременным зависимостям от энергетического уровня землетрясений.

Статистика по частотному составу сейсмических колебаний, несущих на себе сейсмическую энергию дополнена ланными максимальную ЛЛЯ лесяти землетрясений по записям станции «Алушта» для **V**ТОЧНЕНИЯ системы энергетических спектров, полученной ранее по данным за период 2014–2015гг. [13]. С учетом энергетических спектров за 2014, 2015, 2018 гг. [4, 13] и новых за 2019 г. предварительно выделено 9 групп землетрясений по близким эпицентральным расстояниям до станции «Алушта». На качественном уровне отмечен сдвиг максимума спектра (fq max) в сторону более высоких частот для слабых толчков и количественных эпицентральных расстояний. Для установления близких зависимостей значений параметров энергетических спектров fq max и  $\delta fq$  от энергетического уровня землетрясений и эпицентрального расстояния имеющихся данных пока недостаточно. Исследования необходимо продолжить с целью получения и увеличения экспериментального материала по энергетическим спектрам, необходимого для статистической обработки данных.

#### Список литературы

- Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е. Об энергетической оценке землетрясений Крымско-Черноморского региона // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. М.: ИФЗ АН СССР, 1974. Том 2. С. 113–125.
- Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э. Очаговые параметры землетрясений Крымско-Черноморского региона 2016 года // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. 2017, Том 3 (69), № 4. С. 51–69.
- 3. Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э., Бондарь М. Н. Спектральные и динамические параметры очагов землетрясений Крыма 2017 года // Ученые записки Крымского Федерального Университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. 2018, Том 4 (70), № 4. С. 69–83.

### СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КРЫМА 2019 ГОДА

- 4. Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э. Бондарь М. Н, Спектральные и динамические параметры очагов землетрясений Крыма 2018 года // Ученые записки Крымского Федерального Университета им В. И. Вернадского География. Геология. 2019, Том 5 (71), № 4. С. 77–96
- 5. Пустовитенко Б. Г., Пантелеева Т. А. Спектральные и очаговые параметры землетрясений Крыма. Киев: Наукова думка, 1990. 251 с.
- Brune I. V. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes, J.Geophys. Res. 1970. V. 75, no 26, pp. 4997–5009.
- 7. Аптекман Ж. Я., Белавина Ю. Ф., Захарова А. И., Зобин В. М., Коган С. Я., Корчагина О. А., Москвина А. Г., Поликарпова Л. А., Чепкунас Л. С. Спектры *Р*-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Переход от станционного спектра к очаговому и расчет динамических параметров очага // Вулканология и сейсмология. 1989, № 2. С. 66–79.
- 8. Аптекман Ж. Я., Дараган С. К., Долгополов В. В., Захарова А. И., Зобин В. М., Коган С. Я., Корчагина О. А., Москвина А. Г., Поликарпова Л. А., Чепкунас Л. С. Спектры *Р*-волн в задаче определения динамических параметров очагов землетрясений. Унификация исходных данных и процедуры расчета амплитудных спектров // Вулканология и сейсмология. 1985. № 2. С. 60–70.
- 9. Костров Б. В. Механика очага тектонического землетрясения. М.: Наука, 1975. 179 с.
- 10. Hanks T. C., Kanamori H. A. Moment magnitude scale, J. Geophys. Res. 1979. V. 84. no 35, pp. 2348–2350.
- Пустовитенко Б. Г., Пустовитенко А. А., Капитанова С. А., Поречнова Е. И. Пространственные особенности очаговых параметров землетрясений Крыма // Сейсмичность Северной Евразии. Материалы Международной конференции. Обнинск: ГС РАН, 2008. С. 238–242.
- Пустовитенко Б. Г., Мержей Е. А., Пустовитенко А. А. Динамические параметры очагов землетрясений Крыма по данным цифровых сейсмостанций // Геофизический журнал. № 5. 2013. С. 172–186.
- Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э. Сводные энергетические спектры землетрясений Крыма по записям сейсмической станции «Алушта» // Ученые записки Крымского Федерального Университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. 2018, Том 4 (70), № 4. С. 191–206.
- 14. Ризниченко Ю. В., Сейдузова С. С. Спектрально-временная характеристика сейсмической опасности. М.: Наука, 1984. 180 с.

### SPECTRAL AND DYNAMIC PARAMETERS OF THE FOCI

### **OF 2019 CRIMEAN EARTHQUAKES**

Pustovitenko B. G.<sup>1</sup>, Eredzhepov E. E.<sup>1,2</sup>, Bondar M. N<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>State Autonomous Institution «Crimean Republican Center for Seismic and Landslide Hazard Assessment, Technical Inspection of Construction Facilities»

<sup>2</sup>Institute of seismology and geodynamics FSAEI HE «Of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University», Simferopol, Republic of Crimea, Russia

### E-mail: bpustovitenko@mail.ru

The results of the calculation and analysis of the spectral and dynamic parameters of the sources ( $M_0$ ,  $r_0$ ,  $\Delta\sigma$ ,  $\varepsilon$ ,  $\eta\sigma$ ,  $\Delta\sigma_r$ ,  $\bar{u}$ , Eu  $\mu$  Mw) of 15 Crimean earthquakes in 2019 in the range of energy classes  $K\pi = 5.8-10.0$  are presented. The earthquakes occurred in different regions of the region at epicentral distances from 9 km (ALU station) to 382 km (SUDU station). The dynamic parameters of the earthquake sources were reconstructed from the amplitude spectra of the records of P and S seismic waves recorded by seven digital regional seismic stations. 86 station amplitude spectra were used, which served as the basis for determining the dynamic parameters of the sources using the Brun's theoretical dislocation model.

In most cases, the average values of the dynamic parameters of the 2019 earthquake foci were estimated for several stations and for different types of waves, which mainly



provided a small value of the scattering degree of individual estimates and correspond to long-term dependences on the energy level of earthquakes.

The spectral properties of the foci of 10 earthquakes were also considered from the energy spectra of records at the station «Alushta». Taking into account the energy spectra for 2014, 2015, 2018 [4, 13] and new ones for 2019 preliminary identified 9 groups of earthquakes at close epicentral distances to the station «Alushta». On a qualitative level, had noted a shift of the spectrum maximum (fq max) towards higher frequencies for weak shocks and close epicentral distances. To establish quantitative dependences of the values of the parameters of the energy spectra fq max and  $\delta fq$  on the energy level of earthquakes and the epicentral distance, the available data are still insufficient.

*Keywords:* amplitude spectrum, Brune model, spectral density, angular frequency, seismic moment, dislocation radius, discharged and apparent stresses, displacement along a gap, radiation friction, energy spectrum.

#### References

- Pustovitenko B. G., Kul'chickij V. E. Ob ehnergeticheskoj ocenke zemletryasenij Krymsko-Chernomorskogo regiona (On the energy assessment of earthquakes in the Crimean-Black Sea region). Magnituda i ehnergeticheskaya klassifikaciya zemletryasenij. Moscow, IFZ AN SSSR, 1974, V. 2, pp. 113–125 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Eredzhepov E. E. Ochagovye parametry zemletryasenij Krymsko-Chernomorskogo regiona 2016 goda (Focal parameters of earthquakes of the Crimean-Black Sea region in 2016). Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2017, V. 3(69), no 4, pp. 51–69 (in Russian).
- 3. Pustovitenko B. G., Eredzhepov E. E., Bondar' M. N. Spektral'nye i dinamicheskie parametry ochagov zemletryasenij Kryma 2017 goda (Spectral and dynamic parameters of the centers of Crimea earthquakes in 2017). Uchenye zapiski Krymskogo Federal'nogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2018, V. 4 (70), no 4, pp. 69–83 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Eredzhepov E. E., Bondar' M. N. Spektral'nye i dinamicheskie parametry ochagov zemletryasenij Kryma 2018 goda (Spectral and dynamic parameters of the centers of Crimea earthquakes in 2018). Uchenye zapiski Krymskogo Federal'nogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. V. 5 (71), no 4, 2019, pp. 77–96 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Panteleeva T. A. Spektral'nye i ochagovye parametry zemletryasenij Kryma (Spectral and focal parameters of Crimea earthquakes). Kiev, Naukova dumka Publ, 1990. 251 p. (in Russian).
- Brune I. V. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes // J. Geophys. Res. 1970, V. 75, no 26, pp. 4997–5009.
- 7. Aptekman Zh. Ya., Belavina Yu. F., Zaharova A. I., Zobin V. M., Kogan S. Ya., Korchagina O. A., Moskvina A. G., Polikarpova L. A., Chepkunas L. S. Spektry *P*-voln v zadache opredeleniya dinamicheskih parametrov ochagov zemletryasenij. Perekhod ot stancionnogo spektra k ochagovomu i raschet dinamicheskih parametrov ochaga (*P*-wave spectra in the problem of determining the dynamic parameters of earthquake sources. Transition from the station spectrum to the focal spectrum and calculation of the dynamic parameters of the focal point). Vulkanologiya i sejsmologiya. 1989, no 2, pp. 66–79 (in Russian).
- Aptekman Zh. Ya., Daragan S. K., Dolgopolov V. V., Zaharova A. I., Zobin V. M., Kogan S. Ya., Korchagina O. A., Moskvina A. G., Polikarpova L. A., Chepkunas L. S. Spektry *P*-voln v zadache opredeleniya dinamicheskih parametrov ochagov zemletryasenij. Unifikaciya iskhodnyh dannyh i procedury rascheta amplitudnyh spektrov (*P*-wave spectra in the problem of determining the dynamic parameters of earthquake sources. Unification of input data and procedures for calculating amplitude spectra). Vulkanologiya i sejsmologiya. 1985, no 2, pp. 60–70 (in Russian).

### СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КРЫМА 2019 ГОДА

- 9. Kostrov B. V. Mekhanika ochaga tektonicheskogo zemletryaseniya (The mechanics of the source of a tectonic earthquake). Moscow, Nauka Publ., 1975, 179 p. (in Russian).
- 10. Hanks T. C., Kanamori H. A. Moment magnitude scale, J. Geophys. Res. 1979, V. 84, no 35, pp. 2348–2350.
- Pustovitenko B. G., Pustovitenko A. A., Kapitanova S. A., Porechnova E. I. Prostranstvennye osobennosti ochagovyh parametrov zemletryasenij Kryma (Spatial features of the focal parameters of Crimea earthquakes). Sejsmichnost' Severnoj Evrazii. Materialy Mezhdunarodnoj konferencii. Obninsk, GS RAN, 2008, pp. 238–242 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Merzhej E. A., Pustovitenko A. A. Dinamicheskie parametry ochagov zemletryasenij Kryma po dannym cifrovyh sejsmostancij (The dynamic parameters of the centers of the earthquakes of Crimea according to digital seismic stations). Geofizicheskij zhurnal, 2013, no 5, pp. 172–186 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Eredzhepov E. E. Svodnye energeticheskie spektry zemletryasenij Kryma po zapisyam sejsmicheskoj stancii «Alushta» (Aggregate energy spectra of Crimea earthquakes according to the records of the Alushta seismic station). Uchenye zapiski Krymskogo Federal'nogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2018, V. 4 (70), no 4, pp. 191–206 (in Russian).
- 14. Riznichenko Yu. V., Sejduzova S. S. Spektral'no-vremennaya harakteristika sejsmicheskoj opasnosti (Spectral-temporal characteristics of seismic hazard). Moscow, Nauka Publ., 1984. 180 p. (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.

География. Геология. Том 6 (72). № 4. 2020 г. С. 86–143.

УДК 550.348.096.64

### СЕЙСМИЧНОСТЬ КАРПАТ В 2019 ГОДУ

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

### <sup>1</sup>Институт геофизики имени С. И. Субботина Национальной Академии наук Украины, г. Львов, Украина.

#### E-mail: pronrom@gmail.com

Описаны особенности сейсмичности Карпатского региона в 2019 году. Приведены параметры сейсмометрической аппаратуры на действующих сейсмических станциях. Представлен каталог землетрясений, распределение землетрясений по районам и энергетическим классам, приведена карта эпицентров, таблица и графики выделения сейсмической энергии и количества землетрясений в регионе по месяцам. Дана краткая характеристика сейсмичности отдельных сейсмоактивных районов Карпатского региона. Всего в 2019 году локализовано 51 землетрясение. Наибольшее число землетрясений зарегистрировано в Закарпатье (15) и в горах Вранча (19).

*Ключевые слова:* землетрясение, эпицентр, очаг, сейсмичность, сейсмическая активность, сейсмическая энергетический класс, магнитуда, интенсивность землетрясения, сейсмическая станция, сейсмоактивный район, Карпатский регион, глубинный разлом.

### введение

Карпатский регион разделен на девять сейсмоактивных районов и включает в себя территорию Украины, Молдовы, Румынии, Венгрии, Словакии и др. (в рамках географических координат:  $\phi = 44 \div 51^{\circ}$ ,  $\lambda = 21 \div 30^{\circ}$ ). Сводная обработка и интерпретация происходящих в регионе землетрясений проводится в Отделе сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАНУ (г. Львов) по данным сейсмостанций ИГФ НАНУ и международной сети наблюдений. землетрясений Определение основных параметров Карпатского региона осуществлялось с использованием данных Крымской сети, сейсмических служб Молдовы, Румынии, Венгрии, Словакии и Польши. Комплексная обработка данных проводилась для территории, ограниченной координатами: 44° N-21° E; 51° N-21° E, 51° N–30° E; 44°N–30° E.

#### 1. СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ

В Карпатском регионе в 2019 году, как и в 2018 году, функционировала инструментальных сейсмологическая сеть наблюдений, состояшая ИЗ 21 стационарных сейсмических станций: «Львов» (LVV — Лвв), «Ужгород» (UZH — Ужг), «Межгорье» (MEZ — Мжг), «Косов» (KSV — Кос), «Моршин» (MORS — Мрш), «Тросник» (TRSU — Трс), «Нижнее Селище» (NSLU — Нсл), «Городок» (HORU — Гор), «Черновцы» (CHRU — Чрн), «Берегово» (BERU — Брг), «Брид» (BRIU — Брд), «Мукачево» (MUKU — Мук), «Рахов» (RAK — Рах), «Королево» (KORU — Kop), «Каменец-Подольский» (KMPU — Кмп), (SHIU — Схд), «Старуня» (NDNU — Ндн), «Новоднестровск» «Сходница» (STNU — Стр), «Стужица» (STZU — Стж), «Холмец» (HOLU — Хлм) И «Любешка» (LUBU — Люб), которая была открыта в январе 2019 г. и расположена в 36 км на юго-восток от г. Львова. Кроме того, в регионе работало еще три

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

временных сейсмических станции, установленных в районе Стебницкого калийного комбината (PNT 3 с октября 2017 года, а PNT 4 и PNT 5 с августа 2019 года). Наблюдения на временных станциях велись с 1 августа 2019 года в рамках договорных работ. На всех сейсмических станциях инструментальные наблюдения проводились с использованием цифровой аппаратуры, созданной в Отделе сейсмичности Карпатского региона Института геофизики Национальной академии наук Украины. Основные параметры регистрирующей аппаратуры приведены в таблице 1. Производство и обработка наблюдений на сейсмических станциях проводилась согласно Инструкции [1].

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

### 2. РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

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 даёт возможность регистрировать более слабые землетрясения. Цифровое представление записей позволяет сохранять их непосредственно в базе данных.

При обработке и интерпретации цифровых записей, для более надёжного выделения нечётких или зашумленных сейсмических фаз, используется полосовой фильтр Баттерворта ( $0.5-15 \Gamma u$ ). Выбор параметров фильтра зависит от качества (соотношение сигнал-шум) и спектральной характеристики изучаемого сигнала.

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

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, Румынии, Словакии, Польши и Венгрии.

При комплексной обработке землетрясений на станциях определялись энергетические параметры зарегистрированных сейсмических событий.

# СЕЙСМИЧНОСТЬ КАРПАТ В 2019 ГОДУ

Таблица 1.

### Аппаратура и технические характеристики цифровых сейсмических станций в 2019 году

	Harran		Коор,	цинаты		Аппар	атура	
No	пазвание	Н,			Тип	Динамиче-	Частот-	Чувствит.
512	открытия)	$\mathcal{M}$	φ <sup>0</sup> , N	λ <sup>0</sup> , Ε	аппарату-	ский	ный	отсчет
	0111111111				ры	диапазон	диапазон	(мкм/сек)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Львов	320	49,820	24.031	DAS-04,	120	0.02-15	$1.47*10^{-9}$
	LVV (1899)				СД-1	1.10	0.00.40	0.0140.0
					Guralp	140	0.03-12	0.8*10-9
2	Man	260	40.127	22.000	CMG-401	120	0.2.15	
2	моршин моря (1078)	260	49.157	23.898	DAS-05 CM3	120	0.2-15	_
3	WORS (1976)	160	18 629	22 201		120	0.2-15	1.05*10-9
5	УЖГОРОД UZH (1934)	100	40.027	22.271	СКЛ	120	0.2-15	1.05 10
4	Межторье	460	48 514	23 514	DAS-05	120	0.02-15	9.6*10-10
	MEZ (1961)	100	10.511	20.011	СКЛ	120	0.02 15	2.0 10
5	Тросник	120	48.095	22.957	DAS-05	120	0.2-15	2.05*10-10
	TRSU (1987)				СМ-3КВ			
6	Нижнее Селище	250	48.198	23.457	DAS-05	120	0.2-15	_
	NSLU (1987)				СМ-3КВ			
7	Рахов	460	48.036	24.173	DAS-04	120	0.02-15	4.98*10 <sup>-10</sup>
	RAK (1956)				СКД			10
8	Косов	450	48.314	25.065	DAS-04	120	0.02-15	$6.64*10^{-10}$
	KSV (1961)		10.000		СКД	100	0.00.45	1.07.110.0
9	Черновцы	300	48.298	25.922	DAS-05	120	0.02-15	1.2/*10-9
10	CHRU (1907)	240	40.014	26.426	СКД	120	0.2.15	
10		340	49.214	20.420	DAS-05 CM 3	120	0.2-15	_
11	Кородево	160	48 157	23 134		120	0.2-15	1.05*10-10
11	KORU (1998)	100	40.157	23.134	CM-3KB	120	0.2-15	1.05 10
12	Мукачево	125	48.454	22.687	DAS-05	120	0.2-15	1.17*10-10
	MUKU (1999)	120			СМ-ЗКВ		012 10	1117 10
13	Берегово	160	48.234	22.646	DAS-05	120	0.2-15	-
	BERU (2000)				CM-3			
14	Брид	180	48.338	23.020	DAS-05	120	0.2-15	1.85*10 <sup>-10</sup>
	BRIU (2000)				СМ-3КВ			
15	Каменец-	121	48.563	26.460	DAS-05	120	0.02-15	-
	Подольский				СКД			
16	KMPU (2005)	2.42	49.505	27.266	DAG 04	120	0.2.15	2.04*10-10
10	Новоднестровск	242	48.595	27.366	DAS-04 CM 2VP	120	0.2-15	3.04*10 10
17	Cyonuuna	600	40.225	23 350		120	0.2.15	6.08*10-10
17	Сходница SHIU (2006)	000	49.225	23.339	CM-3	120	0.2-15	0.98 10
18	CTADVHS STNU	391	48 710	24 502	DAS-05	120	0.2-15	_
10	(2007)	071		2.110.02	CM-3		012 10	
19	Стужица STZU	385	49.016	22.623	DAS-05	120	0.2-15	1.84*10-10
	(2011)				СМ-3КВ			
20	Холмец	134	48.527	22.384	DAS-05	120	0.2-15	_
	HOLU (2014)				СМ-ЗКВ			

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

						11004	цолжение	таолицы т.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	Любешка	355	49.599	24.378	DAS-05	120	0.03-12	1.84*10-10
	LUBU (2019)				СМ-3КВ			
22	PNT3 (2017)	334	49.293	23.527	DAS-05	120	0.03-12	1.84*10 <sup>-10</sup>
	(временная)				СМ-3КВ			
23	PNT4 (2019)	340	49.296	23.506	DAS-05	120	0.03-12	1.84*10-10
	(временная)				СМ-3КВ			
24	PNT5 (2019)	341	49.313	23.514	DAS-05	120	0.03-12	1.84*10 <sup>-10</sup>
	(временная)				СМ-3КВ			

Продолжение таблицы 1.

На всех сейсмических станциях регистрация событий проводилась по всем трем компонентам: N-S; E-W; Z.

Для местных землетрясений энергетический класс (*K*<sub>P</sub>) определялся по номограмме Раутиан [2], а локальная магнитуда по Рихтеру:

$$ML = \lg (A_{Z max}) - \lg (A_0)$$

Для землетрясений района Вранча магнитуда определялась по поперечной волне по формуле из [1]

$$MSH = \lg A_{\rm S} + 1.32 \cdot \lg (\Delta, \kappa M) + 0.8$$

и рассчитаного энергетического класса по уравнению Т. Г. Раутиан [3]

$$K_{\rm P} = 1.8 \cdot MSH + 4.0.$$

На всех сейсмостанциях в качестве энергетических параметров сейсмических событий определялись магнитуда по длительности (D) записи с использованием формулы А. С. Маламуда из [4]:

$$MD = 2.67 \cdot \lg(D, Muh) + 1.65$$

и рассчитанный энергетический класс *КD* по формуле Т. Г. Раутиан из [3]:

$$KD = 1.8 \cdot MD + 4.0.$$

Вся территория Карпатского региона разделена на девять сейсмоактивных районов. Комплексная обработка данных проводилась для территории, ограниченной координатами:  $44^{\circ} N - 21^{\circ} E$ ;  $51^{\circ} N - 21^{\circ} E$ ,  $51^{\circ} N - 30^{\circ} E$ ;  $44^{\circ} N - 30^{\circ} E$ . Контуры сейсмоактивных районов и их номера показаны на карте эпицентров землетрясений (рис. 1).

Основные параметры землетрясений определялись с помощью программы НҮРО [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. Программа выполняет расчёт координат, времени возникновения землетрясения и оценку точности результата, как среднеквадратическое отклонение по координатам эпицентра и времени в очаге. Учитывая особенности распространения сейсмических волн в Карпатском регионе для определения основных параметров землетрясений Северо-Западного района

(№ 1) использовался региональный Карпатский годограф [6, 7], а для очагов зоны Вранча (№ 2) и районов № 5, 7 использовался годограф Джеффриса-Буллена [8].

Всего в 2019 году сейсмическими станциями Карпатского региона Украины зарегистрировано 51 землетрясение энергетического класса  $K_P = 5.5 \div 11.4$ . Для всех событий определены основные параметры. На карте (рис. 1) изображены эпицентры землетрясений, которые зарегистрированы в сейсмоактивных районах Карпатского региона. Результаты обработки сейсмических событий представлены в Каталоге и Подробных данных о землетрясениях Карпатского региона за 2019 год (см. таблицы 3 и 4).

Суммарная сейсмическая энергия в Северо-Западном районе (№ 1) составила  $\Sigma E = 2.98 \cdot 10^8 \mathcal{Д} \mathscr{R}$ , что немного ниже уровня выделившейся энергии в 2018 году  $\Sigma E = 7.99 \cdot 10^8 \mathcal{Д} \mathscr{R}$  [9]. Сейсмическая энергия, которая выделилась в Закарпатье, составляет  $\Sigma E = 2.54 \cdot 10^8 \mathcal{Д} \mathscr{R}$ , а в Предкарпатье —  $\Sigma E = 2.28 \cdot 10^7 \mathcal{Д} \mathscr{R}$ .

В районах № 3, 4, 7 землетрясений не зафиксировано.

Характер активности сейсмических процессов в регионе на протяжении года, по месяцам, в виде диаграмм представлен на рисунках 2 и 3. Наибольшее число землетрясений произошло в августе — 11, а наименьшее в октябре — всего одно. Также сильная активность наблюдалась в мае. В этом месяце произошло 9 землетрясений. Сейсмичность Северо-Западного района (№ 1) в 2019 г. представлена 27 событиями. В январе и июне в этом сейсмическом районе не зарегистрировано ни одного землетрясения. В районе Вранча (№ 2) зафиксировано 19 событий. Особенно активным район был в августе и мае. В феврале, марте, октябре и декабре здесь землетрясений не произошло.

<u>Район № 1. Северо-Западный.</u> В данном сейсмоактивном районе зарегистрировано 27 землетрясений энергетического класса  $K = 4.5 \div 7.8$ , суммарная сейсмическая энергия которых составляет  $\Sigma E = 2.98 \cdot 10^8 Д \mathscr{R}$ .

а) Предкарпатье. На протяжении года во Львовской области отмечено 10 событий энергетического класса  $KD = 4.5 \div 7.2$ , суммарная сейсмическая энергия которых составляет  $\Sigma E = 2.28 \cdot 10^7 Дж$ . Все очаги землетрясений, как и в прошлые годы, расположены в земной коре на глубинах h от 0.4 до 2  $\kappa m$ . Вблизи г. Дрогобич произошло 4 события: 09.08, 16.08, 23.08, 22.12; вблизи г. Стебник — 4 события: 07.03, 27.07, 09.08, 21.08 и вблизи г. Трускавец — 2 события: 12.09 и 23.12.

б) В Закарпатье в этом году отмечено 15 землетрясений энергетического класса  $K_P = 5.5 \div 7.8$ . Их суммарная сейсмическая энергия составляет  $\Sigma E = 2.54 \cdot 10^8 \square \mathcal{R} \mathcal{K}$  и остается практически на том же уровне что и в 2018 г. ( $\Sigma E = 2.46 \cdot 10^8 \square \mathcal{R} \mathcal{K}$ ) [9]. Очаги землетрясений находятся на глубинах  $h = 0.6 \div 8.0 \ \kappa M$ .

Эпицентры землетрясений расположены в пределах ранее выделенных сейсмоактивных зон и приурочены к Закарпатскому и Припаннонскому глубинным

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

разломам, расположенным вдоль вулканического хребта. Шесть землетрясений зарегистрированы в районе с. Нижнее Селище: 18.08, 15.05, 30.05, 23.07, 20.08, 28.09. Три очага зафиксированы в районе с. Брид: 04.02, 09.02 и 06.07. Еще одно землетрясение зарегистрировано возле с. Угля 07.11 с  $K_P$  = 7.3.



Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Карпат за 2019 год. 1 — энергетический класс; 2 — глубина очага, км; 3 — сейсмическая станция; 4 — количество землетрясений с одинаковым эпицентром; 5 — границы сейсмоактивных районов: (1) — Северо-Западный; (2) — Вранча; (3) — Южные Карпаты; (4) — Банат; (5) — Буковина; (6) — Кришана; (7) — Трансильвания; (8) — Бакэу, (9) — Северо-Восточный.

В пределах Закарпатской низменности зафиксировано 2 события вблизи г. Берегово — 10.04 с  $K_P$ =5.5 и 28.04 с  $K_P$ =6.2; одно — возле с. Королево 19.03 с  $K_P$ =5.8 и еще 2 землетрясения произошло вблизи г. Ужгород: 26.02 с  $K_P$ =5.8 и 05.09 с  $K_P$ =6.3.



Рис. 2. Распределение количества землетрясений (1) и логарифма выделенной энергии (2) в регионе по месяцам за 2018 год.



Рис. 3. Распределение логарифма выделенной энергии по месяцам за 2018 год в Северо-Западном районе (№ 1) и в районе Вранча (№ 2).

В Северная часть Румынии (Мармарошский массив) представлена двумя землетрясениями с суммарной энергией  $\Sigma E = 2.12 \cdot 10^7 Д \mathscr{R}$ . События зарегистрированы 03.10 с  $K_{\rm P} = 7.3$  и 26.11 с  $K_{\rm P} = 6.1$ . Их очаги расположены на глубине  $h = 6 \ \kappa M$ .

Таблица 2.

	Район					Kj	)					К-во	ΣЕ,Дж
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	з-ний	
1	Северо-Западный											27	$2.98*10^{8}$
	а) Предкарпатье		6	2	2							10	$2.28*10^{7}$
	б) Закарпатье			7	5	3						15	$2.54*10^{8}$
	в) Румыния, Мармарош			1	1							2	2.12*10 <sup>7</sup>
2	Вранча											19	8.09*1011
	а) горы Вранча						8	8	3			19	8.09*1011
5	Буковина											2	1.71*10 <sup>7</sup>
	а) Покутье				1							1	$1,58*10^{7}$
	б) Подолье			1								1	$1.26*10^{6}$
6	Румыния, Кришана								1			1	$1.00*10^{11}$
8	Бакэу							1				1	3.98*10 <sup>8</sup>
9	Северо- Восточный						1					1	7.94*10 <sup>8</sup>
	Всего:											51	9.15*10 <sup>11</sup>

# Распределение землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия по районам

### <u>Район № 2. Вранча.</u>

Сетью сейсмических станций Карпатского региона Украины здесь зарегистрировано 19 землетрясений с  $K_P = 8.5 \div 11.4$ , суммарная сейсмическая энергия которых составляет  $\Sigma E = 8.09 \cdot 10^{11} Д ж$ . При определении координат очагов этих землетрясений были учтены данные сейсмических станций Румынии, Словакии, Венгрии, Польши, Болгарии, Молдовы и Крыма. Землетрясения зоны Вранча проявляются на большой территории. Юго-Западная часть Украины попадает также под непосредственное влияние зоны Вранча. В этом году было зарегистрировано одно сильное землетрясение, которое ощущалось населением на территории Румынии, Болгарии, Молдовы и Украины.

а) горы Вранча — всего отмечено 19 землетрясений. Их выделившаяся суммарная энергия составляет  $\Sigma E = 8.09 \cdot 10^{11} Д ж$ . Очаги землетрясений сосредоточены в горном массиве Вранча на глубине  $h = 70-160 \ \kappa M$ . Эпицентры землетрясений сориентированы по линии с северо-востока на юго-запад.

Наиболее сильное колебание земной коры зафиксировано 3 сентября в 11 час 52 мин с энергетическим классом  $K_P = 11.4$  и магнитудой MSH = 4.1 на глубине h = 128 км. Эпицентральная зона подверглась сотрясениям с интенсивностью 4 балла по шкале MSK-64 [10]. Землетрясение ощущалось населением на территории Румынии, Болгарии, на юге Украины в Одесской области

(г. Измаил), в Молдове (г. Кишинев) с интенсивностью I=3 балла. Еще семь сильных колебаний земной коры зафиксировано на протяжение года: 09.01 с  $K_P = 10.9$ , 22.05 с  $K_P = 10.2$ , 22.06 с  $K_P = 10.2$ , 05.08 с  $K_P = 10.3$ , 30.08 с  $K_P = 10.0$ , 07.09 с  $K_P = 10.9$  и 19.09 с  $K_P = 10.3$ . Магнитуда этих землетрясений *MSH* колеблется в пределах от 3.3 до 3.7. Их эпицентральная зона подверглась сотрясениям с интенсивностью около 2 баллов.

### Район № 5. Буковина.

В данном районе произошло 2 слабых землетрясения с суммарной энергией  $\Sigma E = 1.71 \cdot 10^7 Д \mathscr{R}$ . Очаги землетрясений расположены в земной коре. В этом году наблюдается снижение сейсмической активности на территории, прилегающей к реке Днестр в Черновицкой и Хмельницкой областях.

а) Покутье-Буковина. Зарегистрировано одно землетрясение 25 января в 05 час 43 мин вблизи с. Новоселица Черновецкой области с  $K_P = 7.2$   $(E = 1.58 \cdot 10^7 Дж)$  и магнитудой MSH = 1.5 на глубине  $h = 5 \kappa M$ .

б) Подолье-Буковина. Здесь зафиксировано тоже одно землетрясение 16 мая в 22 час 45 мин возле с. Куражин Хмельницкой области с KD = 6.1 и магнитудой ML = 1.1 на глубине  $h = 2 \kappa M$ .

### Район № 6. Кришана.

В этом районе возникло одно событие 01.05 в 06 *час* 00 *мин* с  $K_P = 10.8$  и глубиной очага h = 9.3 *км*. При определении координат землетрясения были использованы данные 40 сейсмических станций.

### Район № 8. Бакэу.

В 2019 году здесь зарегистрировано одно землетрясение 25 декабря с энергетическим классом  $K_P = 9.6$  и магнитудой MSH = 2.6. Эпицентр находится в сейсмоактивном районе плато Бырлад, расположенного в восточной Румынии. При определении координат очага землетрясения учтены данные сейсмических станций Карпатского региона Украины, Румынии и Молдовы. Очаг землетрясения расположен в земной коре на глубине  $h = 2.0 \ \kappa M$ .

### <u>Район № 9. Северо-Восточный.</u>

За инструментальный период наблюдений в данном районе землетрясения не регистрировались. В этом году 3 декабря в 21 *час* 25 *мин* произошло землетрясение, эпицентр которого расположен в Бродивском районе Львовской области возле с. Велин в 72 *км* на северо-восток от г. Львова. Энергетический класс данного землетрясения составляет  $K_P = 8.9$ , а его очаг находится в земной коре на глубине  $h = 4.3 \ \kappa m$ . При определении координат землетрясения использованы данные 21 сейсмической станции. Никто из жителей близлежащих населенных пунктов толчков не ощущал.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сетью сейсмических станций Карпатского региона 2019 В году зарегистрировано 51 землетрясение В диапазоне энергетического уровня  $K_{\rm P} = 5.5 \div 11.4.$ Выделившаяся суммарная энергия сейсмическая составила

 $\Sigma E = 9.15 \cdot 10^{11} Дж$ , что ниже уровня предыдущего 2018 года почти на два порядка ( $\Sigma E = 4.11 \cdot 10^{13} Дж$ ).

В Закарпатье было зарегистрировано 15 землетрясений энергетического класса  $K_P = 5.5 \div 7.8$ . Их суммарная сейсмическая энергия составляет  $\Sigma E = 2.54 \cdot 10^8 Дж$ . Очаги землетрясений находились в верхней части земной коры на глубинах  $h = 0.6 \div 8.0 \ \kappa m$ . В горах Вранча зарегистрировано 19 землетрясений энергетического класса  $K_P = 8.5 \div 11.4$ , суммарная сейсмическая энергия которых составляет  $\Sigma E = 8.09 \cdot 10^{11} Дж$ . Очаги вранчевских землетрясений сосредоточены на глубине  $h = 70-160 \ \kappa m$ . Наибольшая активность в районе Вранча наблюдалась в сентябре.

Таблица 3

В	Время возникновени землетрясения			ия	К	оорд пипе	инаты		Глуби	ина га			М	агниту,	да	на	
месяц	число	час	ним	c	$\delta t_{ m o,c}$	٥	δφ, κνι	°%	$\Delta \lambda, \kappa M$	h, км	д <i>h, к</i> м	$K_{ m p}/n$	KD/n	HSM	TW	MD	№ райо
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	9	11	36	2.5	0.2	45.60	1.7	26.62	1.7	142.7	1.6	10.9/10	10.4/17	3.7/10		3.6/17	2
	25	5	43	30.9	0.5	48.22	2.7	26.43	1.8	5.0		7.2/2	6.7/4	1.5/2	1.8/2	1.5/4	5
2	4	3	7	48.8	0.3	48.36	2.7	22.99	1.7	5.0		5.5/2	5.3/2	0.6/3	0.7/3	0.7/2	1
	9	23	45	12.2	0.1	48.24	0.7	22.96	0.7	5.0		6.8/8	6.6/9	1.4/8	1.5/8	1.5/9	1
	26	18	3	21.9	0.1	48.58	0.8	22.49	0.6	3.0		5.8/2	5.6/4	0.7/2	0.9/2	0.9/4	1
3	7	1	33	45.3	0.6	49.29	3.8	23.63	2.8	2.0			7.2/5		1.5/2	1.8/5	1
	19	4	36	50.8	0.2	48.16	1.9	23.21	0.8	0.6		5.8/3	5.9/3	1.0/3	1.1/3	1.1/3	1
4	10	19	51	7.2	0.6	48.26	2.2	22.62	3.0	2.4		5.5/2	5.7/2	0.7/2	1.0/2	1.0/2	1
	12	5	25	13.5	0.1	45.50	1.1	26.33	1.0	131.0		9.1/2	10.9/8	3.0/3		3.8/8	2
	18	8	55	20.5	0.3	48.14	1.4	23.43	0.9	2.9	0.9	7.4/3	7.5/8	1.9/4	1.9/6	2.0/8	1
	28	5	52	30.8		48.27	0.3	22.72	0.3	2.0		6.2/2	5.8/3	0.8/2	1.0/2	1.0/3	1
5	1	6	0	6.1	0.1	47.16	0.4	23.00	0.6	9.3	1.2	10.8/14	11.0/19	3.2/14		3.9/19	6
	10	4	36	55.7	0.1	45.50	1.0	26.29	1.0	116.0		8.6/2	8.6/3	2.1/2		2.5/3	2
	15	9	46	48.7	0.2	48.12	1.0	23.44	0.7	3.4	0.8	7.2/4	7.5/8	1.6/4	1.8/7	1.9/8	1
	16	22	45	3.8	0.3	48.65	1.2	27.30	2.2	2.0	2.4		6.1/2		1.1/1	1.2/2	5
	18	19	23	53.4	0.1	45.68	0.7	26.65	0.8	118.9	1.0	8.7/15	10.4/19	3.2/15		3.5/19	2
	22	19	41	46.0	0.1	45.56	0.8	26.34	0.9	146.0		10.2/3	10.8/10	3.2/3		3.8/10	2
_	26	18	40	7.3	0.1	45.73	0.6	26.62	0.7	149.2	0.6	9.8/14	10.3/18	3.3/14		3.5/18	2
	28	15	29	15.0	0.1	45.82	1.0	26.73	0.9	72.5	0.9	9.3/6	9.6/7	3.1/6		3.1/7	2
_	30	9	33	9.7	0.2	48.11	0.9	23.46	0.9	2.0		7.7/6	7.5/7	1.8/6	1.8/7	1.9/7	1
6	21	4	57	16.2	0.1	45.60	1.3	26.43	1.2	145.0		9.4/3	9.6/5	2.8/3		3.1/5	2
	22	0	19	34.0	0.1	45.51	0.7	26.30	0.8	132.0		10.2/4	10.6/17	3.2/4		3.7/17	2
7	6	0	38	20.1	0.2	48.41	1.3	23.02	1.1	6.9	2.1	6.1/6	6.0/7	0.9/6	1.1/7	1.1/7	1
	19	20	44	51.6	0.1	45.56	0.9	26.35	0.6	151.0		8.5/3	8.4/8	2.2/1		2.4/8	2

Каталог и подробные данные о землетрясениях Карпатского региона за 2019 г.

													Про,	долже	ние та	аблиці	ы 3.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	23	23	1	12.9	0.2	48.29	1.0	23.76	0.7	2.0		6.6/2	6.2/3	1.1/2	1.2/3	1.2/3	1
	27	21	2	59.6	0.2	49.31	1.1	23.54	0.8	1.0			5.7/3			1.0/3	1
8	5	21	5	7.8	0.1	45.82	0.6	26.69	0.6	75.8	0.5	10.3/18	10.8/25	3.7/16		3.8/25	2
	6	2	23	30.0	0.1	45.55	0.6	26.39	0.6	117.3	0.9	9.2/7	9.5/9	3.1/3		3.1/9	2
	7	14	46	39.2	0.2	45.65	1.3	26.51	1.5	121.0		9.6/7	10.5/14	3.3/4		3.6/14	2
	9	19	51	40.3	0.4	49.29	3.0	23.57	1.6	1.0			5.8/3			1.0/3	1
	9	22	17	4.0	0.2	49.47	0.6	23.53	0.4	2.7	0.4		6.1/1			1.1/1	1
	14	17	17	43.1	0.3	45.66		26.56		138.0		9.0/4	9.7/15	2.9/4		3.2/15	2
	16	10	11	10.3	0.7	49.38	2.9	23.54	2.0	2.0			6.6/4		1.3/1	1.4/4	1
	20	9	5	15.0	0.2	48.20	2.0	23.57	1.0	3.0		7.8/4	7.4/7	1.7/4	1.7/7	1.9/7	1
	21	7	37	11.1	0.7	49.29	3.3	23.55	2.0	2.0			5.3/2		0.6/1	0.7/2	1
	23	13	20	54.5	0.2	49.40	0.8	23.52	0.6	0.4	0.8		5.3/3		1.2/1	0.7/3	1
	30	7	0	3.9	0.1	45.68	0.8	26.59	0.8	140.9	0.8	10.0/8	10.2/8	3.3/7		3.4/8	2
9	3	11	52	52.4	0.1	45.50	0.6	26.33	0.7	128.0	0.8	11.4/16	11.4/23	4.1/16		4.1/23	2
	5	21	51	12.6	0.1	48.55	0.8	22.38	1.0	8.0	0.9		6.3/7		0.9/6	1.3/7	1
	7	23	22	1.1	0.1	45.43	0.9	26.20	1.1	136.0		10.9/6	10.9/10	3.4/6		3.8/10	2
	12	21	11	33.5	0.2	49.28	1.6	23.53	0.8	1.4	1.7		4.5/3			0.3/3	1
	19	23	11	12.3	0.1	45.69	0.9	26.60	0.9	137.8	1.0	10.3/5	10.6/18	3.5/5		3.7/18	2
	28	12	43	25.8	0.1	48.31	0.7	23.65	0.6	4.0		7.8/7	7.5/13	1.7/7	1.8/9	2.0/13	1
10	3	18	3	41.6	0.4	47.85	1.8	23.31	0.9	6.0		7.3/3	6.8/3	1.4/3	1.4/3	1.5/3	1
11	7	11	54	56.5	0.2	48.16	1.2	23.69	0.7	3.1	1.1	7.3/2	6.7/5	1.5/2	1.5/4	1.5/5	1
	10	11	53	57.8	0.1	45.57	0.8	26.35	0.8	154.0	0.9	9.7/3	9.6/12	2.8/3		3.1/12	2
	26	23	51	2.9	0.3	48.00	1.1	23.14	0.9	6.0		6.1/4	6.1/5	1.0/4	1.2/5	1.2/5	1
12	3	21	25	49.1	0.2	50.06	1.3	24.96	0.5	4.3	0.1	8.9/5	8.3/15	2.4/5	2.3/3	2.4/15	9
	22	2	41	20.7	0.2	49.36	0.7	23.51	0.7	2.0			5.1/4			0.6/4	1
	23	18	8	38.7	0.1	49.29	0.6	23.52	0.2	1.1	0.7		4.8/3			0.4/3	1
	25	5	5	54.8	0.1	46.80	0.4	27.46	0.5	2.0		9.6/9	9.6/19	2.6/10		3.1/19	8

03.09–114 52 мин ощущалось в Румынии (район Вранча) с интенсивностью  $I_k = 4$  балла, в Украине (Одесская обл., г. Измаил), в Молдове (г. Кишинев) с интенсивностью  $I_k = 3$  балла. Составители: Прокопишин В. И.<sup>1</sup>, Стецькив А. Т.<sup>1</sup>, Нищименко И. М.<sup>1</sup>, Келеман И. Н.<sup>1</sup>, Гаранджа И. А.<sup>1</sup>, Добротвир Х. В.<sup>1</sup>, Вербицкая О. Я.<sup>1</sup>, Давыдяк О. Д.<sup>1</sup>, Герасименюк Г. А.<sup>1</sup>, Гандарова Г. З.<sup>1</sup>, Кикеля Л. М.<sup>1</sup>, Вербицкая О. С.<sup>1</sup>, Олийнык Г. И.<sup>1</sup>, Симонова Н. А.<sup>2</sup> <sup>1</sup>Институт геофизики имени С.И.Субботина Национальной Академии наук Украины, г. Львов, Украина

<sup>2</sup>Институт геологии и сейсмологии Академии Наук Молдовы, г. Кишинев, Молдова

Таблица 4.

Стан-	Δ,	Фаза	F	Зрем	я	<i>T</i> ,c	1	А,мкм		Кр	KD	D,c		Магн	итуда	
ция	КМ		Ч	М	с		N-S	E- $W$	Ζ				MSH	ML	MPV	MD
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
						<u>№</u> 1	. 9 янв	аря. К	арпа	ты, Вр	анча.					
				0=1	11ч 3	6мин	2.5c; q	o=45.6℃	N; λ=	=26.62°	E; h=1	42.7	км;			
		1	- 1	MD=	=3.6(	17); 1	Кр=10.	9(10); 1	KD=1	10.5(17)	); MSH	=3.7(	(10);			
MILM	224	-iP	11	36	38.2						9.9	220				3.3
		Pm	11	36	38.5	0.90			0.59	11.5						
		eS	11	37	2.8											
		Sm	11	37	3.7	1.12	3.80	3.30					4.4			
KIS	230	-iP	11	36	39.0						11.6	240				4.2
		Pm	11	36	39.2	0.17			0.88	11.5						
		iS	11	37	4.7											
		Sm	11	37	5.2	0.20	2.60	3.30					4.2			
KSV	324	eP	11	36	49.7						10.4	307				3.5
		Pm	11	36	55.0	0.70			0.02	10.3						
		eS	11	37	25.6											
		Sm	11	37	28.3	0.30	0.04	0.50					3.8			
RAKU	328	eP	11	36	49.3						10.3	298				3.5
		Pm	11	36	53.0	0.60			0.02	10.0						
		eS	11	37	25.0											
		Sm	11	37	32.4	0.90	0.05	0.20					3.5			
KMPU	330	eP	11	36	49.9						10.2	287				3.5
		eS	11	37	24.5											
NDNU	338	+iP	11	36	50.8						10.3	291				3.5
		Pm	11	36	51.0	0.20			0.70	10.6						
		eS	11	37	24.8											
		Sm	11	37	27.7	0.40	0.10	0.20					3.5			
NSLU	376	eP	11	36	55.7						10.4	314				3.6
KORU	388	eP	11	36	57.1						10.2	281				3.4
BERU	420	eP	11	37	0.2						10.1	274				3.4
MUKU	435	eP	11	37	2.8						10.4	314				3.6
MORS	443	eP	11	37	4.4						10.3	293				3.5
HOLU	457	eP	11	37	5.1						10.2	287				3.5
STZU	485	eP	11	37	9.2						10.5	324				3.6
SEV	567	-iP	11	37	18.2						10.8	225				3.8
		Pm	11	37	18.4	0.36			0.04	10.6						

Подробные данные о Карпатских землетрясениях в 2019 г.

# СЕЙСМИЧНОСТЬ КАРПАТ В 2019 ГОДУ

												Пp	одолу	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		eS	11	38	15.0											
		Sm	11	38	17.3	0.54	0.04	0.04					3.6			
SIM	591	eP	11	37	20.7						10.7	200				3.7
		Pm	11	37	23.8	0.59			0.09	11.4						
		eS	11	38	19.7											
		Sm	11	38	25.9	0.32		0.03					3.6			
YAL	605	eP	11	37	22.7						10.3	160				3.5
		Pm	11	37	22.8	0.37			0.03	10.2						
		eS	11	38	23.5											
		Sm	11	38	27.9	0.40		0.04					3.5			
ALU	619	-iP	11	37	23.6						10.5	173				3.6
		Pm	11	37	24.0	0.50			0.04	10.7						
		eS	11	38	26.4											
		Sm	11	38	27.8	0.39		0.02					3.3			
SUDU	661	-iP	11	37	28.1											
		Pm	11	37	29.9	0.59			0.10	11.8						
		eS	11	38	34.5											
		Sm	11	38	36.6	0.70	0.13	0.05					3.9			
				<u>№</u> 2	. 25 s	нвај	эя. Чер	новец	кая о	бл, р-н	с.Нов	осели	ица.			
				0=	=5ч 4	13мин	ı 30.9c;	φ=48.2	22°N;	λ=26.4	43°E; h	=5 кл	и;			
			M	D=1.	.5(4),	: <i>Kp</i> =	7.2(2);	KD=6.	7(4);	ML=1.	.8(2); M	SH=	1.5(2);			
KMPU	39	eP	5	43	39.2						6.9	57				1.6
		iS	5	43	44.0											
NDNU	81	-iP	5	43	46.1						6.1	39				1.2
		Pm	5	43	46.4	0.20			0.10	7.1						
		m	5	43	46.5	0.30			0.06					1.7		
		eS	5	43	55.6											
		Sm	5	43	56.6	0.10	0.03	0.05					1.3			
KSV	102	eP	5	43	49.3						6.9	58				1.6
		Pm	5	43	52.4	0.20			0.02	7.3						
		eS	5	44	1.4											
		Sm	5	44	2.5	0.30	0.05	0.10					1.7			
		m	5	44	6.3	0.20			0.08					1.9		
STNU	153	eP	5	43	57.2						6.9	57				1.6
		eS	5	44	15.2											
					№	3.4	феврал	ія. Зак	арпа	<b>гье, р-</b>	н г.Бри	ц.				
				0	=34	7 <u>мин</u>	48.8c;	φ=48.3	6°N;	$\lambda = 22.9$	9°E; h=	=5 км	;			
			M	D=0	.7(2),	: Kp=	5.5(2);	KD=5.	3(2);	ML=0.	7(3); M	SH=	0.6(3);			

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А	. Т.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

·												Пŗ	одолж	кение	таблі	ацы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
BRIU	3.1	iPg	3	7	49.6						5.3	27				0.7
		Pm	3	7	49.9	0.10			0.02	5.4						
		iSg	3	7	51.2											
		m	3	7	51.3	0.13			0.25					0.9		
		Sm	3	7	51.5	0.42	1.00	0.00					0.6			
MUKU	25	iPg	3	7	53.6						5.3	27				0.7
		Pm	3	7	54.6	1.00			0.00	5.5						
		iSg	3	7	57.8											
		m	3	7	58.2	0.30			0.02					0.6		
		Sm	3	8	0.4	0.80	0.06	0.01					0.6			
BERU	29	eSg	3	7	57.7											
TRSU	29	iSg	3	7	58.7											
NSLU	39	iSg	3	8	1.0											
		Sm	3	8	2.8	0.80	0.02	0.01					0.5			
		m	3	8	8.3	0.90			0.01					0.5		
					.No	4.9	феврал	ія. Зак	аппа	тье, р-	н г.Бри	п.				
				0=	= 23u	45 MU	н 12 2с	$: \omega = 48$	24°N	$\lambda = 22$	96°E · h	$n=5 \kappa$	м.			
			м	<u>י</u>	5(0)	. V	6 0(0).	νD_6	<u> </u>	<u>, n 22.</u> MI – 1	5(9). M	1011_	1 1(9).			
<b>BDII</b> I	11	ιiDα	23	D-1. 45	1/9),	кρ_	0.0(0),	KD=0.	0(9),	WIL-I.	5(8), M	<u>л</u> ло	1.4(0);			1.4
DKIU	11	+IF g	23	45	14.0	0.20			0.20	6.4	0.0	49				1.4
		e Sa	23	43	15.0	0.20			0.20	0.4						
		esg	23	43	10.0	0.20	0.80	0.01					1 2			
		SIII	23	43	10.0	0.20	0.80	0.01	0.20				1.5	1.5		
VODU	16	m LiDa	23	45	18.2	0.20			0.30		6.6	51		1.5		1.5
KUKU	10	+IPg Dm	23	43	15.5	0.20			0.40	67	0.0	51				1.3
		Pm	23	45	13.0	0.30			0.40	0.7						
		esg	23	45	18.3	0.20	0.20	0.40					1.2			
		Sm	23	45	18.5	0.30	0.20	0.40	0.40				1.2	17		
TDOU	17	m 'D	23	45	18.7	0.30			0.40			50		1./		1.4
IKSU	1/	-1Pg	23	45	15.5	0.10			0.20	( )	0.0	50				1.4
		Pm	23	45	15.6	0.10			0.30	6.9						
		15g	23	45	18.4	0.10	0.00	0.00					1.0			
		Sm	23	45	18.6	0.10	0.60	0.80	0.00				1.6	1.0		
DEDU		m :D.	23	45	18./	0.20			0.60			40		1.9		1.4
BERU	23	-1Pg	23	45	16.5	0.10			0.05		6.6	49				1.4
		Pm	23	45	18.5	0.10			0.05	6.8						$\left  - \right $
		eSg	23	45	19.3	0.00	0.00	0.07								
		Sm	23	45	19.9	0.20	0.30	0.08					1.3			
		m	23	45	20.1	0.20			0.10					1.3		

# СЕЙСМИЧНОСТЬ КАРПАТ В 2019 ГОДУ

												Пŗ	одолх	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
MUKU	31	-iPg	23	45	18.3						6.6	50				1.4
		Pm	23	45	20.0	0.20			0.07	6.8						
		m	23	45	20.1	0.20			0.10					1.4		
		eSg	23	45	22.9											
		Sm	23	45	23.3	0.20	0.02	0.20					1.3			
NSLU	37	ePg	23	45	19.1						6.6	52				1.5
		Pm	23	45	19.7	0.10			0.01	7.0						
		eSg	23	45	23.8											
		m	23	45	25.4	0.20			0.10					1.5		
		Sm	23	45	26.1	0.20	0.30	0.04					1.5			
MEZ	51	eSg	23	45	27.6											
HOLU	53	-iPg	23	45	21.4						6.7	53				1.5
STZU	89	ePg	23	45	28.9						6.6	52				1.5
		Pm	23	45	32.9	0.40			0.02	6.9						
		iSg	23	45	40.0											
		Sm	23	45	41.5	0.50	0.01	0.08					1.5			
		m	23	45	42.0	0.40			0.03					1.4		
RAKU	93	ePg	23	45	28.2						6.6	49				1.4
		Pm	23	45	29.4	0.10			0.01	6.8						
		eSg	23	45	39.7											
		m	23	45	41.8	0.10			0.04					1.6		
		Sm	23	45	42.4	0.20	0.05	0.05					1.4			
		•			<u>№</u> 5.	26 d	евраля	. Зака	опат	ье. р-н	г.Ужго	рол.				
				0=	=18u	3 <sub>MU</sub>	1 21 9c.	0 = 48	58°N	$\lambda = 22$	$49^{\circ}E \cdot h$	= 3 K	<i>.</i>			
			м	0_0	0(1)	· Kn-	5 8(2).	$\frac{\psi}{KD-5}$	6(1);	MI = 0	$\frac{1}{8(2)} \cdot M$	<u></u>	0.7(2)			
	10	Da	10	2	2(4)	, кр_	-5.6(2),	KD=J.	0(4),	WIL-9.	5 7	22	0.7(2),			0.0
HOLU	10	irg isa	10	2	24.2						5.7	33				0.9
บวน	16	aDa	10	3	25.2						5 5	30				0.8
UZII	10	is a	10	2	25.5						5.5	50				0.8
MURU	20	aDa	10	3	27.4						5.6	37				0.0
MUKU	20	Dm	10	3	20.5	0 00			0.01	5 /	5.0	52				0.9
		r III	10	2	20.0	0.90			0.01	5.4						
		esg	10	2	29.0	0.20			0.02					0.6		
		Sm	10	<u> </u>	36.2	0.30	0.01	0.04	0.03				0.5	0.0		
DEDIT	40	511	10	3 2	25 7	0.73	0.01	0.00					0.5			
	40	esg	10	3 2	260											
ST7U	4/	eog iDe	10	3 2	21.2						<u>ح</u> 0	24				1.0
SIZU	49	Der	10	3	22.1	0.20			0.00	<i>C</i> 1	5.8	34			1	1.0
		гш	18	- 3	32.1	0.30			0.00	0.1						

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив 2	4. <i>T</i> .,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

												Пŗ	одолж	кение	таблі	ицы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		iSg	18	3	37.7											
		Sm	18	3	38.7	0.20	0.04	0.01					0.9			
		m	18	3	38.7	0.65			0.03					1.1		
NSLU	83	iSg	18	3	48.0											
					№ 6.	7 ма	рта. Л	ьвовск	ая об	бл., р-н	г.Стеб	бник				
				0=	=1ч З	Змин	1 45.3с;	φ=49.2	29°N;	· λ=23.	63°E; h	=2 кл	и;			
						MD	=1.8(5)	; KD=2	7.2(5)	; <i>ML</i> =.	1.5(2);					
PNT3	7.3	ePg	1	33	46.3						5.7	32				0.9
		eSg	1	33	48.3											
SHIU	21	ePg	1	33	49.9						7.0	60				1.7
		eSg	1	33	52.8											
		m	1	33	58.1	1.00			0.17					1.4		
LVV	66	ePg	1	34	1.0						8.4	121				2.5
		eSg	1	34	7.3											
STZU	79	ePg	1	34	1.0											
		m	1	34	22.8	1.00			0.06					1.6		
HOLU	124	ePg	1	34	9.2						6.9	59				1.6
HORU	203	ePg	1	34	23.2						8.2	107				2.3
					<u>№</u> 7	. 19 r	иарта.	Закарі	атье	е, р-н с	Корол	ево.				
				0=	4 <i>4 3</i> 0	бмин	50.8c;	p=48.1	6°N:	$\lambda = 23.2$	2°E; h=	=0.6 ĸ	:м;			
			М	D=1	1(3)	$\cdot K n =$	5.8(3):	KD=5	9(3):	ML = 1	1(3): M	SH=	1.0(3):			
KORU	6	iSg	4	36	52.6		0.0(0),		,(0),		1(0), 11		1.0(0),			
NSLU	19	ePg	4	36	54.1						6.1	39				1.2
		Pm	4	36	54.7	0.70			0.00	6.1	0.1					
		iSg	4	36	57.2											
		m	4	36	57.9	0.20			0.11					1.1		
		Sm	4	36	57.9	0.30	0.30	0.10					1.2			
TRSU	20	iPg	4	36	54.7						5.9	35				1.0
		Pm	4	36	54.9	0.10			0.01	5.7						
		iSg	4	36	58.5											
		Sm	4	36	59.0	0.10	0.10	0.10					0.9			
		m	4	36	59.4	0.10			0.06					0.9		
BRIU	25	iPg	4	36	55.5						5.8	34				1.0
		Pm	4	36	56.2	0.80			0.01	5.7						
		iSg	4	36	59.6											
		m	4	37	0.2	0.14			0.07					1.1		
		Sm	4	37	1.5	1.05	0.10	0.00					0.8			

												Пŗ	одолж	кение	табли	ицы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					<u>№</u> 8	. 10 a	преля.	Закар	пать	е, р-н г	.Берег	ово.				
				0=	19ч .	51 миғ	н 7.2с; (	p=48.20	6°N; 7	λ=22.6.	2°E; h=	=2.4 к	:м;			
			M	D=0.	.9(2);	; Kp=	=5.5(2);	KD=5.	7(2);	ML=1.	0(2); M	SH=	0.9(2);			
BERU	3.4	iPg	19	51	8.0						5.7	32				0.9
		Pm	19	51	8.1	0.11			0.13	4.9						
		iSg	19	51	8.9											
		Sm	19	51	9.0	0.16	0.27	0.44					0.4			
		m	19	51	9.0	0.17			0.90					1.3		
BRIU	31	ePg	19	51	14.0						5.7	33				1.0
		Pm	19	51	15.3	1.30			0.01	6.0						
		iSg	19	51	16.9											
		m	19	51	19.6	0.20			0.02					0.7		
		Sm	19	51	20.2	1.60	0.09	0.06					1.0			
KORU	40	eSg	19	51	20.3											
					N	₽ 9. 1	2 апре.	ля. Кај	рпати	ы, р-н	Вранча	a.				
				0=	=5ч 2.	5мин	13.5c;	$\phi = 45.5$	°N; λ	.=26.33	$\circ E; h = 1$	131 к	м;			
				N	1D=:	3.8(8)	Kp=9	1(2): K	D=1	0.9(8):	MSH=3	3.0(3)	):			
GIUM	146	Р	5	25	40.0											
		S	5	25	59.4											
MILM	247	Р	5	25	49.9											
RAKU	325	ePg	5	25	60.0						10.6	345				3.7
		Pm	5	26	0.3	0.10			0.04	8.2						
		eSn	5	26	35.7											
		Sm	5	27	19.7	0.10	0.04	0.01					2.7			
KSV	327	ePn	5	25	60.0						10.7	354				3.7
SORM	331	Р	5	25	58.7											
KMPU	340	ePn	5	26	0.0						10.8	373				3.8
NDNU	353	ePn	5	26	1.7						10.9	391				3.8
NSLU	371	ePg	5	26	5.1						10.9	395				3.8
HORU	413	ePn	5	26	10.7						11.1	439				4.0
STZU	481	ePg	5	26	18.8						11.2	462				4.0
SEV	587	Р	5	26	30.0						10.7	200				3.7
		Pm	5	26	30.3	0.45				10.0						
		S	5	27	27.3											
		Sm	5	27	31.6	0.71	0.01	0.03					2.9			
SUDU	682	Sm	5	27	52 6	0 4 9	0.01	0.03	ΙĪ				33			

# СЕЙСМИЧНОСТЬ КАРПАТ В 2019 ГОДУ

		-										Пр	одолж	сение	табл	ицы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				<u>№</u> 1	0.18	апро	еля. За	карпат	ъе, р	-н с.Ні	ижнее (	Сели	ще.			
				0=	8ч 55	бмин	20.5c; (	φ= <i>48.1</i>	4°N; 1	$\lambda = 23.4$	3°E; h=	2.9 к	м;			
			M	D=2.	.0(8);	Kp=	7.4(3);	KD=7.	5(8);	ML=2.	0(6); M	SH=	1.9(4);			
NSLU	6.8	iPg	8	55	21.5	Í					7.5	78				2.0
		Pm	8	55	22.5	0.80			0.10	7.0						
		iSg	8	55	23.5											
		Sm	8	55	25.8	1.10	2.00	3.70					1.7			
		m	8	55	25.8	0.70			1.50					1.8		
KORU	22	iPg	8	55	24.6						7.5	78				2.0
		iSg	8	55	28.1											
		m	8	55	51.1	1.25			2.80					2.7		
TRSU	35	iPg	8	55	27.2						7.6	81				2.0
		Pm	8	55	30.5	1.40			0.10	7.1						
		iSg	8	55	32.9											
		Sm	8	56	6.5	1.35	0.60	0.50					1.9			
		m	8	56	10.2	1.10			0.56					2.2		
BRIU	37	iPg	8	55	26.7						7.5	78				2.0
		eSg	8	55	33.5											
		m	8	55	57.7	0.90			0.34					2.0		
MEZ	42	ePg	8	55	29.3						7.5	78				1.9
		eSg	8	55	33.9											
		m	8	55	40.3	1.00			0.05					1.2		
RAKU	57	iSg	8	55	39.3											
		Sm	8	55	42.3	1.15	0.10	0.90					2.3			
BERU	59	eSg	8	55	38.9											
HOLU	88	iPg	8	55	36.5						7.5	78				1.9
		iSg	8	55	49.2											
UZH	100	eSg	8	55	52.7											
STNU	102	ePg	8	55	40.3						7.6	80				2.0
		iSg	8	55	54.3											
STZU	114	iPg	8	55	41.1						7.5	77				1.9
		Pm	8	55	45.7	1.60			0.02	8.0						
		eSg	8	55	56.4											
		m	8	56	9.4	1.00			0.03					1.6		
		Sm	8	56	21.5	1.75	0.10	0.09					1.8			
					<u>№ 11</u>	. 28	апреля	. <u>Зака</u> ј	пать	ье, р-н	г.Берег	ово.				
				0=	= 511 5	2 111	30.80.	$\omega = 48^{-1}$	28°N	$\lambda = 22^{-1}$	$72^{\circ}F \cdot h$	= 2 1/1	<i>.</i>			

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Ницименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

103

												Пp	одоля	кение	табли	ицы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			M	D=1.	.0(3),	· Kp=	6.2(2);	KD=5.	8(3);	ML=1.	0(2); M	SH=	0.8(2);			
BERU	7.4	ePg	5	52	32.4						5.6	32				0.9
		iSg	5	52	33.5											
		m	5	52	34.0	0.13			0.25					1.1		
MUKU	20	ePg	5	52	34.4						5.7	33				1.0
		Pm	5	52	34.6	0.10			0.02	6.0						
		eSg	5	52	37.5											
		Sm	5	52	38.5	0.15	0.05	0.06					0.6			
BRIU	23	ePg	5	52	35.4						5.9	36				1.1
		Pm	5	52	36.5	0.20			0.19	6.3						
		eSg	5	52	38.6											
		Sm	5	52	39.3	0.15	0.15	0.02					1.0			
		m	5	52	39.7	0.15			0.05					0.9		
TRSU	26	iSg	5	52	39.4											
KORU	33	eSg	5	52	41.9											
NSLU	55	eSg	5	52	48.8											
						<u>№</u> 1	2.1 ма	я. Рум	ыния	я, Криг	цана.					
				0:	=6ч (	Эмин	6.1c: @	=47.16	°N: λ	$=22.99^{\circ}$	$\circ E: h=9$	).4 кл	<i>ı</i> :			
				MD-	- 3 9/	20).	$K_{n} = 10$	8(14) · 1	KD-1	1.0(20)	MSH	-3.20	1 <u>4</u> ).			
TRSU	104	+iP	6	0	245	20), 1	<i>up=10.</i>	5(17), 1		1.0(20)	11 1	435	11),			4 0
11650	101	Pm	6	0	27.0	0 30			4 27	11.4	11.1	100				1.0
		iS	6	0	37.6	0.50			1.27							
		Sm	6	0	40.5	0.15	2.84	1 35					32			
KORU	111	-iP	6	0	25.0	0.15	2.01	1.55			10.9	393	5.2			3.8
		Pm	6	0	30.1	0.40			3.70	11.4	1017	070				0.0
		eS	6	0	39.7											
		Sm	6	0	47.7	0.60	2.48	1.98					3.2			
NSLU	120	eP	6	0	26.4						11.1	445				4.0
		Pm	6	0	27.6	0.50			5.15	11.2						
		iS	6	0	41.5											
		Sm	6	0	42.5	0.20	3.79	1.08					3.3			
BERU	122	P	6	0	26.9						11.0	421				3.9
		- Pm	6	0	27.4	0.50			1.55	10.8						
		iS	6	0	41.8											
		Sm	6	0	42.3	0.60	1.50	0.56					3.0			
RAKU	130	eP	6	0	28.4						11.1	429	2.5			3.9
	20	Pm	6	0	31.9	0.40			0.66	10.6						
		iS	6	0	44.6											

# СЕЙСМИЧНОСТЬ КАРПАТ В 2019 ГОДУ

		1										Hp	одолу	кение	табли	ицы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Sm	6	0	46.6	0.20	1.69	0.05					3.0			
BRIU	131	Р	6	0	28.1						11.5	410				4.2
		iS	6	0	44.5											
MUKU	146	iP	6	0	30.0						11.1	429				3.9
		Pm	6	0	31.2	0.30			1.02	10.8						
		iS	6	0	48.2											
		Sm	6	0	49.6	0.20	1.66	0.71					3.1			
MEZ	155	eP	6	0	32.0						11.1	427				3.9
		Pm	6	0	34.0	0.50			0.76	10.9						
		iS	6	0	50.8											
		Sm	6	0	58.8	0.80	2.27	1.06					3.3			
HOLU	159	eP	6	0	32.0						11.1	437				4.0
		eS	6	0	51.5											
UZH	172	iP	6	0	33.4						11.0	421				3.9
		iS	6	0	54.6											
KSV	201	eP	6	0	38.4						11.0	420				3.9
		Pm	6	0	46.0	0.50			0.24	10.6						
		iS	6	1	1.6											
		Sm	6	1	14.8	0.70	1.24	1.09					3.3			
STNU	206	eP	6	0	38.9						11.0	416				3.9
		iS	6	1	2.6											
STZU	208	eP	6	0	39.0						11.1	444				4.0
		Pm	6	0	45.6	0.40			1.06	10.9						
		iS	6	1	2.9											
		Sm	6	1	18.8	0.90	1.22	1.20					3.3			
CHRU	253	eP	6	0	44.9						11.0	406				3.9
		Pm	6	0	49.1	0.30			0.09	10.5						
		iS	6	1	13.3											
		Sm	6	1	30.9	0.70	0.75	0.36					3.1			
LVV	305	eP	6	0	52.0						11.0	407				3.9
		Pm	6	1	8.9	0.60			0.15	10.3						
		iS	6	1	24.9											
		Sm	6	1	26.5	0.60	0.43	0.13					2.9			
HORU	342	iP	6	0	56.3						10.9	396				3.8
		Pm	6	1	8.3	1.20			0.04	10.4						
		iS	6	1	33.5											
		Sm	6	1	52.4	0.50	0.48	0.41					3.2			
NDNU	363	eP	6	0	58.8						11.0	410				3.9

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Ницименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

# СЕЙСМИЧНОСТЬ КАРПАТ В 2019 ГОДУ

												Пŗ	одолу	кение	табли	ицы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		iS	6	1	38.9											
SEV	877	eP	6	2	0.6						10.1	140				3.4
		Pm	6	2	10.8	0.35			0.01	10.2						
		eS	6	3	28.7											
		Sm	6	3	31.1	0.35	0.01	0.00					3.0			
SUDU	960	eP	6	2	10.7						9.9	120				3.3
		Pm	6	2	16.9	0.55			0.02	11.3						
		eS	6	3	46.9											
		Sm	6	3	51.4	0.54	0.02	0.01					3.4			
						<b>№</b> 13	в. 10 ма	я. Кар	паты	ı, р-н B	ранча.					
				0=	<i>44 3</i>	6мин	55.7c;	φ=45.5	°N; λ	.=26.29	°E; h=.	116 к	м;			
				1	MD=	2.5(3	); Kp=a	8.6(2); 1	KD=a	8.6(3); 1	MSH=2	.2(2)				
GIUM	150	Р	4	37	21.4											
		S	4	37	40.2											
MILM	250	Р	4	37	31.9											
KIS	256	Р	4	37	31.8											
RAKU	324	ePn	4	37	41.6						8.3	114				2.4
		Pm	4	37	42.0	0.10			0.05	8.8						
		eSn	4	38	16.5											
		Sm	4	38	24.5	0.20		0.02					1.8			
KSV	326	ePn	4	37	41.8											
SORM	332	Р	4	37	40.7											
NDNU	353	ePn	4	37	43.7						8.9	152				2.7
		Pm	4	37	43.8	0.03			0.00	8.4						
		eSn	4	38	18.8											
		Sm	4	38	20.8	0.20	0.00	0.01					2.3			
HORU	413	ePn	4	37	51.0						8.5	126				2.5
		eSn	4	38	34.0											
				N⁰	14.	15 ма	<b>я.</b> Зак	арпать	e, p-1	н с.Ниж	кнее С	елиш	(e.			
				0=	94 4	бмин	48.7c;	φ=48.1	2°N;	λ=23.4	4°E; h=	=3.4 <i>к</i>	:м;			
ļ		1	M	D=2	.0(8)	; Kp=	7.2(4);	KD=7.	5(8);	ML=1.	9(7); M	SH=	1.6(4);		1	1
NSLU	8.2	iPg	9	46	50.2						7.4	74				1.9
L	<u> </u>	Pm	9	46	51.5	0.80			0.10	6.9						
	<u> </u>	iSg	9	46	52.0											
L		Sm	9	46	53.4	1.30	3.00	1.60					1.7			
		m	9	46	54.4	0.60			1.10					1.8		

												Пp	одолж	кение	табли	ацы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
KORU	23	iPg	9	46	53.1						7.5	79				2.0
		eSg	9	46	57.3											
		m	9	47	19.5	0.90			2.00					2.5		
TRSU	36	ePg	9	46	55.8						7.7	83				2.0
		Pm	9	46	59.4	1.00			0.06	7.5						
		eSg	9	47	0.7											
		Sm	9	47	26.8	1.20	0.40	0.30					1.8			
		m	9	47	38.2	1.20			0.44					2.1		
BRIU	39	iPg	9	46	55.6						7.6	80				2.0
		eSg	9	47	1.0											
		m	9	47	30.3	1.70			0.30					2.0		
MEZ	44	ePg	9	46	57.9						7.4	74				1.9
		eSg	9	47	3.5											
		m	9	47	8.8	0.80			0.04					1.2		
RAKU	55	ePg	9	46	58.6						7.5	76				1.9
		Pm	9	47	0.4	1.00			0.05	7.1						
		iSg	9	47	7.2											
		Sm	9	47	11.4	1.20	0.10	0.10					1.5			
		m	9	47	25.7	1.00			0.10					1.7		
MUKU	67	iSg	9	47	10.3											
HOLU	90	iPg	9	47	5.1						7.5	77				1.9
		eSg	9	47	17.6											
STZU	116	iPg	9	47	9.5						7.5	77				1.9
		Pm	9	47	14.5	1.20			0.01	7.4						
		iSg	9	47	25.9											
		Sm	9	47	32.9	1.60	0.04	0.03					1.4			
		m	9	47	37.0	1.00			0.03					1.6		
KSV	122	eSg	9	47	27.8											
				N	2 15.	16 ма	ая. Хме	льниц	кая (	обл., р-	н с.Ку	ражи	н			
				0	=224	1 45м	ин 3.8с,	φ= <i>48</i> .	64°N	; λ=27.	3°E; h=	=2 км	,			
						MD	=1.2(2)	; KD=0	5.1(2)	; ML=1	1.1(1);					
NDNU	7.2	ePg	22	45	4.8						5.8	35				1.0
		eSg	22	45	6.1											
		m	22	45	6.2	0.10			0.17					1.1		
HORU	90	eSg	22	45	29.4											
KSV	169	eSn	22	45	50.3											
STNU	206	ePn	22	45	36.6						6.3	44				1.3
		eSn	22	45	59.8											

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Ницименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

												Пŗ	одоли	кение	табли	цы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
						<b>№</b> 16	. 18 ма	я. Кар	паты	, р-н В	ранча.					
				0=19	9ч 23	мин :	5 <i>3.4c;</i> φ	=45.67	7°N; λ	.=26.65	°E; h=	118.9	) км;			
		1	MD=3	3.5(1	9); K	(p=8.2	7(15); K	CD=10.	4(19)	; MSH=	=3.2(15	); MI	PV=4.5	(2);		
GIUM	123	Р	19	24	17.1											
MILM	216	Р	19	24	26.3						11.0	160				3.9
		Pm	19	24	26.6	0.08			1.95	10.8					4.5	
		iS	19	24	49.6											
		Sm	19	24	50.4	0.14	0.63	0.66					3.6			
KIS	222	Р	19	24	27.1											
		Pm	19	24	27.4	0.16			1.92	10.9					4.5	
		iS	19	24	51.5											
		Sm	19	24	52.2	0.16	0.56	0.42					3.4			
CHRU	297	Р	19	24	36.5						10.6	6				3.6
		Pm	19	24	42.5	1.10			0.05	9.9						
		iS	19	25	9.5											
		Sm	19	25	10.7	0.80	0.38	0.07					3.7			
KSV	317	eP	19	24	38.9						10.5	328				3.6
		Pm	19	24	40.3	0.20			0.03	9.4						
		iS	19	25	13.3											
		Sm	19	25	24.0	0.30	0.19	0.05					3.4			
KMPU	321	eP	19	24	39.5						10.5	330				3.6
		iS	19	25	12.0											
RAKU	322	eP	19	24	39.6						10.5	325				3.6
		Pm	19	24	52.0	2.40			0.02	8.9						
		iS	19	25	14.4											
		Sm	19	26	10.4	2.35	0.09	0.04					3.1			
NSLU	371	eP	19	24	45.3						10.4	317				3.6
		Pm	19	24	46.8	0.10			0.01	8.7						
		iS	19	25	24.8											
		Sm	19	25	49.5	0.25	0.05	0.05					3.0			
STNU	374	eP	19	24	45.5						10.7	352				3.7
		iS	19	25	25.6											
KORU	384	eP	19	24	47.6						10.5	322				3.6
		iS	19	25	28.1											
TRSU	389	eP	19	24	47.7						10.6	336				3.6
		Pm	19	25	4.1	0.90			0.02	8.8						
		eS	19	25	28.5											
		Sm	19	26	53.8	0.95	0.04	0.04					3.0			

# СЕЙСМИЧНОСТЬ КАРПАТ В 2019 ГОДУ
h												Пp	одоли	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
MEZ	395	eP	19	24	48.1						10.4	316				3.6
		iS	19	25	30.1											
BRIU	404	eP	19	24	49.6						10.4	314				3.6
		Pm	19	24	50.8	1.30			0.02	9.0						
		iS	19	25	32.0											
		Sm	19	26	26.5	1.25	0.06	0.04					3.1			
BERU	416	eP	19	24	51.0						10.4	305				3.5
		iS	19	25	34.5											
MUKU	430	eP	19	24	52.8											
		iS	19	25	38.0											
STZU	479	eP	19	24	58.8						10.5	322				3.6
		Pm	19	25	9.0	2.10			0.02	9.7						
		iS	19	25	48.5											
		Sm	19	26	43.7	2.20	0.13	0.05					3.5			
LVV	500	eР	19	25	1.4						10.3	8				3.5
		Pm	19	25	9.1	0.90			0.03	9.2						
		iS	19	25	53.1											
		Sm	19	26	17.9	0.80	0.04	0.03					3.1			
SEV	566	+iP	19	25	7.4						10.7	190				3.7
		Pm	19	25	9.3	0.17			0.01	1.0						
		eS	19	26	4.7											
		Sm	19	26	10.9	0.41	0.03	0.01					3.1			
SIM	589	eP	19	25	10.2						9.4	90				3.0
		Pm	19	25	11.6	0.37			0.04	3.2						
		eS	19	26	8.8											
		Sm	19	26	10.9	0.29	0.01	0.02					3.2			
YAL	604	eP	19	25	12.4						9.9	120				3.3
		Pm	19	25	13.1	0.15			0.01	9.6						
		eS	19	26	12.5											
		Sm	19	26	16.0	0.28	0.01	0.00					2.7			
ALU	618	eP	19	25	13.0						9.8	110				3.2
		Pm	19	25	13.3	0.28			0.01	9.8						
		eS	19	26	13.7											
		Sm	19	26	20.3	0.38	0.00	0.02					2.8			
SUDU	659	eР	19	25	17.5						10.3	160				3.5
		Pm	19	25	18.9	0.27			0.01	10.9						
		eS	19	26	22.6											
		Sm	19	26	27.1	0.42	0.01	0.07					3.4			
				-												

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Ницименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

-												Пţ	одолу	кение	: табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
						№ 17	. 22 ма	я. Кар	паты	ı, р-н B	ранча.					
				0=	19ч -	41 ми	н 46c; «	)=45.50	5°N: )	=26.34	$e^{\circ}E; h=$	146 k	см;			
				ML	)=3.8	B(11):	$K_{p=1}$	).2(3):	KD=	10.8(11	: MSH	=3.20	(3):			
GIUM	146	Р	19	42	13.9		r				,					
		S	19	42	34.6											
LEOM	179	Р	19	42	16.2											
MILM	243	Р	19	42	22.9											
KIS	249	Р	19	42	23.6											
		S	19	42	51.5											
KSV	321	ePn	19	42	32.6						11.0	419				3.9
		Pm	19	42	33.4	0.10			0.02	9.9						
		eSn	19	43	8.2											
		Sm	19	43	28.7	0.20	0.01	0.20					3.4			
SORM	325	Р	19	42	31.5											
NSLU	366	ePn	19	42	37.2						10.9	399				3.9
BRIU	398	ePn	19	42	40.3						11.0	411				3.9
HORU	406	ePn	19	42	42.9						11.1	445				4.0
BERU	408	ePn	19	42	40.5						11.0	413				3.9
MUKU	424	ePn	19	42	43.9						11.0	406				3.9
HOLU	445	ePn	19	42	46.2						11.0	411				3.9
STZU	475	eP	19	42	50.6						10.9	402				3.9
SEV	588	Р	19	43	2.7						10.5	150				3.6
		Pm	19	43	4.2	0.24			0.03	10.1				<u> </u>		
		S	19	44	3.0											
		Sm	19	44	11.7	0.38	0.00	0.01					2.9	<u> </u>		
SIM	613	Р	19	43	5.6											
YAL	626	Р	19	43	7.4											
ALU	640	Р	19	43	8.2											
SUDU	682	Р	19	43	13.9						9.9	130				3.3
		Pm	19	43	14.8	0.41			0.02	10.6						
		S	19	44	23.2									<u> </u>	<u> </u>	
		Sm	19	44	26.5	0.47	0.01	0.02					3.2			
						<u>№</u> 18	. 26 ма	я. Кар	паты	ı, р-н В	ранча.					
				0=1	8ч 4(	Эмин	7. <i>3c;</i> φ	=45.73	°N; λ	=26.62	°E; h=1	49.2	км;			
				MD	<u>=3.5</u>	(19);	<u>Кр=9</u> .8	<u> 8(16);</u> K	<u> </u>	0.3 <u>(19</u> )	<u>MSH</u> =	= <u>3.3(</u> .	16);			
GIUM	127	Р	18	40	34.2											
		S	18	40	53.0				1							

												Пŗ	одолу	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
MILM	215	Р	18	40	42.3											
CHRU	291	eP	18	40	50.9						10.4	313				3.6
		Pm	18	40	52.9	0.70			0.04	9.7						
		iS	18	41	23.7											
		Sm	18	42	1.1	0.60	0.27	0.19					3.6			
SORM	299	Р	18	40	51.1											
KSV	311	iP	18	40	52.9						10.4	309				3.6
		Pm	18	40	53.3	0.30			0.05	9.8						
		iS	18	41	27.7											
		Sm	18	41	31.7	0.65	0.31	0.06					3.6			
RAKU	316	iP	18	40	53.6						10.3	296				3.5
		Pm	18	40	56.2	0.30			0.15	9.8						
		iS	18	41	28.9											
		Sm	18	41	32.4	0.55	0.18	0.06					3.4			
NDNU	324	iS	18	41	28.6											
NSLU	365	+iP	18	40	59.7											
		Pm	18	41	0.9	0.30			0.08	9.9						
		iS	18	41	38.8											
		Sm	18	41	49.6	0.30	0.21	0.08					3.5			
STNU	368	iP	18	40	60.0						10.3	290				3.5
		iS	18	41	39.5											
KORU	378	iP	18	41	0.3						10.3	300				3.5
		Pm	18	41	1.6	0.50			0.20	9.8						
		iS	18	41	41.5											
		Sm	18	41	53.1	1.05	0.05	0.01					2.9			
TRSU	383	iP	18	41	1.1						10.1	272				3.4
		Pm	18	41	2.6	0.70			0.07	8.9						
		iS	18	41	42.6											
		Sm	18	42	10.4	1.20	0.04	0.02					2.8			
HORU	388	iP	18	41	1.6						10.3	297				3.5
		Pm	18	41	1.9	0.20			0.11	10.6						
		iS	18	41	43.5											
		Sm	18	41	44.4	0.35	0.47	0.29					4.0			
MEZ	389	iP	18	41	2.0						10.4	304				3.5
		iS	18	41	43.7											
BRIU	398	iP	18	41	3.0						10.3	301				3.5
		Pm	18	41	3.6	0.80			0.10	9.2						
		iS	18	41	45.5											

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Ницименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

		<u> </u>										Пp	одолу	кение	: табли	<u>ицы 4.</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Sm	18	41	59.3	1.05	0.07	0.02					3.1			
BERU	410	iP	18	41	4.4						10.3	293				3.5
		Pm	18	41	6.3	0.60			0.07	9.4						
		iS	18	41	48.3											
		Sm	18	42	2.8	0.80	0.05	0.03			[		3.0			
MUKU	425	iP	18	41	6.2						10.3	290				3.5
		iS	18	41	51.4											
HOLU	447	+iP	18	41	8.6						10.3	298				3.5
		iS	18	41	56.0											
STZU	474	iP	18	41	11.6						10.3	301				3.5
		Pm	18	41	14.4	0.40			0.02	9.2						
		iS	18	42	2.2											
		Sm	18	42	27.0	0.95	0.05	0.00					3.0			
LVV	494	iP	18	41	14.1						10.2	288				3.5
		Pm	18	41	17.3	1.00			0.03	9.5						
		iS	18	42	6.4											
		Sm	18	42	18.4	1.20	0.08	0.04					3.3			
SEV	570	iP	18	41	23.0						10.5	180				3.6
		Pm	18	41	23.2	0.45			0.02	10.0						
		eS	18	42	20.1											
		Sm	18	42	23.3	0.43	0.01	0.02					3.1			
SIM	592	eР	18	41	25.8						10.5	158				3.6
		Pm	18	41	35.2	0.76			0.01	10.5						
		eS	18	42	24.2											
		Sm	18	42	27.4	0.93	0.05	0.03					3.3			
YAL	607	eP	18	41	27.9						10.1	148				3.4
		Pm	18	41	28.1	0.29			0.00	9.3						
		eS	18	42	28.7											
		Sm	18	42	33.0	0.47	0.01	0.01					2.7			
ALU	621	eP	18	41	28.2		0.01				9.9	126				3.3
	-	Pm	18	41	28.5	0.23			0.00	10.1						
		eS	18	42	29.4											
		Sm	18	42	32.6	0.36	0.02	0.02					3.3			
SUDU	662	+iP	18	41	33.7						10.5	175				3.6
		Pm	18	41	34.5	0.52			0.02	10.6						
		eS	18	42	40.4	0.02			0.02	10.0						
		Sm	18	42	45.0	0.49	0.03	0.01					3.4			
					1.2.0	No 10	28 200	a Kon	потт	n u D	nouue		2.1		1	L
1					•	ע בוינ	. 40 ма	л. кар	паты	, р-н D	ранча.					

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А.	Т.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

												Пр	одолу	кение	<u>: табли</u>	<u>ицы 4.</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				0=	15ч 2	9 <i>ми</i> н	<i>15c;</i> φ	=45.82	°N; λ	=26.73	° <i>E; h</i> =2	72.5 r	см;			
				1	MD =	3.1(7	); Kp=9	).3(6); I	KD=9	9.6(7); 1	MSH=3	.1(6),	•			
GIUM	121	Р	15	29	35.5											
KIS	207	Р	15	29	46.4											
		S	15	30	7.4											
KSV	305	eP	15	29	57.2						9.5	205				3.1
		Pm	15	29	57.6	0.20			0.03	8.8						
		iS	15	30	30.4											
		Sm	15	30	35.8	0.25	0.08	0.03					3.0			
NDNU	312	iS	15	30	30.1											
RAKU	313	-iP	15	29	58.5						9.7	226				3.2
		Pm	15	29	59.4	0.20			0.08	9.0						
		iS	15	30	31.5											
		Sm	15	30	52.2	0.35	0.06	0.02					2.9			
NSLU	363	iP	15	30	4.8						9.7	220				3.2
		Pm	15	30	15.8	1.00			0.02	8.9						
		iS	15	30	42.6											
		Sm	15	30	54.3	0.65	0.06	0.01					3.0			
TRSU	382	eP	15	30	7.7						9.6	214				3.1
		Pm	15	30	9.1	0.20			0.02	8.8						
		eS	15	30	47.5											
		Sm	15	30	52.2	0.10	0.04	0.04					3.0			
STZU	471	iP	15	30	18.5						9.6	213				3.1
		eS	15	31	7.3											
SEV	563	eP	15	30	28.6						9.6	102				3.1
		Pm	15	30	29.3	0.31			0.01	9.8						
		eS	15	31	22.9											
		Sm	15	31	24.4	0.30	0.01	0.02					3.3			
SUDU	654	eP	15	30	40.1						9.6	95				3.1
		Pm	15	30	41.0	0.45			0.01	10.3						
		eS	15	31	43.8											
		Sm	15	31	47.0	0.32	0.01	0.02					3.3			
				№	20. 3	30 ма	я. Зака	опать	e. p-1	н с.Ниж	кнее С	елиш	ie.			
				0	$=9_{4}$	33ми	4 9.7c	$\omega = 48.1$	1°N:	$\lambda = 23.4$	6°E: h=	=2 км				
			M	D=1	9(7)	· Kn-	7 7(6)	$\frac{1}{KD-7}$	5(7).	MI-1	$9(7) \cdot M$	<u>- Ion</u>	, 19(6)·			
NSLU	95	iPø	9	33	116		,.,,0),	<u>π</u> υ-/.	<i>,</i>		76	82	··/(0),			2.0
	7.5	Pm	9	33	12.1	0.60			0.03	6.9	,.0	52			1	2.0

		T										llŗ	одолу	кение	таблі	ацы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		iSg	9	33	13.3											
		m	9	33	16.1	0.60			1.50					2.0		
		Sm	9	33	16.3	1.40	1.85	1.40					1.7			
KORU	24	iPg	9	33	14.6						7.7	83				2.0
		m	9	33	41.2	0.80			1.50					2.4		
TRSU	37	ePg	9	33	17.4						7.5	77				1.9
		Pm	9	33	18.8	0.70			0.03	7.2						
		eSg	9	33	22.8											
		Sm	9	33	48.3	1.30	0.16	0.20					1.5			
		m	9	34	1.1	1.10			0.26					1.9		
BRIU	41	iPg	9	33	16.8						7.3	72				1.9
		Pm	9	33	20.2	1.60			0.05	7.6						
		eSg	9	33	23.3											
		Sm	9	33	47.0	1.60	0.40	0.30					1.8			
		m	9	33	47.0	1.00			0.24					1.9		
MEZ	45	ePg	9	33	17.7						7.5	76				1.9
		Pm	9	33	18.5	1.80			0.01	8.5						
		iSg	9	33	25.2											
		m	9	33	27.3	0.70			0.03					1.0		
		Sm	9	33	36.0	1.50	0.10	1.20					2.3			
RAKU	54	ePg	9	33	19.7						7.4	74				1.9
		Pm	9	33	20.9	0.20			0.04	8.5						
		eSg	9	33	27.7											
		Sm	9	33	31.8	0.45	0.05	0.60					2.1			
		m	9	33	52.2	0.80			0.08					1.6		
STZU	118	ePg	9	33	31.0						7.5	76				1.9
		Pm	9	33	34.0	1.20			0.01	7.5						
		eSg	9	33	47.5											
		Sm	9	33	48.6	1.70	0.01	0.04					1.4			
		m	9	33	54.4	0.90			0.03					1.6		
		•			N	<b>№</b> 21.	21 ию	ня. Каг	пать	л. р-н I	Впянчя					
				0=	- <i>4</i> 11 5	7 <sub>MUU</sub>	16.20	$\omega = 45.6$	°N· λ	= 26.43	$\circ F \cdot h =$	 145 v	<i>M</i> .			
				0-	49 J	2 1/5	$V_{m-1}$	$\psi - 75.0$	$N, \lambda$	-20.75	L, n-2	0(2)	<i>.</i>			
CIUM	120	D	4	57	AD = A	5.1(5	), <b>к</b> р=9	v.4(3); I	1 <i>D</i> =5	.0(3);1	изп=2	.0(3),				
GIUM	139	r c	4	51	43.4											
MUM	22.4	<u>р</u>	4	58	5.2											
WIILW	234	r c	4	51	177											
VIC	240	s c	4	58	10.4											
V12	240	3	4	28	19.4											

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив 2	4. <i>T</i> .,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

												Пp	одоля	кение	табли	цы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SORM	317	Р	4	58	0.7											
NSLU	366	ePn	4	58	7.2						9.2	172				2.9
BRIU	399	ePn	4	58	11.0						9.3	185				3.0
		Pm	4	58	12.5	0.30			0.02	9.5						
		eSn	4	58	54.7											
		Sm	4	59	32.6	0.20	0.02	0.01					2.6			
HOLU	447	ePn	4	58	16.3						10.7	198				3.7
STZU	476	ePn	4	58	21.1						9.0	159				2.8
SEV	581	Р	4	58	31.9						9.9	130				3.3
		Pm	4	58	32.0	0.31			0.01	9.3						
		S	4	59	30.5											
		Sm	4	59	31.9	0.44	0.00	0.01					2.6			
SUDU	675	Р	4	58	43.3											
		Pm	4	58	43.4	0.31			0.01	9.3						
		S	4	59	54.6											
		Sm	4	59	54.6	0.44	0.01	0.02					3.3			
					N	6 22	22 ию	ня. Кат	пать	ы. n-н l	Rnянчя					
				0-	-04	<u></u> .	310:0	- 15 50	NT. 2 -	- 26 200	$F \cdot h = 1$	37				
					-041	7(17).	<i>V</i> 10	-43.3	Ν, Λ-	-20.29	L, n-1	2 2 7/	<i>1</i> ,			
сим	1.40	D	0	<u>ML</u>	1 2	(17);	<b>к</b> р=10	<i>.2(4);</i> I	D=I	0.0(17)	); MSH:	=3.2(	4);			
GIUM	149	P D	0	20	1.3											
	250	P D	0	20	10.8											
KIS DAVU	255	P	0	20	11.8						10.0	205				2.5
KAKU	324	ePn	0	20	20.0						10.2	285				3.5
KSV	326	ePn	0	20	20.7						10.3	288				3.5
SORM	332	P	0	20	19.7						10.4	200				
NSLU	369	ePn	0	20	25.5						10.4	308				3.6
KORU	380	ePn	0	20	26.7						10.5	327				3.6
STNU	381	ePn	0	20	27.3						10.7	354				3.7
TRSU	384	ePn	0	20	27.5						10.7	354				3.7
MEZ	395	ePn	0	20	29.0						10.7	360				3.7
BRIU	401	ePn	0	20	29.2						10.7	362				3.7
BERU	411	ePn	0	20	30.0						10.8	382				3.8
MUKU	427	ePn	0	20	32.1						10.9	394				3.8
HOLU	448	ePn	0	20	34.5						10.9	399				3.9
UZH	461	ePn	0	20	36.1						11.1	434				4.0
STZU	479	ePn	0	20	39.2						10.9	388				3.8
SEV	590	Р	0	20	50.5						10.5	170				3.6
		Pm	0	20	51.3	0.39			0.01	9.9						

					-						-	Пŗ	одолу	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		S	0	21	49.0											
		Sm	0	21	52.4	0.34	0.00	0.02					3.2			
SIM	615	P	0	20	54.1						10.8	212				3.8
		Pm	0	20	57.9	0.40			0.04	10.8						
		S	0	21	54.4											
		Sm	0	21	55.2	0.66	0.03	0.04					3.3			
YAL	628	P	0	20	55.7						10.1	148				3.4
		Pm	0	20	56.0	0.25			0.00	9.3						
		S	0	21	58.1											
		Sm	0	22	3.3	0.35	0.00	0.01					2.9			
ALU	643	Р	0	20	56.9											
SUDU	685	P	0	21	2.1						10.7	200				3.7
		Pm	0	21	4.3	0.31			0.01	10.7						
		S	0	22	10.1											
		Sm	0	22	12.4	0.53	0.02	0.04					3.4			
					N	<u>№</u> 23.	6 июля	а. Зака	рпат	ъе, р-н	г.Брид	Į.				
				0=	0ч 38	8мин	20.1c;	φ <i>=48.4</i>	1°N;	λ=23.0	2°E; h=	=6.9 к	м;			
-			М	D=1	.1(7).	: <i>Kp</i> =	6.1(6):	KD=6.	1(7):	ML=1.	1(7): M	ISH=	1.0(6):			
BRIU	8.4	iPg	0	38	22.2						6.2	41				1.2
		Pm	0	38	22.6	0.17			0.08	6.1						
		iSg	0	38	23.7											
		m	0	38	24.1	0.10			0.30					1.3		
		Sm	0	38	24.2	0.15	1.00	1.20					1.4			
MUKU	25	iPg	0	38	25.5						5.8	35				1.0
		Pm	0	38	25.8	0.13			0.01	5.8						
		iSg	0	38	29.3											
		m	0	38	30.7	0.30			0.02					0.6		
		Sm	0	38	30.7	0.20	0.06	0.06					0.8			
KORU	30	iPg	0	38	25.8						6.1	40				1.2
		iSg	0	38	30.2											
		m	0	38	38.2	0.30			0.09					1.3		
BERU	34	iPg	0	38	26.3						6.0	38				1.1
		Pm	0	38	26.6	0.20			0.03	5.9						
		iSg	0	38	30.5											
		Sm	0	38	36.0	1.05	0.02	0.02					0.5			
		m	0	38	37.5	0.60			0.03					0.9		
TRSU	36	iPg	0	38	26.8						6.1	39				1.1
		Pm	0	38	28.4	0.10			0.02	6.5						

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А	1. T.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

	-	-										Πţ	одолж	кение	табли	<u>ицы 4.</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		iSg	0	38	31.8											
		Sm	0	38	32.3	0.20	0.06	0.11					1.1			
		m	0	38	32.9	0.20			0.05					1.1		
NSLU	40	iPg	0	38	27.4						6.1	39				1.1
		Pm	0	38	28.0	0.40			0.01	6.2						
		iSg	0	38	33.4											
		Sm	0	38	34.7	0.30	0.05	0.03					0.9			
		m	0	38	37.8	0.30			0.03					1.0		
HOLU	48	eSg	0	38	34.7											
STZU	73	ePg	0	38	34.1						6.1	39				1.2
		Pm	0	38	35.4	0.10			0.01	6.1						
		eSg	0	38	42.2											
		m	0	38	54.7	0.15			0.02					1.1		
		Sm	0	38	54.8	0.70	0.01	0.01					0.6			
					J	№ 24.	19 ию.	пя. Кај	эпаті	ы, р-н І	Вранча	l <b>.</b>				
				0=2	20ч 4	4мин	51.6c;	φ=45.5	6°N;	λ=26.3	5°E; h=	=151	км;			
				1	MD=	2.5(8	); Kp=8	3.5(3); 1	KD=8	8.4(8); 1	MSH=2	.2(1)	:			
MILM	242	Р	20	45	30.0											
		Pm	20	45	30.4	0.14			0.02	8.4						
		S	20	45	57.0											
		Sm	20	45	57.1	0.15	0.07									
		m	20	45	57.5	0.14	0.07	0.06								
KIS	248	Р	20	45	31.0						9.4	260				3.0
		Pm	20	45	31.7	0.11			0.01	8.7						
		S	20	45	58.8											
		Sm	20	45	58.9	0.24		0.11								
		m	20	46	0.0	0.25	0.09	0.11								
KSV	322	ePn	20	45	38.5						8.0	96				2.2
NDNU	346	ePn	20	45	41.3						9.0	158				2.8
		Pm	20	45	41.9	0.20			0.01	8.3						
		eSn	20	46	17.0											
		Sm	20	46	18.0	0.10		0.01					2.2			
NSLU	367	ePn	20	45	43.9						8.0	98				2.2
BRIU	399	ePn	20	45	47.5						8.1	101				2.3
HORU	407	ePn	20	45	48.6						8.8	145				2.7
BERU	410	ePn	20	45	49.1						8.0	98				2.2
STZU	476	ePn	20	45	56.6						8.0	99				2.2

												Пţ	одолж	кение	табли	ицы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				N₂	25. 2	3 ию	ля. Зак	арпат	ье, р-	н с.Ни	жнее С	ели	це.			
				0=	=23ч	1мин	ı 12.9c;	φ=48.2	29°N;	$\lambda = 23.2$	76°E; h	=2 кл	и;			
			M	D=1	.2(3),	: Kp=	6.6(2);	KD=6.	2(3);	ML=1.	2(3); M	SH=	1.2(2);			
NSLU	25	iPg	23	1	18.0						6.3	43				1.3
		Pm	23	1	18.1	0.10			0.01	6.5						
		iSg	23	1	21.6											
		m	23	1	21.9	0.20			0.11					1.3		
		Sm	23	1	22.0	0.22	0.22	0.16					1.3			
MEZ	31	iPg	23	1	18.7						6.3	42				1.3
		m	23	1	23.7	0.16			0.05					1.1		
RAKU	42	iPg	23	1	20.7						6.2	41				1.2
		Pm	23	1	21.2	0.17			0.05	6.6						
		eSg	23	1	26.7											
		Sm	23	1	28.2	0.19	0.05	0.05					1.0			
		m	23	1	28.4	0.16			0.05					1.2		
KORU	49	eSg	23	1	28.4											
TRSU	64	iSg	23	1	34.5											
STNU	72	ePg	23	1	26.5											
		eSg	23	1	37.1											
STZU	116	ePg	23	1	34.2											
		eSg	23	1	50.1											
				J	<b>№ 26</b>	. 27 и	<b>юля.</b> Ј	Іьвовс	кая (	обл., p-1	н г.Сте	бниі	c			
				0=	=21ч	2мин	ı 59.6c;	φ=49	31°N;	· λ=23.5	54°E; h	=1 кл	и;			
							MD=	0.9(3);	KD=	=5.7(3);						
PNT3	2.3	ePg	21	3	0.2						4.1	15				0.1
		eSg	21	3	0.7											
SHIU	16	ePg	21	3	3.1						6.3	43				1.3
		eSg	21	3	5.1											
MORS	32	eSg	21	3	10.4											
STZU	74	ePg	21	3	14.4						6.7	54				1.5
					N	<u>≥</u> 27.	5 авгус	ста. Ка	рпат	ы, р-н	Вранча	a.				
				0=	214	5мин	7.8c: 0	=45.82	°N·λ	=26.69	$\circ E: h=7$	758 #	:M:			
				MD-	- 3 <i>8</i> (	(25)·	$\frac{100}{Kn-10}$	3(18).	KD-	10.8(25	MSH	-370	(16).			
GIUM	124	р	21	5	29.00	<i></i> , ,	<u>sp-10.</u>	5(10), 1		20.0(20)	, 101011	-3.7(	10),			
MILM	204	P	21	5	37.9						117	270				43
	204	- Pm	21	5	39.7	0.16			0.07	93	11./	270				7.5
		eS	21	5	59.7	0.10			0.07	7.5						

r												Пр	одолж	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Sm	21	5	59.4	0.19		0.38								
KIS	209	eP	21	5	39.0						10.5	170				3.6
		Pm	21	5	40.0	0.16			0.04	9.5						
		eS	21	6	1.5											
		Sm	21	6	1.6	0.28		0.42								
		m	21	6	3.0	0.29	0.32	0.42								
CHRU	282	iP	21	5	48.1						10.8	379				3.8
		Pm	21	5	48.3	0.10			0.14	10.5						
		iS	21	6	18.2											
		Sm	21	6	23.8	0.30	0.85	0.66					4.1			
KSV	304	iP	21	5	50.6						11.0	412				3.9
		Pm	21	5	51.4	0.20			0.14	10.3						
		iS	21	6	23.1											
		Sm	21	6	27.0	0.20	0.51	0.32					3.9			
KMPU	306	iP	21	5	50.5						10.9	400				3.9
RAKU	311	iP	21	5	51.8						10.8	384				3.8
		Pm	21	5	53.0	0.30			0.21	10.2						
		iS	21	6	24.5											
		Sm	21	6	27.5	0.20	0.30	0.16					3.6			
NDNU	313	iP	21	5	51.4						10.9	391				3.8
		Pm	21	5	52.2	0.20			0.72	10.3						
		iS	21	6	23.6											
		Sm	21	6	35.5	0.30	0.21	0.20					3.6			
NSLU	361	iP	21	5	57.8						10.8	384				3.8
		Pm	21	5	59.6	0.40			0.13	10.0						
		iS	21	6	35.5											
		Sm	21	6	39.4	0.25	0.26	0.16					3.7			
STNU	362	iP	21	5	57.4						10.9	403				3.9
		iS	21	6	35.3											
KORU	375	iP	21	5	59.2						10.8	376				3.8
		iS	21	6	39.4											
HORU	378	iP	21	5	59.6						10.8	380				3.8
		Pm	21	5	59.8	0.20			0.04	10.5						
		iS	21	6	38.0											
		Sm	21	6	51.0	0.60	0.57	0.56					4.1			
TRSU	380	iP	21	5	59.9						10.8	372				3.8
TRSU		Pm	21	6	1.2	0.80			0.06	9.6						
		iS	21	6	39.9											

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Ницименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

												Пŗ	одолу	кение	табли	цы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Sm	21	6	56.8	0.95	0.10	0.05					3.3			
MEZ	384	iP	21	6	1.0						10.8	379				3.8
BRIU	395	iP	21	6	1.7						10.8	384				3.8
		Pm	21	6	2.1	0.20			0.11	10.1						
		iS	21	6	43.4											
		Sm	21	7	8.6	1.00	0.21	0.14					3.6			
BERU	407	+iP	21	6	3.2						10.9	390				3.8
		Pm	21	6	4.0	0.90			0.13	9.9						
		iS	21	6	45.8											
		Sm	21	7	17.7	1.15	0.12	0.02					3.3			
MUKU	421	+iP	21	6	5.2						10.9	385				3.8
		iS	21	6	49.7											
MORS	424	iP	21	6	6.2						10.8	373				3.8
		iS	21	6	50.6											
HOLU	443	iP	21	6	7.4						10.8	368				3.8
PNT3	453	iP	21	6	9.7											
UZH	456	iP	21	6	9.6						10.7	358				3.7
		Pm	21	6	11.3	0.70			0.01	8.6						
		iS	21	6	56.5											
		Sm	21	7	12.0	0.50	0.03	0.02					2.8			
STZU	469	iP	21	6	11.3						10.8	381				3.8
		iS	21	7	0.6											
SEV	566	eP	21	6	21.9						10.5	181				3.6
		Pm	21	6	23.8	0.41			0.04	11.1						
		eS	21	7	17.3											
		Sm	21	7	19.2	0.38	0.12	0.01					3.9			
SIM	588	eP	21	6	25.5						10.3	161				3.5
		Pm	21	6	28.5	0.59			0.05	11.1						
		eS	21	7	22.9											
		Sm	21	7	24.3	0.31	0.10	0.04					4.0			
YAL	603	eP	21	6	27.3						10.3	161				3.5
		Pm	21	6	30.0	0.21			0.01	10.8						
		eS	21	7	26.1											
		Sm	21	7	30.8	0.38	0.09	0.02					3.7			
ALU	617	eP	21	6	27.4						10.7	199				3.7
		Pm	21	6	27.9	0.39			0.01	10.6						
		eS	21	7	26.9											
SUDU	657	eP	21	6	33.1						10.7	205				3.7

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А.	Т.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

		1			1							Пŗ	одолу	кение	табли	цы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Pm	21	6	38.8	0.49			0.03	11.9						
		eS	21	7	37.4											
		Sm	21	7	40.7	0.46	0.17	0.16					4.2			
FEO	681	eP	21	6	35.4											
		Pm	21	6	36.2	0.36			0.01	11.6						
		eS	21	7	43.4											
		Sm	21	7	47.3	0.46	0.08	0.12					4.0			
					N	<u>28.</u>	6 авгус	та. Ка	рпаті	ы, р-н	Вранча	a.				
				0=	2ч 23	мин.	<i>30c;</i> φ=	45.56°	N; λ=	26.39°	E; h=1.	17.3 1	см;			
	$\frac{MD=3.1(10); Kp=9.2(7); KD=9.6(10); M}{2}$									MSH=	3.1(3	);				
GIUM	142	Р	2	23	55.8											
		S	2	24	14.3											
MILM	240	+iP	2	24	5.5						10.1	100				3.4
		Pm	2	24	5.6	0.24			0.02	9.0						
		eS	2	24	30.5											
		Sm	2	24	30.6	0.25		0.18								
KIS	246	eP	2	24	7.0						9.9	90				3.3
		Pm	2	24	7.3	0.15			0.01	9.2						
		eS	2	24	32.4											
		Sm	2	24	32.6	0.30		0.27								
KSV	323	eP	2	24	16.1						9.3	182				2.9
		Pm	2	24	32.2	2.80			0.06	9.0						
		iS	2	24	50.7											
		Sm	2	25	16.7	2.50	0.06	0.06					3.1			
NDNU	346	iP	2	24	18.2						9.2	178				2.9
		iS	2	24	56.0											
HORU	407	eP	2	24	27.1						9.1	166				2.8
		Pm	2	24	36.7	0.40			0.00	8.7						
		iS	2	25	8.4											
		Sm	2	25	22.1	0.60	0.05	0.05					3.0			
MORS	440	eP	2	24	30.2						9.0	160				2.8
		eS	2	25	16.3											
STZU	478	iP	2	24	35.1						9.0	160				2.8
		eS	2	25	24.1											
	584	eP	2	24	47.4						9.9	123				3.3
		Pm	2	24	48.7	0.47			0.01	8.8						
		eS	2	25	44.6											
		Sm	2	25	44.7	0.26		0.01								

												Пţ	одолу	кение	е табли	ацы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
YAL	622	eP	2	24	52.2											
		Pm	2	24	52.3	0.24			0.00	9.4						
		eS	2	25	55.3											
		Sm	2	25	55.5	0.40		0.01								
SUDU	678	eP	2	24	59.3						9.9	124				3.3
		Pm	2	24	59.9	0.22			0.00	10.1						
		eS	2	26	5.8											
		Sm	2	26	9.9	0.65	0.01	0.02					3.1			
					N	<u>≥</u> 29.	7 авгус	ста. Ка	рпат	ы, р-н	Вранч	a.				
				0=1	44 4	6мин	39.2c;	φ=45.6	5°N;	λ=26.5	- 1°E; h=	=121	км;			
				M	D=3.	6(14)	; Kp=9	.6(7); K	D=1	0.5(14)	; MSH=	=3.3(4	4);			
MILM	226	Р	14	47	14.3						10.7	230				3.7
		Pm	14	47	14.6	0.10			0.07	10.0						
		S	14	47	41.0											
		m	14	47	41.0	0.14	0.53	0.75								
		Sm	14	47	41.1	0.18		0.75								
KIS	232	Р	14	47	15.5						10.1	230				3.4
		Pm	14	47	18.8	0.26			0.62	10.5						
		S	14	47	40.6											
		Sm	14	47	40.7	0.27		0.78								
		m	14	47	43.0	0.25	0.64	0.78								
KSV	315	ePn	14	47	24.5						9.9	240				3.3
		Pm	14	47	26.2	0.10			0.04	8.4						
		eSn	14	47	58.7											
		Sm	14	48	26.2	0.10	0.05	0.01					2.8			
RAKU	318	ePn	14	47	24.6											
NDNU	333	ePn	14	47	26.3						10.2	289				3.5
		Pm	14	47	27.7	0.20			0.09	8.9						
		eSn	14	48	2.4											
		Sm	14	48	2.6	0.20	0.01	0.14					3.3			
NSLU	366	ePn	14	47	30.2						10.1	274				3.4
STNU	372	eP	14	47	31.4											
		ePn	14	47	31.4											
MEZ	391	ePn	14	47	33.9						10.5	319				3.6
	396	ePn	14	47	34.7						10.6	341				3.7
		Pm	14	47	35.1	0.10			0.02	9.3						
		eSn	14	48	15.6											
		Sm	14	48	17.9	0.15	0.01	0.31					3.7			

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А	l. T.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

												Пŗ	одолж	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
BRIU	399	ePn	14	47	34.6						10.8	373				3.8
MUKU	425	ePn	14	47	37.4						10.7	359				3.7
MORS	434	ePn	14	47	38.4						10.8	380				3.8
HOLU	447	ePn	14	47	40.3						10.8	368				3.8
STZU	475	ePn	14	47	43.9						10.6	349				3.7
SEV	576	Р	14	47	55.0						10.1	140				3.4
		Pm	14	47	56.3	0.38			0.02	9.8						
		S	14	48	53.0											
		Sm	14	48	53.2	0.36	0.02									
YAL	614	Р	14	48	0.9											
		S	14	49	3.3											
SUDU	669	Р	14	48	5.5						10.5	168				3.6
		Pm	14	48	8.9	0.20				10.5						
		S	14	49	14.1											
		Sm	14	49	17.3	0.50	0.03	0.02					3.3			
				N	⊵ 30.	9 аві	густа	Львовс	ская	обл., р·	н г.Ст	ебни	к			
				0=	19ч.	51ми	н 40.3с.	; φ=49.	29°N	$\lambda = 23.$	57°E; h	і=1 к	м;			
							MD=	1.0(3):	KD=	5.8(3):	,					
PNT3	3.3	ePg	19	51	41.0					(-),	4.4	19				0.2
		eSg	19	51	41.7											
SHIU	17	ePg	19	51	44.5						6.4	46				1.3
		eSg	19	51	46.0											
MORS	29	eSg	19	51	49.9											
STZU	76	ePσ	19	51	55.1						67	52				15
5120	70	CI g	17	51	21.0					~ .	Π	52				1.5
				<u>In</u>	<u>- 31. 3</u>	9 aBF	<u>усга.</u> Л	IBBOBC	KAN O	ол., р-1	н г.дро	<u>гоои</u> 2 7	ч.			
				0=	=224	I / ми	<i>ін 4с;</i> ф	=49.46	<u>~Ν; λ</u>	.=23.33	°E; h=.	2./ кл	И;			
	10	Б	22	17			MD=	:1.1(1);	KD=	=6.1(1);	6.1	20				1.0
PN13	19	ePg	22	17	1.7						6.1	39				1.2
ou uu	20	esg	22	17	10.5											
SHIU	29	esg	22	17	14.0											
MORS	46	eSg	22	17	19.0											
SIZU	83	eSg	22	17	30.9											L
					N⁰	32.1	14 авгу	ста. Ка	арпал	гы, р-н	Вранч	<b>I</b> a.				
	-	1	, I	М	D=3	.2(16	); Kp=9	9.0(4); 1	KD=9	9.7(16);	MSH=	2.9(4	);			
MILM	223	Р	17	18	19.5						10.5	220				3.6
		S	17	18	44.5											
		m	17	18	45.0	0.16	0.22	0.38								

h		•						1			1	Пŗ	одолу	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
KIS	228	Р	17	18	20.3											
		Pm	17	18	20.9	0.17			0.52	9.6						
		S	17	18	46.0											
		Sm	17	18	46.2	0.33		0.41								
		m	17	18	47.3	0.31	0.28	0.41								
KSV	316	iPn	17	18	29.2						10.0	263				3.4
		Pm	17	18	31.4	0.20			0.05	8.4						
		eSn	17	19	3.5											
		Sm	17	19	6.6	0.20	0.06	0.01					2.9			
RAKU	320	ePn	17	18	29.7											
NDNU	332	ePn	17	18	30.7						9.2	179				2.9
		Pm	17	18	31.8	0.20			0.07	8.5						
		eSn	17	19	5.7											
		Sm	17	19	6.6	0.30	0.01	0.07					3.0			
NSLU	368	ePn	17	18	35.1						10.1	275				3.4
KORU	381	ePn	17	18	35.8						9.4	191				3.0
TRSU	385	ePn	17	18	37.4						9.6	214				3.1
MEZ	392	iPn	17	18	38.1						9.1	167				2.8
HORU	395	ePn	17	18	38.4						9.5	197				3.0
		eSn	17	19	20.4											
BRIU	401	Pn	17	18	39.0						9.7	223				3.2
BERU	412	ePn	17	18	41.0						9.7	221				3.2
MUKU	427	ePn	17	18	42.4						10.8	375				3.8
HOLU	449	ePn	17	18	44.5						9.3	187				3.0
SHIU	464	iPn	17	18	46.6						9.2	177				2.9
STZU	477	ePn	17	18	48.2						9.3	179				2.9
SEV	573	Р	17	19	0.5						10.1	140				3.4
		Pm	17	19	0.7	0.27			0.01	9.6						
		S	17	19	58.8											
		Sm	17	19	59.8	0.43	0.01	0.01					2.9			
SUDU	666	S	17	20	18.8											
		Sm	17	20	22.6	0.34	0.03	0.00					3.0			
				№	33.1	6 аві	уста. Ј	Іьвовс	кая (	бл., р-	н г.Др	огобі	<u>нч.</u>			
						MD	=1.4(4)	; KD=6	5.6(4)	; ML=1	.3(1):					
PNT3	9.3	ePg	10	11	11.8			, *		,	5.1	24				0.6
	2.0	eSg	10	11	13.8						2.1					0.0
SHIU	22	ePg	10	11	15.0						7.1	63				1.7
		eSg	10	11	17.7											
L		. 0													a	

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А.	Т.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

	-											Пţ	одолж	кение	табли	<u>ицы 4.</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		m	10	11	25.8	1.00			0.14					1.3		
MORS	37	eSg	10	11	23.3											
STZU	78	ePg	10	11	25.6						7.1	64				1.7
HOLU	127	ePg	10	11	34.8						7.1	67				1.7
												~				
				<u>№</u> 3	4.20	авгу	ста. За	карпа	гье, р	о-н с.Н	ижнее	Сели	ище.			
					0=9	н 5ми	н 15с; (	φ= <i>48.2</i>	°N; λ	=23.56	°E; h=3	км;				
			M	D=1	.9(7),	: <i>Kp</i> =	7.8(4);	<i>KD</i> =7.	4(7);	ML=1.	8(7); M	SH=	1.7(4);			1
NSLU	8	iPg	9	5	16.3						7.2	66				1.8
		Pm	9	5	17.0	0.30			0.25	7.0						
		iSg	9	5	18.2											
		Sm	9	5	19.5	0.30	3.40	1.10					1.8			
		m	9	5	21.3	0.60			1.20					1.8		
KORU	32	ePg	9	5	21.1						7.5	78				1.9
		eSg	9	5	26.4											
		m	9	5	38.6	0.80			0.80					2.3		
MEZ	36	iPg	9	5	22.4						7.5	75				1.9
		m	9	5	40.6	0.90			0.03					0.9		
BRIU	43	iPg	9	5	24.0						7.5	79				2.0
		Pm	9	5	26.0	1.60			0.20	8.5						
		eSg	9	5	30.1											
		m	9	5	46.4	1.00			0.20					1.9		
		Sm	9	5	46.9	1.30	0.90	0.11					2.1			
TRSU	47	ePg	9	5	24.2						7.6	81				2.0
		Pm	9	5	25.4	1.20			0.03	7.7						
		eSg	9	5	29.7											
		Sm	9	5	45.6	1.40	0.11	0.20					1.6			
		m	9	5	59.4	1.00			0.20					1.9		
RAKU	49	iPg	9	5	23.5						7.2	68				1.8
		Pm	9	5	25.7	1.60			0.15	8.0						
		eSg	9	5	31.8											
		m	9	5	37.7	0.70			0.08					1.5		
		Sm	9	5	45.7	1.45	0.15	0.15					1.5			
MUKU	71	iSg	9	5	37.4											
HOLU	95	eSg	9	5	44.8											
STZU	115	iPg	9	5	35.3						7.5	77				1.9
		iSg	9	5	52.0											
		m	9	6	3.2	0.90			0.02					1.4		

												Пŗ	одол	жение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				№	35.2	21 ав	густа.	Львово	ская	обл., р <sup>.</sup>	-н г.Ст	ебни	к.			
				0=	=74 ŝ	87мин	ı 11.1c;	φ=49.2	29°N;	λ=23.5	55°E; h	=2 кл	и;			
						MD	=0.7(2)	; KD=:	5.3(2)	; ML=0	).6(1);					
PNT3	1.5	ePg	7	37	11.5						4.6	20				0.4
		eSg	7	37	11.8											
SHIU	16	ePg	7	37	14.4						6.0	37				1.1
		eSg	7	37	17.1											
		m	7	37	25.0	1.00			0.04					0.6		
MORS	30	eSg	7	37	21.6											
STZU	74	eSg	7	37	33.2											
				№	36.2	Заві	уста. Ј	Іьвовс	кая (	обл., р-	н г.Дро	огобі	<b>14.</b>			
				0=	13ч 2	20ми	н 54.5с;	· φ=49.	4°N; 1	λ=23.5.	2°E; h=	0.4 к	:м;			
						MD	=0.7(3)	; KD=:	5.3(3)	; ML=1	1.2(1);					
PNT4	12	ePg	13	20	56.8						4.5	18				0.3
		eSg	13	20	58.7											
PNT3	12	ePg	13	20	56.9						4.7	20				0.4
		eSg	13	20	58.7											
SHIU	23	ePg	13	20	58.9						6.6	50				1.4
		eSg	13	21	2.2											
		m	13	21	10.0	1.00			0.10					1.2		
MORS	41	eSg	13	21	8.0											
STZU	78	eSg	13	21	21.0											L
					N	₫ 37.	30 авгу	уста. К	арпт	ы, р-н	Вранча	a.				
				0=	7 <b>4</b> 0)	мин З	. <i>9c;</i> φ=	45.68°)	V; λ=	26.59°	E; h=14	10.9 к	:м;			
		1		Μ	D=3	.4(8);	Kp=10	D.0(8); I	KD=1	10.2(8);	MSH=	3.3(7	');		1	
GIUM	128	Р	7	0	30.2											
		S	7	0	48.7											
MILM	220	+iP	7	0	37.8						11.2	190				4.0
		Pm	7	0	38.0	0.16			0.76	10.6						
		iS	7	1	2.3											
		Sm	7	1	2.4	0.17		1.00								
KIS	225	+iP	7	0	39.0											
		Pm	7	0	39.3	0.23			0.81	10.8						
		iS	7	1	4.2											
		Sm	7	1	4.4	0.37		1.31								
KSV	315	iP	7	0	49.5						10.0	260				3.4
		Pm	7	0	51.4	0.20			0.02	9.4						

1       2       3       4       5       6       7       8       9       10       11       12       13       14       15       16       17         i       iS       7       124.4       i	,												Пŗ	одолу	кение	табли	1цы 4.
is       7       1   24.4  <	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sm       7       1 27.7       0.40       0.14       0.07       10       253       100       100       253       100       100       253       100       100       253       100       100       253       100       100       279       100       3.4       100       100       100       279       100 <t< td=""><td></td><td></td><td>iS</td><td>7</td><td>1</td><td>24.4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></t<>			iS	7	1	24.4											
RAKU       319 <pp< td="">       7       0       5.3        10.0       253        3.3         Pm       7       0       5.48       3.00        0.18       9.6        10.0       253        10.0       253        10.0       253        10.0       253        10.0       253        10.0       253        10.0       253        10.0       253        10.0       253        10.0       10.0       279        10.0       10.0       10.0       279        10.0       &lt;</pp<>			Sm	7	1	27.7	0.40	0.14	0.07					3.3			
Pm     7     0     54.8     3.00     0.18     9.6     I	RAKU	319	eP	7	0	50.3						10.0	253				3.3
is       7       1       25.4			Pm	7	0	54.8	3.00			0.18	9.6						
Sm       7       1       56.6       2.20       0.12       0.05       10.2       279       3.4         Pm       7       1       2.70       2.90       0.10       9.3       1       1       3.4         Pm       7       1       2.70       2.90       0.10       9.3       1       1       1       3.4         Sm       7       1       2.70       2.90       0.10       9.3       1			iS	7	1	25.4											
NDNU       330 iP       7       0<50.6       10.2       279       3.4         Pm       7       1       27.0       2.90       0.10       9.3       1       1       3.4         Sm       7       1       27.0       2.90       0.10       9.3       1 <th1< th="">       1       1</th1<>			Sm	7	1	56.6	2.20	0.12	0.05					3.2			
Pm       7       1       27.0       0.10       9.3       0       0       0         Sm       7       1       40.1       0.60       0.05       0       3.0       0         NSLU       367       7       1       40.1       0.60       0.05       0       9.8       233       0       3.2         Pm       7       1       40.3       0.00       0.08       9.5       0	NDNU	330	iP	7	0	50.6						10.2	279				3.4
is       7       1       27.4       0 <td></td> <td></td> <td>Pm</td> <td>7</td> <td>1</td> <td>27.0</td> <td>2.90</td> <td></td> <td></td> <td>0.10</td> <td>9.3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>			Pm	7	1	27.0	2.90			0.10	9.3						
Sm       7       1       40.1       0.60       0.06       0.05        3.0          NSLU       367       Pm       7       0       56.0       0       0.08       9.5       0       0       3.0       3.2         Pm       7       1       4.0       3.10       0.08       9.5       0       0       0.08       9.5       0       0       0.00			iS	7	1	27.4											
NSLU     367     P     7     0     56.0      0.08     9.5      0.08     9.5      0.08     9.5      0.08     9.5      0.08     9.5      0.08     9.5      0.08     9.5      0.08     9.5      0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.08     9.5     0.01     0.08     9.5     0.01 <t< td=""><td></td><td></td><td>Sm</td><td>7</td><td>1</td><td>40.1</td><td>0.60</td><td>0.06</td><td>0.05</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3.0</td><td></td><td></td><td></td></t<>			Sm	7	1	40.1	0.60	0.06	0.05					3.0			
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	NSLU	367	eP	7	0	56.0						9.8	233				3.2
es       7       1       35.6  <			Pm	7	1	4.0	3.10			0.08	9.5						
Sm       7       2       1.0       2.0       0.07       0.05       3.1       3.1         MORS       434       P       7       1       3.6       0       0.05       9.9       246       3.3         STZU       476       P       7       1       8.9       0       0       0.0       251       3.3         STZU       476       P       7       1       8.9       0       0       0.0       251       3.3         STZU       476       P       7       1       8.9       0       0       0       0.10.0       251       3.3         STZU       476       P       7       1       8.8       0       0       0       0       0       0.0       0.0       0 <th< td=""><td></td><td></td><td>eS</td><td>7</td><td>1</td><td>35.6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></th<>			eS	7	1	35.6											
MORS       434       P       7       1       3.6        9.9       246        3.3         STZU       476       P       7       1       49.7         9.9       246        3.3         STZU       476       P       7       1       8.9         10.0       251         3.3         STZU       476       P       7       1       8.8          10.0       251         3.3         STZU       476       P       7       1       58.8            3.3         SIM       594       6S       7       2       23.2       0.52       0.01       0.01			Sm	7	2	1.0	2.20	0.07	0.05					3.1			
is       7       1       49.7  <	MORS	434	iP	7	1	3.6						9.9	246				3.3
STZU       476 eP       7       1       8.9       10.0       251       3.3         SIM       594 eS       7       2       20.9       10.0       251       3.3         SIM       594 eS       7       2       20.9       10.0       251       10.0       251       3.3         SIM       594 eS       7       2       20.9       10.0       251       10.0       10			iS	7	1	49.7											
is       7       1       58.8	STZU	476	eP	7	1	8.9						10.0	251				3.3
SIM $594 \text{ eS}$ 7       2 $20.9$			iS	7	1	58.8											
Sm       7       2       23.2       0.52       0.02       0.05       3.5	SIM	594	eS	7	2	20.9											
YAL       608 eP       7       1       23.8       Image: constraint of the structure of the struc			Sm	7	2	23.2	0.52	0.02	0.05					3.5			
$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	YAL	608	eP	7	1	23.8											
es       7       2       23.6  <			Pm	7	1	24.1	0.25			0.01	9.6						
Sm       7       2       2.7.4       0.35       0.01       0.00       3.0       3.0         SUDU       664 +eP       7       1       29.9       0       0       10.3       150       3.5         Pm       7       1       30.8       0.34       0.02       11.1       0       0       3.5         is       7       2       37.2       0       0       0       10.3       150       0       0         is       7       2       37.2       0       0       0       1       3.7       0       0         Sm       7       2       41.2       0.56       0.01       0.06       0       3.7       0       0         Ne 38.3 centra6ps. Kapnatu, p-n Bpan4a.         O=114 52.004 52.4c; $\varphi=45.5^\circ$ N; $\lambda=26.33^\circ$ E; $h=128$ KM;         MD=4.1(23); Kp=11.4(16); KD=11.4(23); MSH=4.1(16);         GIUM 147 P       11       53       19.2       0			eS	7	2	23.6											
SUDU       664 +eP       7       1       29.9       10.3       150       3.5         Pm       7       1       30.8       0.34       0.02       11.1       1       1       3.5         is       7       2       37.2       1       0.02       11.1       1			Sm	7	2	27.4	0.35	0.01	0.00					3.0			
Pm       7       1       30.8       0.34       0.02       11.1       I <thi< th="">       I</thi<>	SUDU	664	+eP	7	1	29.9						10.3	150				3.5
is       7       2       37.2			Pm	7	1	30.8	0.34			0.02	11.1						
Sm       7       2       41.2       0.56       0.01       0.06       3.7         Nº 38.3 сентября. Карпаты, р-н Вранча. $0=114$ 52 $M$ uh 52.4 $c$ ; $\phi=45.5^{\circ}N$ ; $\lambda=26.33^{\circ}E$ ; $h=128$ KM; $MD=4.1(23)$ ; $Kp=11.4(16)$ ; $KD=11.4(23)$ ; $MSH=4.1(16)$ ;         GIUM 147 P       11       53       19.2       Image: Colspan="4">Image: Colspan="4">I			iS	7	2	37.2											
№ 38. 3 сентября. Карпаты, р-н Вранча.         0=114 52.4c; φ=45.5°N; λ=26.33°E; h=128 км;         MD=4.1(23); Kp=11.4(16); KD=11.4(23); MSH=4.1(16);         GIUM 147 P       11       53       19.2         GIUM 147 P       11       53       10.0         GIUM 147 P       11       53       0.1       11.4(16); KD=11.4(23); MSH=4.1(16);         GIUM 147 P       11       53       0.1       1.4(16); KD=11.4(23); MSH=4.1(16);         GIUM 147 P       11       53       0.1       1.1.4(16); KD=11.4(23); MSH=4.1(16);         CHRU 313+iP       11       53       0.52       11.0       CHRU 313+iP       11       53       0.52       11.0       0         III       53       0.60       0.52       11.0       0         III       53       0.60       0.52       11.0       0         III			Sm	7	2	41.2	0.56	0.01	0.06					3.7			
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $						№	38.3	сентя	бря. Ка	арпат	гы, р-н	Вранч	ıa.				
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $					0=	1145	2мин	52.4c	$\omega = 45.4$	5°N: 7	$\lambda = 26.3^{\circ}$	$3^{\circ}E:h=$	128	KM.			
GIUM       147 P       11       53       19.2       Import (10), RD=11.4(10), RD=11.4					MD-	-4 10	23).	$K_{n-11}$	<u>4(16)</u> , 1	к <u>п</u> -1	11 4(23	). MSH	-4 10	(16).			
KIS       254 P       11       53 17.2       11       53 17.2       11       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.2       11.4       498       4.1         Pm       11       53       37.9       0.60       0.52       11.0       11.4       498       4.1         Image: state st	GIUM	147	р	11	52	107	<i>23)</i> , 1	<u></u>	, I	1	1.7(23)	, 11,511	-7.1	1 <i>0)</i> ,			
CHRU     313     +iP     11     53     57.6     11.4     498     4.1       Pm     11     53     37.9     0.60     0.52     11.0     11.4     498     4.1       is     11     54     12.4     0.52     11.0     0.52     11.0     0.52       Sm     11     54     30.3     0.80     1.00     0.92     0.52     4.2	KIS	25/	r P	11	53	30.1											<u> </u>
Pm     11     53     37.9     0.60     0.52     11.4     4.0       iS     11     54     12.4           Sm     11     54     30.3     0.80     1.00     0.92      4.2	CHRIT	313	- +iP	11	53	37.6						11 4	498				<u>4</u> 1
iS     11     53     57     500     50.52     11.0       iS     11     54     12.4     11     11     11       Sm     11     54     30.3     0.80     1.00     0.92     4.2       KSV     328.iP     11     53     39.2     11     53     4.2		515	Pm	11	53	37.0	0.60			0.52	11.0	11.4	-70				
Sm         11         54         30.3         0.80         1.00         0.92         4.2           KSV         328.iP         11         53         39.2         11         53         4.2         4.2			iS	11	54	124	0.00			0.52	11.0						
KSV 328_iP 11 53 39.2 11 5 520 4.2 4.2 4.2			Sm	11	5/	30.3	0.80	1.00	0 02					4 2			
	KSV	378	_iP	11	52	30.3	0.00	1.00	0.92			11 5	520	4.2			12

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Ницименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

		-										Пŗ	одолу	кение	табли	цы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Pm	11	53	41.1	0.60			0.48	11.0						
		iS	11	54	15.6											
		Sm	11	54	18.2	0.75	0.88	0.67					4.2			
KMPU	341	eP	11	53	40.8						11.5	520				4.2
		iS	11	54	15.8											
NSLU	371	+iP	11	53	44.3						11.7	584				4.3
		Pm	11	53	56.2	0.70			0.13	10.7						
		iS	11	54	24.2											
		Sm	11	54	36.0	0.90	0.59	0.28					4.0			
KORU	383	eP	11	53	45.8						11.4	501				4.1
		iS	11	54	26.9											
STNU	383	-iP	11	53	46.0						11.5	522				4.2
		iS	11	54	27.3											
TRSU	386	eP	11	53	46.4						11.4	500				4.1
		Pm	11	54	0.7	0.70			0.27	10.5						
		iS	11	54	27.6											
		Sm	11	54	45.3	0.95	0.27	0.06					3.7			
MEZ	397	+iP	11	53	47.5						11.4	506				4.1
		iS	11	54	29.8											
BRIU	403	eP	11	53	47.8						11.5	513				4.1
		Pm	11	53	59.4	0.80			0.42	11.2						
		iS	11	54	31.2											
		Sm	11	54	54.5	1.20	0.84	0.79					4.3			
BERU	413	eP	11	53	49.5						11.3	475				4.0
		Pm	11	54	9.0	0.80			0.47	10.8						
		eS	11	54	33.2											
		Sm	11	55	6.3	1.05	0.24	0.09					3.7			
HORU	413	iP	11	53	49.7						11.4	507				4.1
		Pm	11	53	50.8	0.40			0.13	11.0						
		iS	11	54	34.0											
		Sm	11	54	41.3	0.60	0.85	0.58					4.3			
MUKU	429	+iP	11	53	51.2						11.4	490				4.1
		iS	11	54	37.0											
MORS	444	+iP	11	53	53.2						11.4	500				4.1
		iS	11	54	40.4											
HOLU	450	-iP	11	53	53.7						11.4	508				4.1
UZH	463	eP	11	53	55.7						11.4	510				4.1
		Pm	11	54	15.8	1.20			0.04	10.0						

		_										Пр	одолу	кение	табли	цы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		iS	11	54	44.3											
		Sm	11	55	31.3	1.80	0.18	0.15					3.7			
SHIU	471	eP	11	53	56.9						11.4	510				4.1
		Pm	11	54	29.5	1.00			0.10	10.1						
		iS	11	54	46.2											
		Sm	11	55	5.0	1.15	0.14	0.06					3.5			
PNT3	472	+iP	11	53	57.0											
PNT4	473	-iP	11	53	57.2											
		iS	11	54	46.2											
STZU	481	+iP	11	53	57.8						11.4	499				4.1
		iS	11	54	47.8											
LVV	510	iP	11	54	1.2						11.4	493				4.1
		Pm	11	54	14.9	0.70			0.19	11.0						
		-iS	11	54	54.2											
		Sm	11	55	10.6	1.15	0.45	0.40					4.2			
SEV	588	+eP	11	54	9.7						11.4	304				4.1
		Pm	11	54	11.2	0.36			0.10	12.5						
		eS	11	55	7.8											
		Sm	11	55	11.6	0.98	0.50	0.53					4.2			
SIM	613	+eP	11	54	13.1						11.4	300				4.1
		Pm	11	54	17.3	0.58			0.34	13.1						
		eS	11	55	13.6											
		Sm	11	55	21.6	0.89	0.73	0.93					4.6			
YAL	626	eP	11	54	14.2						10.8	227				3.8
		Pm	11	54	17.6	0.55			0.07	12.0						
		eS	11	55	15.8											
		Sm	11	55	29.8	0.79	0.19	0.20					4.0			
ALU	640	+eP	11	54	14.4						11.0	250				3.9
		Pm	11	54	15.8	0.43			0.05	11.5						
		eS	11	55	18.5											
		Sm	11	55	23.9	0.43	0.06	0.12					4.0			
SUDU	683	+P	11	54	20.9						10.8	220				3.8
		Pm	11	54	32.9	0.50			0.23	12.8						
		eS	11	55	29.1											
		Sm	11	55	35.5	0.53	0.23	0.44					4.5			
SEV	588	+eP	11	54	9.7						11.4	304				4.1
FEO	709	eP	11	54	26.9											
		Pm	11	54	36.8	0.47			0.16	12.4						

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А.	. Т.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

												Пŗ	одолж	кение	табли	цы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		eS	11	55	39.4											
		Sm	11	55	43.2	0.39	0.10	0.18					4.4			
				J	<u>№</u> 39	. 5 ce	нтября	а. Зака	рпат	ье, р-н	г.Ужг	ород.				
				0=	21ч.	51ми	н 12.6с,	; φ=48.	55°N	; λ=22.	38°E; h	=8 к	м;			
						MD	=1.3(7)	; KD=0	6.3(7)	; ML=0	).9(6);					
HOLU	3.1	ePg	21	51	14.2						5.1	24				0.6
		-iSg	21	51	15.6											
UZH	11	ePg	21	51	15.3						5.8	34				1.0
		+iSg	21	51	17.0											
		m	21	51	33.7	1.40			0.05					0.7		
MUKU	25	ePg	21	51	17.7						6.0	38				1.1
		iSg	21	51	21.3											
		m	21	51	30.4	1.45			0.04					0.9		
BERU	41	ePg	21	51	20.7						7.5	76				1.9
		iSg	21	51	25.6											
		m	21	51	29.9	1.50			0.02					0.8		
BRIU	53	ePg	21	51	22.3						6.9	58				1.6
		iSg	21	51	29.4											
		m	21	51	41.1	1.40			0.03					1.1		
STZU	54	ePg	21	51	22.4						6.6	51				1.5
		eSg	21	51	29.9											
		m	21	51	35.3	1.50			0.03					1.1		
KORU	71	iSg	21	51	36.1											
MEZ	84	eSg	21	51	37.4											
NSLU	89	iPg	21	51	28.3						6.4	45				1.3
		m	21	51	46.0	1.15			0.01					1.0		
					№	40.7	сентя	бря. К	арпа	гы, р-н	Вранч	ıa.				
				0=	23ч 2	2мин	1.1c; c	p=45.4	3°N; 1	λ=26.19	9°E; h=	136 r	см;			
				ML	)=3.8	8(10);	Kp=10	).9(6); 1	KD=1	10.9(10	); MSH	=3.4(	6);			
GIUM	157	Р	23	22	29.6											
		S	23	22	50.6											
KIS	267	Р	23	22	40.7											
CHRU	319	ePn	23	22	45.9						10.2	289				3.5
		eSn	23	23	21.0											
RAKU	327	ePn	23	22	47.4											
KSV	332	ePn	23	22	47.2						10.6	346				3.7
SORM	343	Р	23	22	48.6				1							

h												Hp	одолу	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
KMPU	349	ePn	23	22	48.6						10.6	348				3.7
		eSn	23	23	25.8									L		
NDNU	363	ePn	23	22	50.9									L		
		Pm	23	23	0.3	0.10			0.17	11.6				1		
		eSn	23	23	29.2									L		
		Sm	23	23	29.5	0.20	0.01	0.09					3.1	1		
NSLU	372	ePn	23	22	52.3									L		
KORU	382	ePn	23	22	53.2						10.8	373				3.8
TRSU	385	ePn	23	22	54.4											
STNU	387	ePn	23	22	54.6									1		
MEZ	399	ePn	23	22	54.6											
BRIU	403	ePn	23	22	56.2						11.0	422				3.9
BERU	412	ePn	23	22	56.6						11.1	425				3.9
HORU	421	ePn	23	22	57.6						11.1	430				3.9
MUKU	429	ePn	23	22	58.6											
		Pm	23	22	59.5	0.30			0.11	12.0						
		eSn	23	23	44.5											
		Sm	23	23	57.5	0.20	0.87	0.01					4.2			
MORS	446	ePn	23	23	0.5											
HOLU	450	ePn	23	23	1.2						11.5	520				4.2
UZH	463	ePn	23	23	2.8											
SHIU	473	ePn	23	23	3.7											
STZU	481	ePn	23	23	4.6											
SEV	597	Р	23	23	19.1						10.8	220				3.8
		Pm	23	23	19.8	0.48			0.01	11.0						
		S	23	24	20.2											
		Sm	23	24	22.8	1.01	0.03	0.10					3.4			
YAL	635	Р	23	23	24.1											
		Pm	23	23	24.2	0.31			0.01	10.0						
		S	23	24	29.4											
		Sm	23	24	31.6	0.61	0.01	0.02					3.0			
ALU	650	Р	23	23	25.4											
		Pm	23	23	25.6	0.56			0.01	10.2						
		S	23	24	32.8											
		Sm	23	24	35.5	0.49	0.01	0.01					3.1			
SUDU	693	P	23	23	28.3		0.01	5.01			10.8	220	5.1			3.8
2020		Pm	23	23	45.7	0.36			0.01	10.7	10.0					5.0
		S	23	24	38.1					- 0.7						
		2	<i>J</i>	-∠-†	50.1	1									1	1

### Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Ницименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

			· · · ·				•				Пţ	одолу	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Sm	23	24	41.6 0.44	4 0.02	0.02					3.3			
				<u>№</u> 4	1. 12 сен	тября	Львовс	ская (	обл., р-	н г.Тр	уска	вец.			
				0=	21ч 11ми	н 33.5с;	φ=49.2	28°N;	λ=23.5	3°E; h=	=1.4	км;			
						MD=	=0.3(3);	KD=	4.5(3);						
PNT3	1.4	ePg	21	11	34.0					4.3	16				0.1
		eSg	21	11	34.4										
PNT4	2.3	ePg	21	11	34.0					4.4	18				0.2
		eSg	21	11	34.6										
PNT5	3.7	ePg	21	11	34.4					4.7	20				0.4
		eSg	21	11	35.2										
SHIU	14	eSg	21	11	39.4										
					<u>№</u> 42.	19 сентя	абря. К	арпа	ты, р-і	н Вран	ча.				
				0=2	Зч 11мин	ı 12.3c;	φ=45.6	9°N; 1	λ=26.6	$^{\circ}E; h=1$	37.8	км;			
				ML	D=3.7(18)	); Kp=10	0.3(5); 1	KD=1	0.6(18)	; MSH	=3.5(	(5);			
GIUM	127	P	23	11	38.0										
		S	23	11	56.0										
MILM	218	Р	23	11	45.4										
KIS	224	Р	23	11	47.5										
CHRU	294	eSg	23	12	26.7										
SORM	302	P	23	11	55.7										
KSV	314	-iPn	23	11	57.8					10.8	385				3.8
		Pm	23	12	0.7 1.2	)		0.03	10.3						
		eSn	23	12	31.3										
		Sm	23	12	36.5 1.2	0.30	0.20					3.7			
KMPU	319	-iPn	23	11	57.5					10.6	347				3.7
		eSn	23	12	30.5										
NDNU	328	-iPn	23	11	58.9					10.7	356				3.7
		Pm	23	11	59.0 0.0	5		0.01	10.0						
		eSn	23	12	32.0										
		Sm	23	12	33.8 0.9	0.02	0.20					3.4			
NSLU	367	-iPn	23	12	4.0	<u> </u>				10.6	344				3.7
STNU	371	ePn	23	12	3.3					10.7	361				3.7
	380	-iPn	23	12	5.7					10.7	364				3.7
TRSU	385	ePn	23	12	6.2					10.6	345				3.7
MEZ	391	ePn	23	12	7.5					10.6	333				3.6
HORU	392	-iPg	23	12	6.6	<u> </u>	ļ			10.4	305				3.5
1		Pm	23	12	7.10.3	)		0.06	10.5						1

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

	-	_										Пŗ	одолу	кение	табли	<u>ицы 4.</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		eSg	23	12	47.3											
		Sm	23	12	50.1	0.70	0.50	0.10					3.9			
BRIU	400	+iPn	23	12	8.3						10.4	312				3.6
BERU	412	+iPn	23	12	9.7						10.2	284				3.5
MUKU	427	-iPn	23	12	10.1						10.6	346				3.7
MORS	433	ePn	23	12	13.1						10.8	380				3.8
HOLU	448	+iPn	23	12	13.4						10.4	302				3.5
UZH	461	+iPn	23	12	15.2						10.7	354				3.7
STZU	476	-iPn	23	12	17.8						10.6	337				3.6
SEV	570	eP	23	12	27.9						10.5	170				3.6
		Pm	23	12	28.7	0.36			0.00	9.7						
		eS	23	13	23.4											
		Sm	23	13	27.0	0.31	0.02	0.02					3.2			
SIM	593	eS	23	13	28.6											
YAL	608	eS	23	13	30.4											
ALU	622	S	23	13	35.1											
SUDU	663	eP	23	12	38.4						10.5	172				3.6
		Pm	23	12	39.7	0.34			0.01	11.1						
		eS	23	13	43.8											
		Sm	23	13	47.1	0.66		0.09					3.5			
			J	<b>№</b> 43	. 28	сентя	бря. З	акарпа	тье.	р-н с.Н	ижнее	Сел	ише.			
				0=	=12u	43 MU	н 25 8с	$\cdot \omega = 48$	31°N	$\gamma \cdot \lambda = 23$	65°E · k	$=4 \kappa$	M.			
			MD	-20	<u>124</u>	· Vn_	7 8(7)	$\frac{V}{V}$ -7	5/12	MI = 1	10(0)	<u>исн</u>	-1.8(7)			
NSLII	10	iΡα	12	<u>/_2.0</u> //3	20.8	$\kappa p_{-}$	.7.0(7),	KD=7.	5(15)	), ₩1L-1	7.8	88	-1.0(7)			2.1
NSLU	19	n g Dm	12	43	29.0	0.10			0.30	7.0	7.0	00				2.1
		iSa	12	43	32.0	0.10			0.50	1.7						
		Sm	12	43	32.9	0.20	2 25	1 10					2.1			
		m	12	43	33.1	0.20	2.23	1.10	1 20				2.1	23		
MEZ	25	iDa	12	43	30.0	0.10			1.20		7.6	80		2.3		2.0
WIEZ	25	n g Pm	12	43	31.1	0.15			0.30	8 1	7.0	00				2.0
		iSa	12	43	31.1	0.15			0.50	0.1						
		Sm	12	43	34.5	0.13	1 50	0.05					2.0			
		m	12	43	34.0	0.13	1.50	0.05	0.50				2.0	2.0		
	12	iΡσ	12	43	33.3	0.02			0.50		76	ดว		2.0		2.0
	42	Pm	12	43	36.0	1.00			0.07	76	7.0	02				2.0
		iSa	12	43	30.9	1.00			0.07	/.0						
		Sm	12	43	15 0	0.00	0.20	0.10					15			<u> </u>
		5III m	12	43	4J.8 56 F	0.90	0.20	0.10	0.20				1.3	2.0		<u> </u>
		111	12	43	10.5	0.90			0.30					2.0		1

i			, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		1							Пŗ	одолх	кение	табли	<u>ицы 4.</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
BRIU	47	iPg	12	43	34.6						7.5	76				1.9
		Pm	12	43	38.3	1.30			0.10	7.9						
		iSg	12	43	41.1											
		m	12	43	44.0	0.63			0.17					1.8		
		Sm	12	43	46.0	1.00	0.20	0.30					1.8			
RAKU	50	iPg	12	43	34.9						7.7	86				2.1
		Pm	12	43	36.6	0.12			0.08	7.6						
		iSg	12	43	41.8											
		Sm	12	43	44.0	0.20	0.10	0.10					1.4			
		m	12	43	44.1	0.20			0.30					2.1		
TRSU	57	ePg	12	43	35.4						7.4	75				1.9
		eSg	12	43	44.1											
MUKU	73	ePg	12	43	39.9						7.3	72				1.9
		eSg	12	43	48.3											
		m	12	43	52.1	0.30			0.04					1.4		
BERU	75	ePg	12	43	38.6						7.5	78				1.9
		Pm	12	43	42.8	1.50			0.04	7.4						
		iSg	12	43	48.9											
		m	12	43	51.9	0.60			0.04					1.5		
		Sm	12	43	57.4	1.05	0.04	0.04					1.2			
STNU	77	iPg	12	43	40.5						7.5	76				1.9
		eSg	12	43	49.7											
HOLU	97	iPg	12	43	42.6						7.5	77				1.9
		eSg	12	43	56.0											
SHIU	104	ePg	12	43	45.3						7.5	78				1.9
RAKU	50	iPg	12	43	34.9						7.7	86				2.1
		Pm	12	43	36.6	0.12			0.08	7.6						
		iSg	12	43	41.8											
		Sm	12	43	44.0	0.20	0.10	0.10					1.4			
		m	12	43	44.1	0.20			0.30					2.1		
TRSU	57	ePg	12	43	35.4						7.4	75				1.9
		eSg	12	43	44.1											
MUKU	73	ePg	12	43	39.9						7.3	72				1.9
		eSg	12	43	48.3											
					N	44.3	октяб	ря. Pv	мын	ua. Mai	рмарот	п.				
				0=	=184	Змин	41.6c;	φ=47.8	85°N;	λ=23.3	31°E; h	=6 кл	и;			
			M	<u>D=1</u>	. <u>5(3)</u>	: <i>Kp</i> =	7.3 <u>(3);</u>	<u>KD=6</u> .	<u>8(3);</u>	ML=1.	<u>5(3); M</u>	<u>SH</u> =	1.4 <u>(3);</u>			
KORU	36	iSg	18	3	53.2											
								1	34							

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив 2	4. <i>T</i> .,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

												Пŗ	одолж	кение	табли	<u>ицы 4.</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
TRSU	38	eSg	18	3	54.2											
NSLU	40	iPg	18	3	49.4						6.8	54				1.5
		Pm	18	3	49.6	0.20			0.02	7.0					ļ	
		iSg	18	3	54.7											
		m	18	3	55.4	0.15			0.09					1.5		
		Sm	18	3	56.7	0.20	0.12	0.06					1.3		ļ	
BRIU	58	iPg	18	3	52.0						6.8	54				1.5
		Pm	18	3	52.3	0.20			0.01	7.5						
		iSg	18	4	0.1											
		m	18	4	0.6	0.13			0.03					1.2	ļ	
		Sm	18	4	1.1	0.10	0.17	0.00					1.6			
BERU	65	eSg	18	4	1.2											
RAKU	67	ePg	18	3	53.8						6.8	54				1.5
		Pm	18	3	55.1	0.10			0.04	7.5						
		iSg	18	4	2.5											
		Sm	18	4	3.5	0.22	0.10	0.05					1.5			
		m	18	4	3.8	0.20			0.08					1.7		
MEZ	75	eSg	18	4	4.7											
MUKU	81	iSg	18	4	6.8											
					№	45.7	7 ноябр	оя. Зака	арпа	гье, р-і	н с.Угл	я.				
				0=	11ч 5	4мин	56.5c;	φ=48.1	6°N;	λ=23.6	59°E; h=	=3.1	км;			
			M	D=1.	5(5);	Kp=	7.3(2);	KD=6.	7(5);	ML=1.	5(4); M	SH=	1.5(2);			
NSLU	18	iPg	11	54	59.9	1					6.8	56				1.6
		Pm	11	55	0.3	0.14			0.15	7.2						
		iSg	11	55	2.8											
		Sm	11	55	3.2	0.18	0.84	0.14					1.6			
		m	11	55	3.9	0.16			0.56					1.9		
RAKU	38	iPg	11	55	3.7						6.7	54				1.5
		m	11	55	4.0	0.15			0.15					1.7		
		Pm	11	55	4.1	0.20			0.10	7.4						
		iSg	11	55	9.4											
		Sm	11	55	10.6	0.19	0.10	0.19					1.4			
	41	ePg	11	55	3.4						6.7	53			. <u> </u>	1.5
		eSg	11	55	10.2											
MEZ	42	iPg	11	55	4.8						6.6	50				1.4
		iSg	11	55	10.0											
		m	11	55	10.4	0.15			0.05					1.2		
BRIU	53	iPg	11	55	6.5						6.6	50				1.4

												Пţ	одолу	кение	табли	ицы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		iSg	11	55	14.0											
		m	11	55	22.2	0.60			0.04					1.3		
STZU	124	eSg	11	55	36.3											
					N	2 46.	10 нояб	бря. Ка	рпат	ъ, р-н	Вранч	a.				
				0=1	14 5.	Змин	57.8c;	φ=45.5	7°N;	λ=26.3	5°E; h=	=154	км;			
				М	D=3	1(12	); Kp=9	9.7(3); 1	KD=9	9.6(12);	MSH=	2.9(3	);			-
GIUM	145	Р	11	54	26.3											
		S	11	54	47.8											
KIS	248	Р	11	54	36.2											
RAKU	320	+iP	11	54	44.9						9.6	215				3.1
		Pm	11	54	46.0	0.60			0.11	9.0						
		iS	11	55	20.1											
		Sm	11	55	22.8	1.05	0.02	0.02					2.5			
KSV	321	-iP	11	54	45.0						9.6	213				3.1
NDNU	345	iP	11	54	46.8						9.6	213				3.1
		iS	11	55	25.0											
NSLU	366	-iP	11	54	49.9						9.6	208				3.1
KORU	378	iP	11	54	51.4						9.6	211				3.1
MEZ	392	+iP	11	54	53.5						9.5	205				3.1
BRIU	398	-iP	11	54	53.9						9.6	214				3.1
BERU	409	+iP	11	54	55.3						9.5	203				3.1
MUKU	424	-iP	11	54	56.7						9.5	199				3.0
HOLU	445	-iP	11	54	59.2						9.5	199				3.0
SEV	587	eP	11	55	14.5						9.9	128				3.3
		Pm	11	55	16.1	0.27			0.01	9.5						
		eS	11	56	13.2											
		Sm	11	56	15.7	0.44	0.01	0.01					2.8			
SUDU	681	eP	11	55	27.0						9.8	118				3.2
		Pm	11	55	28.5	0.22			0.00	10.5						
		eS	11	56	35.1											
		Sm	11	56	37.8	0.92	0.03	0.02					3.1			
					N	47.2	26 нояб	бря. Ру	мын	ия, Ма	рмароі	п.				
					0=23	ч 51л	иин 2.9	<i>c;</i> φ=48	8°N; 7	l=23.14	4°E; h=	6 км;				
			M	D=1	.2(5);	Kp=	6.1 <u>(4)</u> ;	<i>KD</i> =6.	<u>1(5);</u>	ML=1.	2(5); M	SH=	1.0(4);			
TRSU	17	iPg	23	51	6.3						6.0	37				1.1
		Pm	23	51	6.8	0.10			0.07	6.0						
		iSa	23	51	9.0											

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А.	Т.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.	

-												Пŗ	одолу	кение	табли	цы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Sm	23	51	9.4	0.20	0.13	0.12					0.9			
		m	23	51	9.8	0.10			0.10					1.1		
KORU	18	iPg	23	51	6.5						6.2	41				1.2
		Pm	23	51	6.7	0.20			0.09	6.0						
		iSg	23	51	9.2											
		Sm	23	51	9.6	0.20	0.10	0.10					0.8			
		m	23	51	9.7	0.20			0.18					1.4		
NSLU	32	iPg	23	50	48.8						6.3	43				1.3
		Pm	23	50	49.2	0.10			0.01	6.2						
		iSg	23	50	53.6											
		Sm	23	50	54.4	0.20	0.30	0.10					1.5			
		m	23	50	54.9	0.20			0.11					1.5		
BRIU	39	iPg	23	51	10.0						6.0	38				1.1
		Pm	23	51	10.3	0.10			0.01	6.2						
		iSg	23	51	15.1											
		Sm	23	51	16.4	0.16	0.00	0.06					0.9			
		m	23	51	16.5	0.14			0.03					1.0		
STZU	119	ePg	23	51	24.2						6.1	40				1.2
		iSg	23	51	38.9											
		m	23	51	41.0	0.15			0.01					1.1		
				J	<b>№</b> 48	. 3 ле	кабря.	Львор	ская	г обл., 1	о-н с.В	елин				
				0=3	2111 2	5 <sub>MUU</sub>	49 1c.	$\omega = 50.0$	)6°N·	$\lambda = 24$	$6^{\circ}F \cdot h$	=4.3	км.			
			MD	-2 A	(15)	· Kn-	8 8(5)	$\frac{\psi}{KD-8}$	3(15)	MI =	$2 3(3) \cdot 1$	MSH	$-2 \Lambda(5)$	•		
IVV	72	eΡσ	21	<u>-2.</u> 4	23	. кр–	0.0(5),	KD=0.	5(15)	, ₩1L-1	82	108	-2.7(5),	,		23
	12	m	21	26	2.5 4.4	0.50			0.20		0.2	100		2.1		2.5
		eSa	21	20	11.6	0.50			0.20					2.1		
MORS	130	eΡσ	21	26	13.0						81	102				23
MORD	150	eSa	21	20	30.6						0.1	102				2.5
	133	eDα	21	20	13.6						8 1	103				23
	155	eSa	21	26	31.9						0.1	105				2.5
DNT3	13/	eDg	21	20	13.8						87	100				23
11115	154	eSa	21	20	31.8						0.2	107				2.5
ρντη	135	eDa	21	20	13.0						83	115				2.4
HORI	142	ePa	21	20	14.7						83	115				2.4
noke	172	Pm	21	20	16.3	0.20			0.04	0.0	0.5	115				2.7
		eSa	21	20	33.6	0.20			0.04	9.0						
		Sm	21	20	32.0	0.40	0.41	0.22					25			
		m	21	20	10.0	0.40	0.41	0.22	0.07				2.5	2 1		
		ա	∠1	∠0	+0.0	0.50			0.07					2.1		

												Πţ	одолу	кение	табли	ацы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SHIU	148	ePg	21	26	16.2						8.2	106				2.3
		eSg	21	26	35.7											
STNU	154	ePg	21	26	17.2						8.2	109				2.3
		eSg	21	26	37.3											
KSV	195	ePn	21	26	22.0						8.3	112				2.4
		Pm	21	26	24.0	0.30			0.06	9.7						
		eSn	21	26	46.8											
		Sm	21	26	48.4	0.25	0.15	0.88					3.0			
		m	21	26	50.2	0.20			0.17					2.7		
KMPU	199	ePn	21	26	23.7						8.3	116				2.4
		eSn	21	26	48.4											
MEZ	202	ePn	21	26	23.8						8.2	111				2.4
STZU	205	ePn	21	26	25.0						8.2	111				2.4
		Pm	21	26	27.6	0.60			0.05	8.4						
		eSn	21	26	49.5											
		Sm	21	26	55.1	0.50	0.10	0.01					2.1			
RAKU	234	ePn	21	26	28.9						8.3	116				2.4
		Pm	21	26	30.8	0.10			0.01	8.8						
		eSn	21	26	57.1											
		Sm	21	27	1.2	0.30	0.01	0.18					2.4			
NSLU	235	ePn	21	26	29.0						8.4	118				2.4
		Pm	21	26	31.8	0.30			0.02	8.6						
		eSn	21	26	57.7											
		Sm	21	27	2.5	0.30	0.15	0.00					2.3			
BRIU	238	ePn	21	26	28.8						8.6	131				2.6
		eSn	21	26	58.3											
NDNU	239	eSn	21	26	58.8											
MUKU	243	eSn	21	26	59.0											
	250	eSn	21	27	1.6											
UZH	251	eSn	21	27	1.3											
TRSU	263	eSn	21	27	4.6											
BERU	264	eSn	21	27	4.6											
				№	49. 2	2 дек	абря	Львовс	ская (	обл., р·	н г.Др	огобі	ич.			
				0=	=2ч 4	41мин	ı 20.7c;	φ=49.3	36°N;	λ=23.3	51°E; h	=2 кл	и;			
	1	1					MD=	0.6(4);	KD=	5.1(4);						
PNT5	4.7	ePg	2	41	21.9						5.0	23				0.6
		eSg	2	41	22.7											
PNT4	6.6	ePg	2	41	22.0						5.0	23			ł	0.5

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив	A.	Т.,
Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.		

												Пŗ	одоли	кение	табли	цы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		eSg	2	41	23.2											
PNT3	7.1	ePg	2	41	22.4						5.0	23				0.6
		eSg	2	41	23.4											
SHIU	18	ePg	2	41	24.0						5.5	30				0.9
		eSg	2	41	27.2											
				<u>№</u> 5	50. 23	В дек	абря. Л	ьвовс	кая о	бл., р-	н г.Тру	скае	вец.			
				0=	18ч 8	Вмин	38.7c; (	φ= <i>49.2</i>	9°N; 1	λ=23.5.	2°E; h=	=1.1 к	:м;			
						-	MD=	0.4(3);	KD=	4.8(3);				-		
PNT3	0.9	ePg	18	8	39.0						4.6	20				0.4
		eSg	18	8	39.4											
PNT4	1.1	ePg	18	8	39.0						4.8	22				0.5
		eSg	18	8	39.4											
PNT5	2.7	ePg	18	8	39.4						4.9	22				0.5
		eSg	18	8	40.0											
SHIU	14	eSg	18	8	43.8											
						<b>№</b> 51	1. 25 де	кабря.	Рум	ыния,	Бакэу.					
				(	)=54	5мин	ı 54.8c;	φ=46.8	8°N; 7	λ=27.4e	5°E; h=	2 км	•			
				ML	)= <i>3.1</i>	!(18);	Кр=9.	7(10); 1	KD=9	9.6(18);	MSH=	2.6(1	0);			
LEOM	70	Р	5	6	7.5											
KIS	105	Р	5	6	13.5											
		S	5	6	26.5											
GIUM	157	Р	5	6	21.4											
SORM	163	S	5	6	42.0											
NDNU	199	iP	5	6	27.5						9.7	224				3.2
		Pm	5	6	29.2	0.30			1.20	10.6						
		iS	5	6	51.1											
		Sm	5	6	52.9	0.25	0.25	0.01					2.4			
KMPU	210	-iP	5	6	27.7						9.8	233				3.2
		-iS	5	6	54.0											
KSV	246	iP	5	6	33.8						9.7	221				3.2
		Pm	5	6	35.9	0.30			0.11	9.3						
		iS	5	7	2.4											
		Sm	5	7	9.0	0.30	0.13	0.04					2.3			
HORU	279	eP	5	6	38.1						9.7	221				3.2
		Pm	5	6	42.6	0.30			0.02	10.7						
		iS	5	7	9.9											
		Sm	5	7	17.4	0.35	1.18	0.72					3.4			
RAKU	283	eР	5	6	38.6						9.7	218				3.1

												Пŗ	одолу	кение	табли	щы 4.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Pm	5	6	45.0	0.50			0.31	10.1				ļ		
		iS	5	7	10.1									L		
		Sm	5	7	21.0	0.80	0.29	0.16					2.8			
STNU	307	iP	5	6	41.2						9.7	216				3.1
		iS	5	7	15.4											
NSLU	338	eP	5	6	44.9						9.5	206				3.1
		Pm	5	6	54.9	0.50			0.02	9.0				1		
		iS	5	7	22.7											
		Sm	5	7	38.7	0.80	0.08	0.06					2.3			
KORU	358	eP	5	6	48.2						9.7	221		L		3.2
		Pm	5	7	3.9	0.50			0.06	9.5				1		
		iS	5	7	27.6											
		Sm	5	7	55.3	0.90	0.10	0.02					2.4	L		
TRSU	368	eP	5	6	49.1						9.5	203				3.1
		Pm	5	6	54.4	2.40			0.10	9.8						
		iS	5	7	29.6											
		Sm	5	7	45.6	2.60	0.16	0.14					2.7			
MORS	371	eP	5	6	50.1						9.5	204				3.1
		iS	5	7	30.5											
BRIU	374	eP	5	6	49.9						9.6	209				3.1
		iS	5	7	31.2											
BERU	395	eP	5	6	52.5						9.4	204				3.0
		Pm	5	6	53.7	1.10			0.01	9.1						
		iS	5	7	35.5											
		Sm	5	7	58.6	1.05	0.07	0.01					2.3			
PNT3	403	eP	5	6	54.0						9.4	195				3.0
		iS	5	7	37.4											
PNT5	405	eP	5	6	53.6						9.4	195				3.0
		iS	5	7	37.8											
SHIU	407	eP	5	6	54.2						9.6	208				3.1
		Pm	5	6	56.5	2.50			0.03	9.0						
		iS	5	7	38.5											
		Sm	5	7	54.9	3.00	0.04	0.03					2.2			
STZU	436	iP	5	6	57.8						9.5	199				3.0
		iS	5	7	45.3											
UZH	437	eP	5	6	57.9						9.5	197				3.0
		iS	5	7	45.0											
SUDU	621	eP	5	7	20.6						10.3	150				3.5

Продолжение таблицы 4

												1	одол		140511	пцы т.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Pm	5	7	21.0	0.44			0.01	9.8						
		eS	5	8	24.5											
		Sm	5	8	26.7	0.38	0.00	0.02					3.2			

#### Список литературы

- 1. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. М.: Наука, 1982. 273 с.
- Раутиан Т. Г. Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3 000 км // Экспериментальная сейсмика. (Труды ИФЗ АН СССР; № 32 (199)). М.: АН СССР, 1964. С. 88–93.
- 3. Раутиан Т. Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176)). М.: АН СССР, 1960. С. 75–114.
- Маламуд А. С. Использование длительности колебаний для энергетической классификации землетрясений // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений, т. II. М.: АН СССР, 1974. С. 180–194.
- Herrmann, R. B. 1979, «FASTHYPO a hypocenter location program». Earthquake notes, vol. 50, no 2, pp. 25–37.
- 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. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 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. Т. 21, №3. С. 45–54.
- 8. Jeffreys H., Bullen R. Seismological Tables. London, 1940. 84 p.
- Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецкив А. Т., Нищименко И. М., Келеман И. Н. Герасименюк Г. А. Сейсмичность Карпат в 2018 году // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2019. Том 5 (71), № 4. С. 106–114.
- Медведев С. В., Шпонхойер В., Карник В.: Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: МГК АН СССР, 1965. 11 с.

### THE SEISMICITY OF THE CARPATHIANS IN 2019

#### Verbitsky S. T., Pronishin R. S., Procopishin V. I., Stetskiv A. T., Nischimenko I. M., Keleman I. N., Gerasimeniuk G. A.

# S. I. Subbotin Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv E-mail: pronrom@gmail.com

In 2019 in the Carpathian region seismic monitoring was held by the stationary seismic stations «Lviv», «Uzhgorod», «Mezhgorye», «Kosov», «Morshyn», «Trosnik», «Nyzhnye Selyshche», «Gorodok», «Chernivtsi», «Berehove», «Breed», «Mukachevo», «Rakhiv», «Korolevo», «Kamianets-Podilskyi», «Novodnestrovsk», «Skhidnytsya», «Starunya», «Stuzhytsya», «Holmets», «Lubeshka» and three temporary seismic stations installed in the area of the Stebnitskiy potash plant (PNT3 from October 2017, and PNT 4 and PNT 5 from August 2019). In all the seismic stations of instrumental observations it was carried out with the use of digital equipment, was established in the Department of seismicity Carpathian region of the Institute of Geophysics of NAS of Ukraine. The entire territory of the Carpathian region is divided into nine seismically active regions. A comprehensive analysis was performed for an area bounded by coordinates:  $44^{\circ} N$ – $21^{\circ} E$ ;  $51^{\circ} N$ – $21^{\circ} E$ ,  $51^{\circ} N$ – $30^{\circ} E$ ;  $44^{\circ} N$ – $30^{\circ} E$ .

In total in 2019 a network of seismic stations in the Carpathian region recorded 51 earthquakes in the energy level range of  $K_{\rm R} = 5.5 \div 11.4$ . The total energy released was  $\Sigma E = 9.15 \cdot 10^{11}$ J, which is below than the level of the previous year  $\Sigma E = 4.11 \cdot 10^{13}$ J.

Increased seismic activity this year was observed in Transcarpathia and in the Vrancea mountains. In the Transcarpathia region, 15 earthquakes with the energy class  $K_{\rm R} = 5.5 \div 7.8$ . Their total seismic energy was  $\Sigma E = 2.54 \cdot 10^8 J$ . The strongest of them were recorded on August 20 at 09:05 with  $K_{\rm R} = 7.8$  and a depth of  $h = 3 \, km$  and on September 28 at 12:43 with  $K_{\rm R} = 7.8$  and a depth of  $h = 4 \, km$ . Both earthquakes occurred in the area of the village of Nizhnee Selishche.

In the seismically active area of Vrancea, a network of seismic stations in the Carpathian region of Ukraine recorded 19 earthquakes of the energy class  $K_R = 8.5 \div 11.4$  were recorded, their total seismic energy was  $\Sigma E = 8.09 \cdot 10^{11} J$ . The foci of the Vrancea earthquakes are concentrated at a depth of  $h = 70-160 \ km$ . The greatest activity in the Vrancea region was observed in September. The regional Carpathian hodograph was used to determine the main parameters of earthquakes in the North-West region, and the Jeffries-Bullen hodograph was used for the outbreaks of the Vrancha zone and and other areas.

This year, a decrease in seismic activity is observed on the territory of Bukovina. In total registered here 2 weak earthquakes with a total energy of  $\Sigma E = 1.71 \cdot 10^7 J$ . The foci of earthquakes are located in the earth's crust at a depth of 2 and 5 km.

The article describes the features of seismicity of the Carpathian region in 2019. The catalog of earthquakes, distribution of earthquakes over the regions and energy classes, graphs of the release of seismic energy and the number of earthquakes in the region are presented. Brief characteristics of seismicity in separate seismically active areas of the Carpathian region is given.

*Keywords:* seismic station, earthquake, seismicity, seismic energy, seismic activity, energy class, epicenter, magnitude.

#### References

- 1. Instruktsiya o poryadke proizvodstva i obrabotki nablyudenij na sejsmicheskih stantsiyah Edinoj sistemy seysmicheskih nablyudenij SSSR (The instruction about the order of making and processing observations of the USSR). Moscow, Nauka Publ., 1982, 273 p. (in Russian).
- Rautian T. G. Ob opredelenii energii zemletryasenij na rasstoyanii do 3000 km (On the determination of energy of earthquakes at distancesup to 3000 km). Eksperimental'naya sejsmika. (Trudy IFZ AN SSSR, no. 32 (199)). Moscow, AN SSSR, 1964, pp. 88–93 (in Russian).
- 3. Rautian T. G. Energiya zemletryasenij (The energy of earthquakes). Metody detal'nogo izucheniya sejsmichnosti (Trudy IFZ AN SSSR, no 9 (176)). Moscow, AN SSSR, 1960, pp. 75–114 (in Russian).
- 4. Malamud A. S. Ispol'zovanie dlitel'nosti kolebanij dlya energeticheskoy klassifikacii zemletryasenij (The use of the duration of vibrations for energy classification of earthquakes). Magnituda i energeticheskaya klassifikaciya zemletryasenij, V. 2. Moscow, AN SSSR, 1974, pp.180–194 (in Russian).
- 5. Herrmann R. B. 1979, «FASTHYPO a hypocenter location program». Earthquake notes. Vol. 50, no 2, pp. 25–37.
- Kutas V. V., Pronishin R. S., Rudenskaya I. M. Ispol'zovanie makrosejsmicheskih dannyh pri raschete zakarpatskogo godografa P- i S-voln (Thuse of macrosejsmic data in the calculation of the Transcarpsthian locus of P- and S-waves). Sejsmologicheskij byulleten' Ukrainy za 2002 god. Sevastopol, NPC «EKOSI-Gidrofizika», 2004, pp. 119–126 (in Russian).
- Kutas V. V., Rudenskaya I. M., Kalitova I. A. Karpatskij godograf *P* i *S*-voln i neodnorodnosti litosfery (Carpathian locus of *P*- and *S*-waves and inhomogeneity of the litosphere). Geofizicheskij zhurnal, 1999, V. 21, no 3, pp. 45–54 (in Russian).
- 8. Jeffreys H., Bullen R. Seismological Tables. London: British Association for the Advancement of Science, 1940, 84 p.

Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.

- Verbitskiy S. T., Pronishin R. S., Prokopishin V. I., Stetskiv A. T., Chuba M. V., Nishchimenko I. M., Keleman I. N., Gerasimeniuk G. A. Seysmichnost' Karpat v 2018 godu (Seismicity of the Carpathians in 2018). Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2019, V. 5 (71), no 4, pp. 106–114 (in Russian).
- Geologiya. 2019, V. 5 (71), no 4, pp. 106–114 (in Russian).
  Medvedev S. V., Shponhojer V., Karnik V. Shkala seysmicheskoj intensivnosti MSK-64 (The scale MSK-64 seismic intensity). Moscow, MGK AN SSSR Publ., 1965, 11 p. (in Russian).

Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.

География. Геология. Том 6 (72). № 4. 2020 г. С. 144–169.

УДК 550.348.435

### ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ КРЫМА

Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е., Сухорученко С. К., Клянчин А. И.

ГАУ «Крымский Республиканский Центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства», Симферополь, Республика Крым, Россия. E-mail: bpustovitenko@mail.ru

Дано описание организации наблюдений на сейсмических станциях «Тарханкут» (TARU) и «Донузлав-2» (DNZ 2), представляющих фрагмент будущей локальной сейсмической сети северо-запада Крыма и первые полученные результаты. Описаны инженерно-геологические условия в районе станций. Дана оценка уровня сейсмических помех, дальности регистрации и точности станционных определений энергетических и спектральных характеристик. Приведен каталог и карты эпицентров землетрясений северо-западной части Крыма. Дан анализ эффективности работы станций. Сделан вывод о достаточно высокой чувствительности, эффективности и хорошем качестве регистрационных возможностей станций «Тарханкут» и «Донузлав-2». Обсуждается перспективность организации локальной сейсмической сети на северо-западе Крыма.

*Ключевые слова:* сейсмическая станция, землетрясение, сейсмичность, спектры помех, свойства грунтов, энергетические характеристики, представительность, эффективность, дальность регистрации, амплитудный спектр.

#### введение

В последние годы заметно активизировались сейсмические процессы в северозападной части шельфа Черного моря и на территории Тарханкутского полуострова. Отдельные слабые толчки неоднократно ощущались в селе Ванино Черноморского района (по данным МЧС). Предположительно такая активизация может иметь не только естественную сейсмотектоническую, но и техногенную природу, связанную с инженерной деятельностью человека, в частности, с добычей, транспортировкой и закачкой на хранение углеводородного сырья.

На территории Черноморского района разведано несколько месторождений нефти и газа, к которым относятся нефтяные: Карлавское и Октябрьское; газа и конденсата: Задорненское, Краснополянское, Западно-Октябрьское, Черноморское, Оленевское, Ярылгачское [1]. В конце 50-х годов XX века было разведано Глебовское месторождение, которое с 1993 года переведено в состав крупного подземного хранилища газа (ПХГ). Глебовское ПХГ — природный резервуар большой емкости до 2 млрд  $m^3$ , залегающий на глубине 940 *м*, является объектом исключительной государственной важности, обеспечивающим нормальную жизнедеятельность населения городов и сел Крыма.

ПХГ относятся к экологически опасным объектам, разрушение или повреждение которых от сейсмических воздействий может привести к серьезным экономическим и экологическим последствиям не только местного, но и республиканского масштаба. В этой связи, актуальной является задача слежения за динамикой сейсмических процессов, как регионального уровня, так и локального,
связанного с активизацией более мелких геологических структур под воздействием техногенных нагрузок для оценки сейсмической опасности и прогноза ее развития на ближайшее время.

Существующая сеть стационарных сейсмостанций Крыма, расположенная в основном в южной и юго-восточной части полуострова, не обеспечивает надежную регистрацию слабых подземных толчков в северо-западном районе Крыма, наиболее удаленном от региональной сети сейсмических станций. Кроме того, одностороннее расположение станций по отношению к рассматриваемому району, не обеспечивает необходимую точность определения параметров гипоцентров, происходящих здесь землетрясений.

Особым событием, послужившим поводом обратить пристальное внимание на состояние сейсмической обстановки в Западном Крыму, стала активизация сейсмичности в 2008 г., когда на Тарханкутском полуострове вблизи Глебовского ПХГ с 11 по 17 октября 2008 г. произошло три землетрясения с энергетическим классом  $K_{\Pi} = 6.8-7.8$  (табл. 3). Очаги двух из них 16 и 17 октября были приурочены непосредственно к зоне ПХГ (эпицентральное расстояние 10 км).

Для мониторинга возможной наведенной (триггерной) сейсмичности в районе экологически опасного объекта ПХГ возникла необходимость организовать локальную сеть высокочувствительных сейсмических станций для регистрации слабых толчков, которые находятся вне зоны дальности регистрации региональными станциями Крыма. Для независимого и надежного определения основных параметров землетрясений (времени в очаге, географических координат, глубины очага, выделенной энергии) таких станций должно быть не менее четырех, оптимально расположенных по отношению к изучаемому объекту.

К настоящему времени в этом районе установлены две сейсмические станции «Тарханкут» (TARU) и «Донузлав-2» (DNZ 2). Организация и проведение наблюдений осуществляется ГАУ «Крымский экспертный совет по оценке сейсмической опасности» (ГАУ «КЭС») — ныне ГАУ «Крымский Республиканский Центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»), совместно с Институтом сейсмологии и геодинамики ФГАОУВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского» (ИСГ КФУ).

Описанию условий расположения станций «Тарханкут» и «Донузлав-2» и анализу первых полученных на них результатов посвящена настоящая работа.

## 1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА

В тектоническом строении Тарханкутского полуострова присутствуют две крупные геологические структуры: первая — Восточноевропейская платформа и вторая — Скифская плита [2].

Первая структура представлена южной погружённой частью Украинского щита его внешними уступами, на которые наложилась Причерноморская впадина. Вторая крупная тектоническая структура — Скифская плита, с приподнятой структурой

I порядка — Центральнокрымским поднятием и её составной частью структурой II порядка — Тарханкутско-Новосёловским поднятием (рис. 1).

Граница между двумя крупными структурами проходит по осевой части Причерноморской впадины.

Как видно из рис. 1, на рассматриваемой территории выявлены разрывные нарушения, которые проявились в позднеальпийский тектонический этап, раннекиммерийские разломы, такие, как Северотарханкутский, Сулинско-Крымский и Донузлавский, а также Евпаторийско-Скадовский глубинный разлом рифейского фундамента. Часть из этих разломов проявила сейсмотектоническую активность в новейшее время в виде относительно слабых землетрясений (см. ниже рис. 1).

Геологическое строение Тарханкутского полуострова состоит из пород протерозоя, палеозоя, мезозоя и кайнозоя с большим разнообразием физикомеханических характеристик пород и неравномерностью их пространственного распределения.



Рис. 1. Тектоническая схема Тарханкутского полуострова [2].



В верхней 30-метровой толще, учитываемой при характеристике инженерногеологических свойств грунтов, встречены среднемиоценовые породы херсонской свиты и верхнемиоценовые породы багеровской и акмонайской свит. Херсонская представлена: известняками ОТ светло-серых ло тёмно-серых, свита ракушечниковыми или детритово-ракушечниковыми тёмно-серыми глинами с прослоями до 0.2 м. Для Багеровской свиты, характерны два основных литологических типа: известняки, которые являются преобладающими, и глины. Известняки тёмно-серые, серые, коричнево-серые детритово-оолитовые или детритовые. Глины буровато-серые, серые или тёмно-серые, известковистые, плотные с многочисленным детритом раковин. Акманайская свита, представлена глинистыми известняками оолитовыми, оолитово-детритовыми, раковиннодетритовыми, серыми с прослоями коричневых глин. Общая мощность отложений данных свит составляет около 120 м.

Предварительный анализ инженерно-геологических условий и свойств горных пород показал возможность размещения в рассматриваемом районе сейсмических станций с высокой чувствительностью к слабым сейсмическим колебаниям.

# 2. ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ТАРХАНКУТСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Выбор новых пунктов наблюдений, начатый в 2011 году ГАУ «КЭС», включал поиск мест, потенциально удовлетворяющих требованиям высокоточных сейсмологических наблюдений, и состоял из трех этапов: 1 — теоретический выбор пунктов, удовлетворяющий максимальной площади области представительности и структурно-геологическому строению; 2 — регистрация микросейсм и выбор мест с наименьшим уровнем микросейсмического шума; 3 — проведение временных наблюдений на выбранных пунктах для оценки перспективности организации в данном месте непрерывных стационарных наблюдений.

В результате подготовительных работ и специальных исследований были выбраны два пункта: в районе мыса Тарханкут (село Оленевка) и вблизи озера Донузлав (село Веселовка) [3, 4].

Тарханкут, с. Оленевка Черноморского р-на. Выбор пункта расположения сейсмических станций определяется особенностями геологического строения среды под сейсмической станцией. В геологическом плане этот пункт находится на стыке трёх свит нижнего неогена: Акмонайской (верхняя часть меотического региояруса), Багеровской (нижняя часть меотического региояруса) и Херсонской (верхняя часть Сарматского региояруса).

По архивным данным «КрымГИИНТИЗ» [5, 6 и др.] непосредственно в с. Оленёвка до глубины 8–15 *м* встречены: Акманайская свита с изменяющейся мощностью *H* от 1.6 до 2 *м*, с плотностью пород  $\rho = 1.64-1.93 \ c/cm^3$  и пределом прочности на одноосное сжатие  $\sigma = 2.02$  до 9.68 *МПа*; Багеровская свита — *H* = 2–3 *м*, плотность  $\rho = 1.255-2.341 \ c/cm^3$ ,  $\sigma$  от 0.57 до 21.6 *МПа* и Херсонская — *H* = 8–10 *м*,  $\rho = 1.149-2.413 \ c/cm^3$ , предел прочности  $\rho$  варьирует от 0.50 до 22.3 *МПа*. Все свиты представлены исключительно достаточно прочными известняками [5, 6 и др.].

Регистрация микросейсмических шумов проводилась в 2011 г. цифровым регистратором UK11 с сейсмоприемником CK-1П в нескольких альтернативных точках [3]. В результате анализа спектра помех выбран пункт, расположенный на окраине села Оленевка с наименьшим уровнем микросейсмического фона в диапазоне частот от 2 до 20  $\Gamma u$ , который оказался на порядок ниже уровня микросейсм на центральной сейсмической станции «Симферополь».

Предварительные результаты интерпретации волновых форм, зарегистрированных за период временных наблюдений в данном пункте местных и близких землетрясений, позволил сделать вывод об удовлетворительных условиях регистрации и возможности организации сейсмологических наблюдений на постоянной стационарной основе.

Непрерывные наблюдения на станции «Тарханкут» (с Международным кодом TARU) в с. Оленевка начались 11 июля 2012 г. [7]. Сейсмические датчики установлены в подвальном помещении (на глубине 2 метра) частного домовладения на ул. Комсомольской, 50. Географические координаты пункта:  $\phi = 45^{\circ}.38$  N,  $\lambda = 32^{\circ}.53$  E.

Первоначально регистрация сейсмических событий проводилась цифровой сейсмологической автоматической станцией (АЦСС) MI21. приобретенной КРП «КЭС». В связи с финансовыми трудностями обеспечения выездных ремонтных работ наблюдения с 27 февраля 2015 г. на этом пункте были временно прекращены. Работа станции «Тарханкут» была восстановлена только 7 июля 2017 г. [8] на новом качественном уровне с использованием современной цифровой станции ЦРСС «Байкал» с широким динамическим диапазоном (рис. 2, а).

«Донузлав-2», с. Веселовка Сакского района. В 2013 году были проведены экспедиционные работы по выбору дополнительных пунктов размещения сейсмических станций для мониторинга сейсмичности в западном Крыму в четырех пунктах: Сары-Баш, Ковыльное, Черноморское и Веселовка [4]. В результате приоритет был отдан пункту в с. Веселовка с малым уровнем микросейсмического шума, благоприятными инженерно-геологическими условиями и оптимальным географическим расположением пункта по отношению к изучаемому району.

Село Веселовка, расположенное вблизи озера Донузлав, в геологическом плане находится в районе распространения Акманайской свиты (верхняя часть Меотического региояруса). По данным «КрымГИИНТИЗ» [9, 10 и др.] мощность Акманайской свиты в этом районе колеблется от 1.2 до 5.2 *м* и представлена органогенными ракушечниковыми светло-жёлтыми и жёлтыми известняками с плотностью  $\rho = 1.88-2.04 \ c/cm^3$  и пределом прочности на одноосное сжатие  $\sigma = 0.52-12.7 \ M\Pi a$ . Под известняками Акманайской свиты сначала залегают сверху известняки, а ниже глины Багеровской свиты (нижняя часть меотического региояруса). Известняки Багеровской свиты — органогенные, светло-серые, с изменяющейся мощностью *H* от 1.4 до 2.5 *м*, с плотностью  $\rho = 1.94-2.46 \ c/cm^3$  и  $\sigma = 10.6$  до 14.9  $M\Pi a$ . Глины Багеровской свиты красновато-коричневые, с включением обломков известняка и раковин моллюсков имеют мощность  $H = 1.6-2.2 \ m$ , плотность  $\rho=1.82-1.97 \ c/cm^3$  и  $\sigma=16$  до 21  $M\Pi a$ . Ниже Багеровской свиты залегает Херсонская свита (верхняя часть Сарматского региояруса), представленная до глубины 25 *m* 

серыми и желтовато-серыми известняками с прослоями зеленовато-серых глин с  $\rho = 1.52 - 2.37 \ z/cm^3$  и  $\sigma$  от 1.0 до 24.1 *МПа*. До глубины 25 *м* природных подземных вод не встречено [9–10 и др.]. К сожалению, непосредственно в районе выбранного пункта инженерно-геологических изысканий не проводилось.

Опытная регистрация на новой станции «Веселовка» с координатами:  $\varphi = 45.37^{\circ}$  N;  $\lambda = 33.21^{\circ}$  E;  $h = 52 \ m$  проводилась в период с 20 августа 2014 г. и до конца 2014 г. цифровой станцией с сейсмометром СК-1П (базовое название станции UK15) [11]. По техническим причинам с начала 2015 г. регистрация на пункте была временно прекращена, несмотря на удачный выбор месторасположения станции.

После длительного перерыва наблюдения на станции «Веселовка» были возобновлены 26 июля 2018 года [12] с регистрацией сейсмических колебаний современной широкополосной аппаратурой ЦРСС «Байкал» (рис. 2, б). Поскольку ранее в этом районе (вблизи озера Донузлав) с 1983 по 1993 г. находился скважинный пункт высокочувствительных наблюдений «Донузлав», а затем в период 1998–2002 гг. — наземный пункт «Донузлав» [13], то станцию «Веселовка» было решено для преемственности и географической привязки переименовать, зарегистрировав, как «Донузлав -2» с Международным кодом DNZ 2.



Рис. 2. Амплитудно-частотные характеристики короткопериодных ЕН-каналов регистратора «БАЙКАЛ-8» на сейсмических станциях «Тарханкут» (TARU) (*a*) и «Донузлав» (DNZ 2) (*б*) в 2018 г. [12].

Таким образом, в настоящее время новые станции в северо-восточной части Крыма «Тарханкут» (TARU) и «Донузлав-2» (DNZ 2), оборудованы современной широкополосной аппаратурой ЦРСС «Байкал-8» [14], позволяющей регистрировать землетрясения в широком энергетическом диапазоне.

По частотному и динамическому диапазону амплитудно-частотные характеристики на станциях TARU и DNZ 2 близки между собой и соответствуют таковым по EH-каналам на других региональных станциях Крыма [12].

При этом, как видно из рис. 2 чувствительность на станции TARU по всем составляющим записи почти в 2.5 раза выше, чем на DNZ 2. Цифровые регистраторы ЦРСС «Байкал-8» принадлежат ГАУ «КРЦ», обслуживание станций производится совместно ГАУ «КРЦ» и ИСГ КФУ.

## 3. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГИСТРАЦИИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ «ТАРХАНКУТ» И «ДОНУЗЛАВ-2»

За период с 2018 г. по июнь 2020 г. на сейсмических станциях «Тарханкут» и «Донузлав-2» зарегистрировано 143 местных и 405 землетрясений ближней зоны до расстояний 1 000 км и составлена соответствующая база данных. Анализ эффективности, станционных возможностей надежно регистрировать сейсмические колебания проведем только на примере местных землетрясений Крымско-Черноморского региона до эпицентральных расстояний 400 км.

Одними из главных параметров, определяющих эффективность, чувствительность сейсмической станции являются дальность регистрации землетрясений заданного энергетического уровня и представительность, т. е. возможность без пропуска регистрировать минимальное по энергии землетрясение на максимальном расстоянии. Эти параметры определяются по графикам зависимости энергетических классов или магнитуд от эпицентральных расстояний, на которых они зарегистрированы.

На рис. 3 представлены экспериментальные распределения станционных энергетических классов  $K_{\Pi}$  [15] и KD [16] в зависимости от эпицентральных расстояний D на сейсмических станциях «Тарханкут» и «Донузлав-2». Для определения  $K_{\Pi}$  использована номограмма для станции «Симферополь», а по длительности (KD) — формула для стации «Алушта», близкая к средней для Крыма.

При аппроксимации предельного контура дальности регистрации не были учтены точки с грубыми «выбросами» в станционных значениях энергетических классов для очень слабых землетрясений.

Предварительно можно сделать вывод о высокой чувствительности обеих сейсмических станций и возможности надежно регистрировать землетрясения с  $K_{\Pi} \ge 9$  для всего региона на расстояниях до 400 км и слабые толчки северозападного района с  $K_{\Pi} \ge 6$  в радиусе до 120 км (рис. 3, *a*, *b*). При этом предельная дальность регистрации увеличивается почти на 50 км. В то же время аппроксимирующие графики 1 и 2 на рис. 3 *б*, *г* по длительности колебаний заметно отличаются от аналогичных графиков  $K_{\Pi}$  (*D*). Это возможно связано с менее надежной фиксацией окончания записи землетрясения на фоне помех и определения полной длительности колебаний и, как следствие, с погрешностями в оценках энергетических классов *KD*.



Рис. 3. Распределение энергетических классов K в зависимости от эпицентральных расстояний D (в  $\kappa m$ ) на станциях:  $a, \delta$  — TARU, соответственно,  $K_{\Pi}, KD$ ; e, c — DNZ 2, соответственно,  $K_{\Pi}, KD$ . Графики: 1 — представительность землетрясений; 2 — предельный контур дальности регистрации.

Представлением об эффективности станции может служить отношение количества надежно зарегистрированных землетрясений на станции Nс к общему количеству N зарегистрированных всей сетью [17]. Для сети станций функционирующих в настоящее время, территория северо-запада Крымского региона охвачена представительными землетрясениями  $K_{\Pi} \ge 9$  и большая ее часть с  $K_{\Pi} \ge 8$  [12]. Приведем отношения Nc/N для землетрясений 2018 г. (табл. 1).

Всего за 2018 год во всем Крымско-Черноморском регионе зарегистрировано N = 100 событий в диапазоне  $K_{\Pi} = 4-11$ , из них 11 представительных с  $K_{\Pi} \ge 9$  и 35 — с  $K_{\Pi} \ge 8$  [12]. На станции «Тарханкут» Nc = 49, в том числе 11 с  $K_{\Pi} \ge 9$  и 23 с  $K_{\Pi} \ge 8$ . Эффективность работы станции по отношению к представительным землетрясениям Nc/N составила 100%.

Таблица 1.

$K_{\Pi}$	N (Регион)	Nc (TARU)	<i>Nc/N</i> ,%	N (Регион,	Nc (DNZ2),	<i>Nc/N,%</i>
			(TARU)	5 мес.)		(DNZ2),
4-11	100	49	49	45	15	33
$\geq 8$	35	23	66	19	11	58
$\geq 9$	11	11	100	4	3	75

Сравнительные характеристики эффективности работы станций

Станция «Донузлав», работа которой началась только 26 июля 2018 г., за оставшиеся 5 месяцев 2018 г. зарегистрировала Nc = 15 из общих N = 45, из них 11 событий с  $Kn \ge 8$  и 3 — с  $Kn \ge 9$ . По техническим причинам, в начальный установочный период, пропущенным оказалось землетрясение 20 августа с Kn = 9.5 из Керченско-Анапского района, что снизило показатель Nc/N до 75%.

Таким образом, можно отметить достаточно высокую эффективность работы обеих станций, как по отношению к представительным землетрясениям, так и более слабым.

**Точность определения координат гипоцентра** землетрясений зависит не только от точности определения времен вступлений сейсмических волн на станциях, но и от надежного определения времени возникновения землетрясения. Основным способом для этого служат графики Вадати – линейная связь между величинами tp = a + b(ts - tp), где tp, ts — времена пробега волн Pg u Sg соответственно,  $a = t_0$  — искомое время возникновения землетрясения. Чем теснее корреляционная связь между этими параметрами, тем точнее определяется  $t_0$ .

В качестве примера на рис. 4 приведен график Вадати для ощутимого землетрясения 13 сентября 2018 г. с  $K_{\Pi} = 10.5$ .



Рис. 4. График Вадати для землетрясения 13 сентября 2018 г. с Кп=10.5.

Практически все точки на графике (рис. 4), включая станции «Донузлав» (DNZ 2) и «Тарханкут» (TARU) укладываются на прямую линию, полученную

методом ортогональной регрессии с высоким коэффициентом корреляции. Использование более удаленных от эпицентра станций DNZ 2 и TARU увеличило диапазон экспериментальных данных, влияющих на точность проведения аппроксимирующей прямой и, соответственно, на точность определения времени в очаге  $t_0$ .

Зависимости времен пробега прямых  $P_g$ - и головных Pn- волн от эпицентральных расстояний D для станций «Тарханкут» и «Донузлав-2» показаны на рис. 5. Здесь можно отметить то, что времена пробега брались для всех землетрясений за 2018–2019 гг. без разделения по глубинам очагов ввиду ограниченной статистики.

В связи с этим было интересно сравнить графики в интервалах теоретических годографов *Pg*- и *Pn*- волн [18] для глубин в пределах земной коры от 5 до 40 км.



Рис. 5. Зависимость времен пробега *tpg-* и *tpn-* волн от эпицентрального расстояния *D*. Сейсмические станции: *a*, *в* — «Тарханкут», *б*, *г* — «Донузлав-2». Прямые линии: верхние и нижние границы годографов соответствующих волн по [18].

Из рис. 5 видно, что большинство экспериментальных станционных данных (точек на графике) попадают в интервалы теоретических годографов Pg- и Pn- волн. Однако наблюдаются и значительные отклонения от интервалов расчетных годографов. Анализ таких отклонений показал, что они относятся либо к сомнительным фазам (например, на рис. 5 *a* точка  $D = 92 \ \kappa m$ ,  $tpg = 13.4 \ c$ , фаза e(Pg)), либо к неидентифицированным

фазам (рис. 5 б, точка  $D = 90 \ \kappa m$ ,  $tpg = 18.1 \ c$ , фаза e). Для головных волн Pn отклонения от интервала расчетных годографов, возможно, связаны с плохой разрешимостью фаз на записях близких землетрясений с эпицентральными расстояниями 200–400  $\kappa m$ .

Был также проведен предварительный **анализ оценки энергетических классов**  $K_{\Pi}$  и *KD* на пунктах «Тарханкут» и «Донузлав-2». Построены гистограммы отклонений энергетических классов на станциях относительно средних значений, определенных по сети станций Крыма. Из-за малой статистики гистограммы строились со смещением в половину выбранного интервала, увеличив, таким образом, вдвое использованное количество данных (рис. 6).



Рис. 6. Гистораммы отклонений энергетических классов  $K_{\Pi}$  и KD, определенных по сейсмическим станциям: «Тарханкут» (a,  $\delta$ ) и «Донузлав-2» (e, c) относительно среднего значения  $K_{\Pi}$  и KD по группе станций Крыма.

Заметны отклонения максимумов гистограмм относительно нулевой отметки. Наиболее отчетливы отклонения для пункта DNZ 2. Здесь максимум смещен на -0.2(по данным  $K_{\Pi}$ ) и примерно на -0.1 (по данным KD). Кроме асимметричности представленных гистограмм, можно отметить разброс определений энергетических классов относительно максимума гистограмм на  $\pm 1.5$  на TARU и  $\pm 0.5$  на пункте DNZ 2 (по классам  $K_{\Pi}$ ). Ввиду малого количества таких отклонений, определить источники аномалий пока не представляется возможным.

Оба вида энергетических характеристик  $K_{\Pi}$  и *KD* коррелируют между собой и уравнения их связи по станциям TARU на DNZ 2 практически одинаковы (в пределах погрешностей) (рис. 7).



Рис. 7. Соотношения между энергетическими классами по максимальной скорости колебаний в поперечной волне [15] и по длительности колебаний [16].

При тесной корреляционной связи двух видов станционных энергетических характеристик получен большой разброс ИХ индивидуальных значений, достигающий двух порядков (рис. 7). Возможно, это связано не только со станционными грунтовыми условиями, по-разному усиливающими или ослабляющими амплитуды колебаний разных типов волн, но и с «зашумленностью» полезного сигнала на фоне помех при цифровом способе регистрации. Кроме того, в настоящее время, в отсутствии станционных калибровочных кривых или станционных поправок, для новых станций используются номограммы, разработанные для других станций [15].

Качество интерпретации записей землетрясений определяется особенностями спектрального состава помех. На рис. 8, 9 представлены спектры помех на станциях «Тарханкут» и «Донузлав-2». Помехи выбирались на записях в интервале, содержащих 2<sup>n</sup> дискретных отсчетов времени.

Анализ спектров (рис. 8, 9) показывает, что на станциях «Тарханкут» и «Донузлав-2» наиболее интенсивными являются колебания в помехах на частотах близких 0.2–1.2 Г $\mu$ . Частоты полезных сигналов (сейсмических колебаний от местных землетрясений) находятся в интервале преобладающих частот (2–5 Г $\mu$ ) (0.2–0.5 с) на этих станциях. Таким образом, полезный интервал частот лежит за пределами преобладающих частот помех. Это дает возможность достаточно надежно выделять сигнал, используя полосовые фильтры. При анализе сейсмограмм с амплитудами сейсмических колебаний, близкими к амплитудам помех, выделение

полезного сигнала весьма затруднено и требуется разработка специальных цифровых фильтров, подавляющие помехи на этих частотах.



Рис. 8. Амплитудные спектры помех на сейсмической станции «Тарханкут» (TARU): **a** — 23 сентября 2019 г. 13 ч. 46 мин.; **б** — 31 июля 2020 г. 00 ч. 24 мин.; **в** — 15 марта 2020 г. 05 ч. 36 мин.; **г** — 5 января 2020 г. 3 ч. 47 мин.

На станции «Донузлав-2» на всех исследуемых спектрах помех (рис. 9) выделяются максимумы на высоких частотах в интервале 10–15  $\Gamma \mu$ . Природа помех пока неясна. Частотный диапазон этих помех лежит далеко за пределами частот сейсмических колебаний, поэтому их вклад в волновые формы и влияние на процесс фильтрации невелик.

Следует заметить, что полученные данные о помехах в записях сейсмограмм предварительные. Структура спектров помех может быть более сложной, учитывая то, что станции находятся вблизи морских водоемов, генерирующих в различное время нестационарные помехи.





Рис. 9. Амплитудные спектры помех на сейсмической станции «Донузлав-2» (DNZ 2): **a** — 08 апреля 2020 г. 12 ч 12 мин.; **б** — 27 апреля 2020 г. 19 ч 33 мин.; **в** — 26 мая 2020 г. 15 ч 46 мин.; **г** — 21 апреля 2020 г. 11 ч 28 мин.

Изучение микросейсмического шума необходимо продолжить на достаточно представительном материале для выявления общих свойств и временных вариаций в различное время года и суток, а также непосредственно перед записью землетрясений. Это поможет более корректно подобрать фильтр для выделения момента вступления сейсмических волн и исключить или уменьшить вклад помех в их амплитудно-частотный состав.

Записи, полученные на новых станциях, начали успешно применяться для **восстановления динамических параметров очагов** местных землетрясений за 2018 г. [19] и 2019 гг. Для этого отобраны сейсмограммы, отвечающие всем критериям качества, разработанным для получения спектров Фурье. На рис. 10 приведены примеры записей землетрясений, использованные для расчета амплитудных спектров и определения по их характеристикам (спектральной плотности и угловой частоте) динамических параметров очагов.

👰 Система обработки сейсмических данных	- [Балнање формы] — 🗗	×
* • 0 • 0 • 0 • 0 • 0 • 0	and the the test of test	
40455.82		
······································		*****
	a na	
-42104.96		
2 D1 TARU[EHN-(??)] 100.000 samples/s 70137.09	2018-Apr-24	
		nangh a sa
-65016.09		
3 D2 TARU[EHE-(??)] 100.000 samples/s 70644.32	2018-Apr-24 @WT1* [m] [sn]	×
	alitet al desarce and the second second	
		******
476.4.4.00	A D M A A A A A A A A A A A A A A A A A	
01080		2114915
👰 Система обработки сейсмических данны:	к - [Волновые формы] — С	×
# Функции Волновые формы Список	#as FROC Kapra Cona 【 壁壁を下しょく→医国動 町→ ★★★★ 国内ようり 質問目である団長弁⇒ あ	- 0
1 D0 VSL[EHZ-(??)] 100.000 samples/s 20151.82	2018-3ap-09 18:Wf.1 Pr. 5	- ×
	a a a a a a a a a a a a a a a a a a a	
-22067.83		
2 D1 VSL[EHN-(??)] 100.000 samples/s 28712.16	2018-Sep. 09 (@Wf.]	- ×
		······
-30219.07	and the first first start starts and the start start starts and the start start starts and the start start starts and the start start starts and the start start start start start starts and the start star	
3 D2 VSL[EHE-(??)] 100.000 samples/s 2 81466.34	2018.5ep.09	^ X
	all the advantage set of the set	
		~~~
-68092.75		
Готово	日 回 電 全 (E) 点当 G) 07.48.4.434 09/09/2018 A:32259.820578	22:46:
	$ar{6}$	
🞱 Система обработки сейсмических данных 💷 'Функции Волновые формы Список ф	[Болновье формы] — 🗗 bas ПОС Карта Окна	_ #
	1999-10-10-10019  F-1	
56201.99		
	ang any affel des to fing and the finite destances of the state of t	
-64433.58		
2 D1 VSL[EHN-(??)] 100.000 samples/s 2 53984.74	1018-0et-15	
		*****
-59706.70	do abla - r.a	
3 D2 VSL[EHE-(??)] 100.000 samples/s 2	015-Oct-15	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	man provide the second s	****
.53148.05		
Готово	日田 勉全 記述 3 104333.457 15/10/2018 A-15584.142857	22:01:0
	6	

Рис. 10. Примеры записей землетрясений 2018 г.: *а* — 24 апреля 2018 г. на станции TARU; *б*, *в* — 9 сентября и 15 октября на станции DNZ 2, соответстсвенно.

Полученные амплитудные спектры (рис. 11) надежно аппроксимируются в рамках теоретической дислокационной модели Брюна [20], применяемой в Крыму для восстановления очаговых параметров [21].



Рис. 11. Примеры амплитудных спектров поперечных сейсмических волн землетрясений 2018 г.: 24 апреля, 9 сентября и 15 октября по записям сейсмических станций «Тарханкут» (TARU) и «Донузлав» (DNZ-2) по горизонтальной компоненте N-E. Прямые линии на спектрах — аппроксимация экспериментальных данных в рамках теоретической модели Бруна [20].

В результате получены индивидуальные станционные значения по станциям «Донузлав» и «Тарханкут», хорошо соответствующие средним значениям по группе станций Крыма [19]. В табл. 2 приведены значения только основных динамических параметров: сейсмического момента  $M_0$ , радиуса круговой дислокации  $r_0$  и моментной магнитуды Mw. Жирным шрифтом выделены средние значения по группе независимых N определений (по нескольким станциям и типам сейсмических волн).

Таблица 2.

Дата,	$t_0$ ,	Код	$M_0 \cdot 10^{13}$ ,	$M_0 \cdot 10^{13}$ ,	$r_0$ ,	<i>r</i> <sub>0</sub> ,	Mw	Mw	Кп
дм	ч мин с	станции	Н∙м	Н∙м	КМ	км			
24.04.	20 47 42.0	TARU, S	69.5	69.78	0.64	0.67	3.83	3.83	10.7
09.09	07 47 04.1	DNZ2, P	44.9	99.14	0.88	0.85	3.7	3.82	10.8
09.09	07 47 04.1	DNZ2, S	69.9	99.14	0.91	0.85	3.83	3.82	10.8
15.10	10 42 07.6	DNZ2, S	247	285	1.14	1.1	4.2	4.24	11.0

Сравнительные характеристики станционных динамических параметров очагов землетрясений Крыма за 2018 г. и средних значений по группе станций

Можно констатировать, что индивидуальные значения  $M_0$ ,  $r_0$  и магнитуды Mw, как по станции TARU, так и DNZ 2 близки к средним значениям, полученным по 6 (для землетрясения 09.09.2018 г.) и по 7 (для 24.04 и 15.10 2018 г.) независимым определениям. Остальные параметры также получились в хорошем согласии со средними значениями [19]. К сожалению, из-за повышенного уровня сейсмических помех, особенно во время штормов на море и озере Донузлав, записи на ст. TARU и DNZ 2 часто не соответствуют критериям качества для расчета по ним спектров, особенно для сравнительно слабых и удаленных землетрясений. В связи с этим актуальной остается задача детального изучения спектрального состава микросейсмического шума природного и техногенного характера, его изменения в пространстве-времени и выработке рекомендаций по подбору фильтров для корректного «очищения» полезного сигнала от помех.

## 4. СЕЙСМИЧНОСТЬ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Сетью сейсмических станций за период с 1972 по 2020 г. в Крыму западнее 34° восточной долготы и севернее 45° северной широты было зарегистрировано 36 землетрясений с энергетическими классами *К*<sub>П</sub> от 4.4 до 9.0 (табл. 3).

На карте-схеме (рис. 12) показаны эпицентры землетрясений западного Крыма с 1972 по 2014 г. с градацией по магнитудам и глубинам очагов и за период 1972 по 2020 г. с учетом зарегистрированных новыми станциями «Тарханкут» и «Донузлав».

Таблица 3.

Время возникновения землетрясения, t <sub>0</sub>							инаты ентра	Глубина очага	Энергети- ческий
год	месяц	число	час	МИН	сек	φ°N	λ°N	п, км	класс $K_{\Pi}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1972	5	4	11	32	39	45.1	33.1	20	8
1977	11	3	23	27	3	45.6	33.8	5	8.3
1978	8	15	14	11	25	45.4	33.6	5	8
1978	8	15	15	50	0	45.3	33.5	5	8.1
1979	10	28	5	15	37	45.2	32.5	20	9
1982	8	29	2	32	56	45.4	33.5	15	7.7
1985	9	19	18	4	24	45	32.6	10	7.1
1988	4	13	20	41	10.5	45.18	33.22	19	7.7
2001	11	6	4	12	51.5	45.05	33.12	23	8.4
2007	2	6	0	16	0.4	45.46	33.78	14	6.8
2007	9	24	6	8	27	45.34	33.57	15	7.1
2008	3	17	20	10	1.6	45.15	32.92	20	6.8
2008*	4	12	13	20	43.8	45.08	32.54	6	7.8
2008	10	11	7	38	11.1	45.57	33.24	20	7.8
2008	10	16	22	13	16	45.45	32.81	20	7.5

Каталог землетрясений северо-западной части Крыма

Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е., Сухорученко С. К., Клянчин А. И.

Продолжение таблицы 3.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2008	10	17	11	59	33.3	45.45	32.81	20	6.8
2010	1	21	3	59	58.3	45.46	32.77	6	7.8
2010	4	10	13	44	43.8	45.4	32.65	20	7.7
2010	8	17	4	41	23	45.56	33.79	16	7.1
2010	10	26	14	30	44.7	45.51	32.76	2	7.7
2010	11	19	1	18	17	45.7	33.1	9	7.5
2011	3	16	20	42	48.1	45.24	33.4	20	7.5
2011	7	10	15	33	12.1	45.63	32.95	12	7.5
2011	7	24	3	22	51.4	45.65	33.19	20	7.6
2011	10	14	3	46	8	45.19	32.44	20	7.1
2012	4	28	19	13	44	45.65	33.47	6	8
2012	4	30	6	46	5.4	45.74	32.97	5	7.1
2012	4	30	23	5	40.6	45.73	33	7	6.7
2012	5	5	5	52	23.3	45.6	33.62	20	6.9
2012	7	11	12	32	31.5	45.75	32.91	6	8.1
2014	3	30	7	55	59.1	45.51	32.98	21	8.2
2014*	7	18	9	7	1.9	45.66	32.93	22	7
2020	1	4	19	3	46.6	45.48	32.88	23	4.4
2020	1	5	3	47	57.6	45.49	32.89	24	5
2020	4	8	12	12	42.7	45.47	32.89	25	7.8
2020	6	15	19	33	44.6	45.46	32.88	23	5.5

Примечание: \*- координаты уточнены с использованием нового годографа [18].



Рис. 12. Карты эпицентров западной части Крымского полуострова: *а* — с 1972 по 2014 г. с градацией по глубинам очагов и магнитудному уровню; *б* — за весь период с 1972 по 2020 г. Точки — эпицентры землетрясений до начала организации новых станций, полые кружки — эпицентры с июля 2012 г. по настоящее время.

В тектоническом отношении (рис. 1) часть эпицентров землетрясений (рис. 12) приурочена к зоне сочленения Скифской плиты и Украинского щита и к раннекиммерийскому Северотарханкутскому разлому. Другие цепочки и сгущения эпицентров попадают в зону влияния раннекиммерийских разломов: Донузлавского и Сулинско-Крымского.

Особо следует обратить внимание на концентрацию эпицентров землетрясений в районе Глебовского ПХГ, которые могут быть связаны, как с естественными сейсмотектоническими процессами в зонах ближайших разрывных нарушений, проявившихся в позднеальпийский этап, так и с наведенной сейсмичностью.

Очаги всех зарегистрированных землетрясений были расположены в земной коре на глубинах от 5 до 25 км с преобладанием  $h = 5 \pm 1$  км и  $h = 20 \pm 1$  км (табл. 3).

На рис. 13 показаны гистограммы распределений количества землетрясений во времени: по годам, месяцам и дням.



Рис. 13. Гистограммы распределений количества землетрясений во времени с 1972 по 2020 г. (*a*), по месяцам (б), по дням (в).

Прежде всего, можно отметить, что количество эпицентров в этом районе в последнее время заметно возросло (рис. 13*a*). Предположительно это связано как с возросшей чувствительностью региональной сети станций, так и возможной наведенной сейсмичностью в этом районе.

Наблюдается заметная периодичность кластеров эпицентров во времени с периодами по месяцам — 3 месяца, по дням — 6 дней, требующая уточнения и объяснения на более длительных рядах наблюдений.

Ограниченная статистика по землетрясениям северо-западной части Крыма (табл. 3) пока не позволяет количественно оценить параметры сейсмического режима. Можно только отметить, что в целом этот район относится к менее сейсмически активным, где представительные для всего региона землетрясения с  $K_{\Pi} = 9$  не отмечены с 1979 г., т. е. за последние 40 лет. В то же время, часть более слабых сейсмических толчков с  $K_{\Pi} = 8$ , которые представительны не на всей изучаемой территории [12], и даже с  $K_{\Pi} \le 7$  удалось зафиксировать сравнительно удаленными стационарными станциями на пределе их регистрационных возможностей. Как было показано в работе [13], в соответствии с законом

повторяемости землетрясений Крыма, ежегодно в краевых зонах региона происходят «потери» в количестве до N = 59 незарегистрированных землетрясений с  $K_{\Pi} = 7$ . Можно надеяться, что с расширением региональной высокочувствительной сети станций и, прежде всего в северо-западной части, число таких потерь существенно сократится.

## выводы

1. Анализ геологических и физико-механических характеристик пород северозападной части Крыма показал, что геологическое строение с развитием более чем на 120 *м* по глубине известняковых толщ, является благоприятным для размещения в этом районе сейсмических станций с высокой чувствительностью к слабым сейсмическим колебаниям.

Результаты первых наблюдений на двух сейсмических станциях «Тарханкут» (TARU) и «Донузлав-2» (DNZ 2), представляющих фрагмент будущей локальной сейсмической сети северо-запада Крыма, а также исследование спектральных особенностей помех подтвердили правильность выбора мест для регистрации слабых землетрясений.

2. Отмечено хорошее качество регистрационных возможностей станций «Тарханкут» (TARU) и «Донузлав-2» (DNZ 2), обеспечивающее высокую эффективность и чувствительность станций. На примере выборки 2018 года показано, что эффективность работы станции TARU и DNZ 2 по отношению к представительным землетрясениям для всего региона с  $K_{\Pi} \ge 9$  составила, соответственно, 100 и 75%, а для  $K_{\Pi} \ge 8 - 66\%$  и 58%.

3. Достаточно высокая чувствительность обеих сейсмических станций обеспечивает возможность надежно регистрировать землетрясения с  $K_{\Pi} \ge 9$  для всего региона на расстояниях до 400 км и слабые толчки северо-западного района — с  $K_{\Pi} \ge 6$  в радиусе до 120 км. За время работы станций «Тарханкут» и «Донузлав-2» зарегистрировано несколько слабых локальных сейсмических событий c  $K_{\Pi} = 4.4 - 5.5$ , недоступных другим удаленным региональным сейсмостанциям Крыма. Таким образом, открытие ДBVX новых высокочувствительных станций на северо-западе Крыма значительно расширяет границы областей представительности землетрясений и создает возможности для регистрации более слабых сейсмических событий в рассматриваемом районе. надежность определения основных параметров повышает гипоцентров землетрясений практически из всех зон Крымско-Черноморского региона.

4. Станционные значения спектральных и динамических параметров очагов землетрясений, восстановленные по записям волновых форм на станциях «Донузлав» и «Тарханкут» хорошо коррелируют со средними значениями по группе станций Крыма, что свидетельствует о подобии интегральных волновых характеристик зарегистрированных землетрясений и создает перспективы для широкого использования новых станций в изучении очаговых параметров.

5. В тектоническом отношении землетрясения северо-западной части Крыма приурочены к зоне сочленения Скифской плиты и Украинского щита и к раннекиммерийским разломам. Глубины очагов землетрясений расположены в земной коре и не превышают 25 км. Вблизи Глебовского ПХГ отмечена группа эпицентров сейсмических событий, связанных как с естественными сейсмотектоническими процессами, так и с возможной наведенной сейсмичностью. Для выяснения природы этих событий необходима организация полноценного мониторинга локальной сетью станций, тесный контакт и обмен информацией с соответствующими газодобывающими организациями.

6. Первые результаты регистрации слабых землетрясений в северо-западной территории Крыма высокочувствительными сейсмическими станциями вселяют надежду на то, что планируемое расширение сети наблюдений откроет неизвестные ранее особенности сейсмичности и сейсмического режима этого района. Это позволит уточнить сейсмическую опасность территории, на которой расположены особо ответственные экологически опасные объекты и следить за динамикой ее развития.

#### Список литературы

- 1. Минеральные ресурсы Крыма и прилегающей акватории Чёрного и Азовского морей. Атлас. Симферополь: Таврия-Плюс, 2001. 80 с.
- Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Кримська Серія. Аркуші L-36-XXI (Чорноморське), L-36-XXII (Красноперекопськ), L-36-XXVII (Морське). Пояснювальна записка. Киев: Державний комітет природних ресурсів України, Казенне підприємство «Південекогеоцентр», 2004. 99 с.
- Вольфман Ю. М., Пасынков Г. Д., Панков Ф. Н. и др. Выбор пунктов наблюдений с целью организации сейсмического мониторинга в Западном Крыму / Научно-технический отчет К/2011. Фонды ИГФ НАНУ. Киев, 2011. 44 с.
- 4. Обеспечение сейсмобезопасности АРК / Промежуточный отчет о работе по выполнению мероприятий по Республиканской Программе развития строительной отрасли и жилищного строительства в Автономной Республики Крым / Фонды ГАУ «КЭС». Симферополь: 2013. 119 с.
- 5. Отчёт об инженерных изысканиях для одностадийного проекта на участке строительства очистных канализационных сооружений пансионата завода «Авангард» в с. Оленевка Черноморского района / Фонды СКО «УкрГИИНТИЗ». Симферополь, 1969. 28 с.
- Отчёт об инженерно-геологических изысканиях для строительства опоры (вышки) «Киев-СТАР», в с. Оленевка АР Крым / Фонды «КрымГИИНТИЗ». Симферополь, 2003. 9 с.
- Свидлова В. А, Пасынков Г. Д. Сейсмичность Крыма в 2012 году // Сейсмологический бюллетень Украины за 2012 год. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2013. С. 6–10.
- Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н. Сейсмичность Крыма в 2017 году // Ученые записки Крымского Федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. 2018. Том 4 (70). № 4. С. 7–68.
- Технический отчёт об инженерно-геологических изысканиях для строительства ветровых электростанций «Донузлавская» в пгт Новоозёрное Крымской области / Фонды «КрымГИИНТИЗ», Симферополь, 1995. 20 с.
- Отчёт об инженерно-геологических изысканиях для строительства коттеджного поселка с разветвленной инфраструктурой и яхтклубом в пгт Новоозерное / Фонды «КрымГИИНТИЗ». Симферополь, 2010. 102 с.

Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е., Сухорученко С. К., Клянчин А. И.

- 11. Свидлова В. А., Калинюк И. В., Бондарь М. Н., Козиненко Н. М., Сыкчина З. Н. Сейсмичность Крыма в 2014 году // Ученые записки Крымского Федерального университета им. В. И. Вернадского. География. 2014. Том 27 (66), № 2. С. 166–191.
- Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н. Сейсмичность Крыма в 2018 году // Ученые записки Крымского Федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. 2019. Том 5 (71). № 4. С. 7–75.
- Пустовитенко Б. Г., Лущик А. В., Боборыкина О. В. и др. Мониторинг сейсмических процессов в Крымско-Черноморском регионе. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика». 2014. 264 с.
- Байкал-8 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.expas-sib.com (дата обращения 10.07.2019)
- Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е. Об энергетической оценке землетрясений Крымско-Черноморского региона // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. Т. 2. М.: ИФЗ АН СССР, 1974. С. 113–125.
- Пустовитенко Б. Г. Определение энергии землетрясений Крыма по длительности колебаний // Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССН СССР (Крым-Карпаты) в 1970–1974 гг. Киев: Наукова думка, 1980. С. 34–39.
- Пустовитенко Б. Г., Терентьев М. Н. Об эффективности современной сети сейсмических станций Крыма // Сейсмологический бюллетень Украины за 1995–1996 гг. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 1997. С 130–142.
- Кульчицкий В. Е. Новые годографы сейсмических волн Крымско-Черноморского региона // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 4 (70). № 4. 2018 г. С. 164–173
- Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э. Бондарь М. Н. Спектральные и динамические параметры очагов землетрясений Крыма 2018 года // Ученые записки Крымского Федерального Университета им. В. И. Вернадского География. Геология. 2019. Том 5(71), № 4. С. 77–96
- 20. Brune I. V. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes, J. Geophys. Res. 1970. V. 75, no 26, pp. 4997–5009.
- Пустовитенко Б. Г., Пантелеева Т. А. Спектральные и очаговые параметры землетрясений Крыма. Киев: Наукова думка, 1990. 251 с.

#### ORGANIZATION AND FIRST RESULTS OF SEISMIC OBSERVATIONS IN

#### THE NORTHWESTERN PART OF THE CRIMEA TERRITORY

#### Pustovitenko B. G., Kulchitsky V. E., Sukhoruchenko S. K., Klyanchin A. I.

GAU «Crimean Republican Center for Seismic and Landslide Hazard Assessment, Technical Inspection of Construction Facilities», Simferopol, Republic of Crimea, Russia. E-mail: bpustovitenko@mail.ru

To monitor the dynamics of seismic processes in the northwestern part of the Crimean region in the area of hydrocarbon production and the location of a large underground gas storage (UGS), it became necessary to expand and modernize the regional network of stations. The article describes the organization of observations at two seismic stations «Tarkhankut» (TARU) and «Donuzlav-2» (DNZ 2), representing a fragment of the future local seismic network of the north-west of Crimea, and the first results obtained. The seismotectonic conditions of the northwestern part of the region and engineering-geological conditions in the area of the stations are described. It is shown that the geological structure and distribution of strong limestone rocks to a depth of 120 m are favorable for the placement of seismic stations with high sensitivity to weak seismic vibrations.

An assessment of the level of seismic interference, the range of registration and the accuracy of determining the energy characteristics of station determinations is given. A very good convergence of the results of determining the spectral and dynamic parameters of the sources from the seismograms at the TARU and DNZ 2 stations with the average values for the system of Crimean stations was obtained. An analysis of the efficiency of the stations is given. A conclusion was made about a sufficiently high sensitivity, efficiency and good quality of registration capabilities of the TARU and DNZ 2 stations. The high sensitivity of both seismic stations makes it possible to reliably register earthquakes with  $K_{\Pi} \ge 9$  for the entire region at distances up to 400 km and weak tremors of the north-western region with  $K_{\Pi} \ge 6$  within a radius of up to 120 km.

During the period from 2018 to June 2020, 143 local and 405 near-field earthquakes up to distances of 1000 km were registered at the seismic stations Tarkhankut and Donuzlav-2.

A catalog of earthquakes in the northwestern part of Crimea for the period from 1972 to the present is presented. The catalog includes 36 earthquakes in the range of energy classes 4.4–9. The distributions of earthquakes in space and time are presented. It has been established that some of the earthquake epicenters are confined to the zone of junction of the Scythian plate and the Ukrainian shield and to the Early Cimmerian North Tarkhankut fault. Other chains and thickening of epicenters fall into the zone of influence of the Donuzlavsky and Sulinsky-Crimean Early Cimmerian faults. Particular attention is paid to the concentration of earthquake epicenters in the area of the Glebovskoye underground gas storage. Local seismicity is possibly associated with both primary processes in the zones of the nearest rupture faults, and with those induced under the influence of technogenic loads.

The possibility of organizing a full-fledged local seismic network in the north-west of Crimea is discussed, which will significantly increase not only the sensitivity to weak seismic vibrations, including technogenic ones, but also expand the areas of representativeness of earthquakes for the entire region.

*Keywords*: seismic station, earthquake, seismicity, representativeness, Efficiency, recording range, engineering-geological properties of soils, interference spectra, amplitude spectrum, energy characteristics.

#### References

- 1. Mineral'nye resursy Kryma i prilegayushchej akvatorii Chyornogo i Azovskogo morej. Atlas. (Mineral resources of Crimea and the adjacent waters of the Black and Azov seas. Atlas). Simferopol, Tavriya-Plyus, 2001, 80 p. (in Russian).
- Derzhavna geologichna karta Ukraïni. Masshtab 1:200000. Krims'ka Seriya. Arkushi L-36-XXI (Chornomors'ke), L-36-XXII (Krasnoperekops'k), L-36-XXVII (Mors'ke). Poyasnyuval'na zapiska (State geological map of Ukraine. Scale 1:200000. Crimean Series. Sheets L-36-XXI (Chornomorsk), L-36-XXII (Krasnoperekopsk), L-36-XXVII (Mors'ke). Explanatory note.) Kiev: Derzhavnij komitet prirodnih resursiv Ukraïni, Kazenne pidpriemstvo «Pivdenekogeocentr», 2004. 99 p. (in Ukrainian).
- Vol'fman Yu. M., Pasynkov G. D., Pankov F. N. i dr. Vybor punktov nablyudenij s cel'yu organizacii sejsmicheskogo monitoringa v Zapadnom Krymu, Nauchno-tekhnicheskij otchet K/2011. (Selection of observation points for the purpose of organizing seismic monitoring in Western Crimea / Scientific and technical report K, 2011). Fondy IGF NANU. Kiev, 2011, 44 p. (in Russian).

Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е., Сухорученко С. К., Клянчин А. И.

- 4. Obespechenie sejsmobezopasnosti ARK, Promezhutochnyj otchet o rabote po vypolneniyu meropriyatij po Respublikanskoj Programme razvitiya stroitel'noj otrasli i zhilishchnogo stroitel'stva v Avtonomnoj Respublike Krym (Ensuring the seismic safety of the ARC, Interim report on the work on the implementation of measures under the Republican Program for the development of the construction industry and housing construction in the Autonomous Republic of Crimea). Fondy GAU «KES». Simferopol, 2013. 119 p. (in Russian).
- 5. Otchyot ob inzhenernyh izyskaniyah dlya odnostadijnogo proekta na uchastke stroitel'stva ochistnyh kanalizacionnyh sooruzhenij pansionata zavoda «Avangard» v s. Olenevka Chernomorskogo rajona (A report on engineering surveys for a one-stage project at the construction site of sewage treatment facilities of the Avangard plant in the village Olenevka Chernomorskiy region). Fondy SKO «UkrGIINTIZ». Simferopol, 1969, 28 p. (in Russian).
- Otchyot ob inzhenerno-geologicheskih izyskaniyah dlya stroitel'stva opory (vyshki) «Kiev-STAR», v s. Olenevka AR Krym (Report on engineering and geological surveys for the construction of a support (tower) «Kiev-STAR», in the village Olenevka Autonomous Republic of Crimea). Fondy «KrymGIINTIZ». Simferopol, 2003, 9 p. (in Russian).
- Svidlova V. A, Pasynkov G. D. Sejsmichnost' Kryma v 2012 godu (Seismicity of Crimea in 2012). Sejsmologicheskij byulleten' Ukrainy za 2012 god. Sevastopol, NPC «EHKOSI-Gidrofizika». 2013, pp. 6–10 (in Russian).
- Kalinyuk I. V., Svidlova V. A., Bondar' M. N. Sejsmichnost' Kryma v 2017 godu (Seismicity of the Crimea in 2017). Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2018, Vol. 4(70), no 4, pp. 7–68 (in Russian).
- Tekhnicheskij otchyot ob inzhenerno-geologicheskih izyskaniyah dlya stroitel'stva vetrovyh elektrostancij «Donuzlavskaya» v pgt. Novoozyornoe Krymskoj oblasti (Technical report on engineering and geological surveys for the construction of wind power plants «Donuzlavskaya» in the town Novoozernoe of the Crimean region). Fondy «KrymGIINTIZ». Simferopol, 1995, 20 p. (in Russian).
- 10. Otchyot ob inzhenerno-geologicheskih izyskaniyah dlya stroitel'stva kottedzhnogo poselka s razvetvlennoj infrastrukturoj i yahtklubom v pgt. Novoozernoe (A report on engineering and geological surveys for the construction of a cottage village with an extensive infrastructure and a yacht club in the town Novoozernoe) Fondy «KrymGIINTIZ». Simferopol, 2010, 102 p. (in Russian).
- Svidlova V. A., Kalinyuk I. V., Bondar' M. N., Kozinenko N. M., Sykchina Z. N. Sejsmichnost' Kryma v 2014 godu (Seismicity of the Crimea in 2014). Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. 2014. Vol. 27 (66), no 2, pp. 168–193 (in Russian).
- Kalinyuk I. V., Svidlova V. A., Bondar' M. N. Sejsmichnost' Kryma v 2018 godu (Seismicity of the Crimea in 2018). Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2019. Vol. 5 (71), no 4, pp. 7–75 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Lushchik A. V., Boborykina O. V. i dr. Monitoring seismicheskikh protsessov v Krymsko-Chernomorskom regione (Monitoring of seismic processes in the Crimean Black Sea region). Sevastopol, NPC «EHKOSI-Gidrofizika» Publ., 2014, 264 p. (in Russian).
- 14. Байкал-8 [Ehlektronnyj resurs]. URL: http://www.expas-sib.com (data obrashcheniya 10.07.2019).
- Pustovitenko B. G., Kul'chickij V. E. Ob ehnergeticheskoj ocenke zemletryasenij Krymsko-Chernomorskogo regiona (On the energy assessment of earthquakes in the Crimean-Black Sea region). Magnituda i ehnergeticheskaya klassifikaciya zemletryasenij, Vol. 2. Moscow, 1974, IFZ AN SSSR, pp. 113–125 (in Russian).
- Pustovitenko B. G. Opredelenie ehnergii zemletryasenij Kryma po dlitel'nosti kolebanij (Determination of the energy of earthquakes in Crimea by the duration of oscillations). Sejsmologicheskij byulleten' Zapadnoj territorial'noj zony ESSN SSSR (Krym–Karpaty) v 1970–1974 gg. Kiev, Naukova dumka, 1980, pp. 34–39 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Terent'ev M. N. Ob effektivnosti sovremennoj seti sejsmicheskih stancij Kryma (On the effectiveness of the modern network of seismic stations in Crimea). Sejsmologicheskij byulleten' Ukrainy za 1995–1996 gg. Sevastopol, NPC «EHKOSI-Gidrofizika», 1997, pp. 130–142 (in Russian).

- Kul'chickij V. E. Novye godografy sejsmicheskih voln Krymsko-Chernomorskogo regiona (New travel time curves of seismic waves of the Crimean-Black Sea region). Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2018. V. 4(70), no 4, pp. 164–173 (in Russian).
- Pustovitenko B. G., Eredzhepov E. E., Bondar' M. N. Spektral'nye i dinamicheskie parametry ochagov zemletryasenij Kryma 2018 goda (Spectral and dynamic parameters of Crimean earthquake foci in 2018). Uchenye zapiski Krymskogo Federal'nogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2019, Vol. 5 (71), no 4, pp. 77–96 (in Russian).
- 20. Brune I. V. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes. J. Geophys. Res. 1970. V. 75, no 26, pp. 4997–5009.
- 21. Pustovitenko B. G., Panteleeva T. A. Spektral'nye i ochagovye parametry zemletryasenij Kryma (Spectral and focal parameters of earthquakes of the Crimea). Kiev, Naukova dumka Publ., 1990, 251 p. (in Russian).

География. Геология. Том 6 (72). № 4. 2020 г. С. 170–180.

#### УДК 550.385.37:550.388

## ОТКЛИК ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ГЛУБОКОФОКУСНОЕ ОХОТОМОРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2013 ГОДА С *M* = 8.3

## Бурым Ю. А., Самсонов К. А.

#### ГАУ «Крымский Республиканский Центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства», Симферополь, Республика Крым, Россия. E-mail: seismoexpert@gmail.com

По архивам сети «Интермагнет» проанализирован отклик геомагнитного поля на глубокофокусное землетрясение 24.05.2013, зарегистрированный на станциях с ежесекундной регистрацией 3-x компонент поля по всему Миру. Установлено, что момент возникновения отклика в диапазоне периодов 1-10 c совпадает с временем прихода сейсмических волн в район каждой станции, причем отклик зафиксирован лишь на половине станций, независимо от их местоположения. Сделано предположение о том, что причиной рассмотренного сейсмомагнитного эффекта является существование остаточной намагниченности горных пород в районах станций, что частично подтверждается при анализе расположения станций на картах аномального магнитного поля. *Ключевые слова*: вариации геомагнитного поля, предвестники землетрясений, магнитные минералы.

#### введение

Изучение геомагнитных вариаций имеет не только фундаментальное значение для изучения глобальных космических процессов, но также связано с надеждой сейсмологов и геофизиков получить дополнительную возможность прогноза землетрясений. Для решения этой задачи в последние десятилетия получены важные теоретические результаты, позволяющие установить на уровне физики твердого тела возможные механизмы преобразования энергии механической в электромагнитную. Согласно общепринятым представлениям электромагнитные колебания в горных породах возбуждаются переменными электрическими токами, которые возникают при упругом напряжении в горных породах, смещении, движении частиц (различные физические механизмы для скорости и ускорения) вследствие взаимодействия с сейсмической волной [1, 2]. Носителем возникающих токов предполагается флюид, наполняющий трещины и поры горных пород, абстрактное понятие. довольно При анализе времени возникновения электромагнитного сигнала было установлено, что источником электромагнитных колебаний могут являться неоднородности геологических структур на пути распространения сейсмических волн. Возможно также влияние напряженного состояния или деформации горных пород на доменные структуры зерен магнитных минералов [3]. Таким образом, существуют две равнозначные точки зрения, где в качестве источника сейсмомагнитного сигнала служит или очаг землетрясения, или среда на пути сейсмических волн. В работе [4] исследовался сейсмомагнитный сигнал, вызванный сейсмической волной Лява, причем время возникновения сигнала однозначно связывалось с приходом в район геомагнитной станции сейсмической волны. В другой работе [5] исследовался геомагнитный отклик на землетрясения в разных районах, регистрировавшийся главным образом станциями сети «Интермагнет», имеющими дискретность измерений 1 мин. Запаздывание короткопериодных вариаций по отношению к моменту землетрясения авторы



## ОТКЛИК ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ГЛУБОКОФОКУСНОЕ ОХОТОМОРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2013 ГОДА С *M* = 8.3

связывают с неустановленными быстропротекающими в очаге процессами после основного толчка с последующей «передачей сигнала» через ионосферу. Т.е. источником вариаций предполагается очаг землетрясения. Также большое внимание было уделено длиннопериодным (с характерными периодами в несколько минут) вариациям, которые в итоге трудно однозначно интерпретировать вследствие существования множества возможных механизмов их происхождения. По нашему мнению нельзя достоверно утверждать о секундных задержках сейсмомагнитного сигнала, анализируя минутные данные. В работе [6] на основании математической обработки (построении спектрограмм) минутных записей делается вывод о существовании предвестников землетрясения, наблюдаемых в первые десятки секунд или минуты до сейсмического события. С нашей точки зрения этот результат может оказаться не точным, поскольку в математике существует принцип неопределенности: чем лучше спектр, тем хуже точность определения времени. За момент возникновения сигнала принимается середина спектрограммы, что также может привести к дополнительной погрешности. Кроме того, проблему изучения предвестников нужно воспринимать в двух аспектах. Во-первых, важно установить сам факт их существования с точки зрения причинно-следственных связей и физических механизмов, а во-вторых, все-таки нужно стремиться к результатам, имеющим практическое значение. В этом смысле появление предвестников за много тысяч километров ничего не дает, поскольку нет даже принципиальной возможности определить место будущего землетрясения.

В связи с вышеизложенным в данной работе была поставлена задача исследовать магнитные записи, полученные при ежесекундной регистрации 3-х компонент геомагнитного поля для тех случаев, когда не вызывает сомнений происхождение электромагнитного сигнала.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Предварительно была проведена работа по изучению электромагнитных откликов и поиску предвестников сильных землетрясений в сейсмических районах, в которых имеется «секундная» геомагнитная станция сети «Интермагнет» на расстоянии до 100 км от эпицентра. Целью работы было исследование проявления сейсмомагнитного эффекта в каждом конкретном районе в зависимости от магнитуды, глубины землетрясения и месторасположения эпицентров. В частности, нами было установлено, что геомагнитный отклик на Новозеландское землетрясение 13.11.2016 M = 8, проиллюстрированный на рис. 1, имеет локальный характер, поскольку на записях других станций мира (даже близких — Канберра, Маккуори, Гуам) эффект отсутствует.



Рис. 1. Вариации X-компоненты геомагнитного поля, зарегистрированные на ст. ЕУR в момент землетрясения 13.06.2016 с  $M_{\rm S} = 8$  в Новой Зеландии: а) запись вариации, б) спектрограмма, в) спектр сигнала.

Расстояние от ст. ЕҮR до эпицентра около 100 км. Уточненное по каталогу ISC время в очаге землетрясения указано красной чертой. Время до возникновения отклика было определено при увеличенном рассмотрении записи и составило 12 c после основного толчка. Спектр расположен в диапазоне периодов 1–10 c. На рис. 1  $\delta$  приведена спектрограмма сигнала с 10 до 15 час по Гринвичу, вычисленная при окне 512 сек с шагом 200 сек. На спектрограмме отчетливо прослеживаются все последующие в этот период афтершоки. Приведенная на рис. 1 запись X-компоненты геомагнитного поля явилась для нас эталоном для дальнейшего поиска, в спорных случаях существует возможность находить отклик по спектрограмме сигнала.

Для проверки утверждения о локальности эффекта как нельзя лучше подходит Охотоморское землетрясение 24 мая 2013 г. с магнитудой 8.3 и глубиной очага более 600 км [7]. Сейсмические колебания от этого землетрясения не только были зарегистрированы всеми сейсмостанциями Мировой сети, но и ощущались населением до расстояний 10 000 км. Логично было ожидать, что и геомагнитные возмущения имеют глобальный характер. Масштабность события позволяет увидеть картину отклика всего Земного шара в целом и сравнить возникший сигнал в разных его частях. В настоящей работе по данным сети «Интермагнет» проанализированы записи геомагнитных станций, имеющих 3-х компонентные ежесекундные измерения, работавших в момент землетрясения по всему Миру.



Рис. 2. Х-компонента геомагнитного поля, зарегистрированная на различных геомагнитных станциях. Красная черта — момент землетрясения (время в очаге). Стрелками указаны моменты прихода объемных *P*- и *S*-волн на ближайшие сейсмостанции (табл. 1).

На рис. 2 приведены записи Х-компоненты геомагнитного поля для четырех станций, находящихся на разных эпицентральных расстояниях от Аляски до Швеции, которые являются наиболее характерными для иллюстрации общей картины отклика. При тщательном увеличенном рассмотрении записей был определен момент возникновения геомагнитного отклика на землетрясение для каждой из станций. Затем, по данным каталога ISC, были определены ближайшие к геомагнитным пунктам сейсмические станции и времена прихода сейсмических волн на эти станции. Результаты сравнения времен возникновения магнитного и сейсмического сигнала приведены в таблице 1. Времена практически совпадают, отличие не превышает нескольких секунд, что мало по сравнению с временами пробега сейсмических волн, составляющих от 5 до 20 мин. Вследствие этого можно геомагнитные станции зарегистрировали утверждать, что возникновение характерных колебаний Х-компоненты геомагнитного поля через некоторое время  $\Delta t$  после толчка (далее время задержки), соответствующее времени прихода сейсмической волны в район станции. Каждая из дошедших волн приводит к возникновению своего цуга колебаний. Отклик на S-волны, как правило, больше.

Таблица 1.

Время возникновения и амплитуда отклика на Охотоморское землетрясение
$24.05.2013\ 05:44:50\ M = 8.3$ , зарегистрированного геомагнитными станциями
«Интермагнет» в сравнении с временами прихода сейсмических волн на ближайшие
к указанным геомагнитным сейсмические станции

Код и месторас-	Рассто-	Время	отклика	Код	Врем	ия прихода	Ампл.		
положение гео-	яние,	на зе	емле-	ближай-	сейс	смической	отклика,		
магнитной станции	$\Delta^{\circ}$	тряс	ение	шей с/ст		волны	Н	нТл	
		Р	S		Р	S	Р	S	
АРІ Самоа	74.84	5:55:34	6:04:24	CTA	5:55:30	6:04:20	0.25	0.4	
ASP Австралия	80.58	5:56:11	6:05:19	ASAR	5:55:56	6:05:12	1.5	1.75	
BLC Канада	49.59	5:52:49	5:59:11				0.75	3.5	
BOU CIIIA	63.99	5:54:28	6:02:24	ISCO	5:54:28	6:02:14	1.125	1.125	
BSL CIIIA	79.31	5:56:02	6:05:12	Z52A	5:55:53	6:05:11	2	3.5	
СВВ Канада	43.77	5:52:08	5:57:55	YKA	5:52:08	5:58:00	0.35	2.75	
CMO CIIIA	29.92	5:50:12	5:54:31	MDM	5:50:10	5:55:43 (ScP)	3.5	4	
DED CIIIA	29.21	5:50:14	5:54:18				0.75	15	
EYR Новая Зеландия	99.79		6:07:12			6:07:04			
FCC Канада	54.30	5:53:23	6:00:20	FFS	5:53:22		0.3	1	
FRD CIIIA	77.44	5:55:47	6:04:54	S57A	5:55:42		1.5	1.7	
HON Гоналулу	49.45	5:52:44		HON	5:52:46		5		
IQA Канада	57.13	5:53:59	6:00:55	*SFJD	5:53:38	6:00:49	0.2	0.5	
KDU Австралия	69.97	5:55:00		GMM	5:55:00		1.75		
LRM Австралия	84.22	5:56:24	6:05:58				0.5	0.8	
МЕА Канада	49.72	5:52:51	5:59:20				1.75	7	
NEW CIIIA	52.25	5:53:10		NEW	5:53:07		2		
ОТТ Канада	71.64	5:55:20	6:03:46	G55A	5:55:10		1.25	0.75	
RES Канада	42.96	5:52:07	5:57:47	RES	5:51:58	5:57:45	0.5	2.5	
SHU Аляска	25.98	5:49:37	5:53:42	SDPT	5:49:34		3	5.5	
SJG Пуэрто-Рико	99.82	5:57:53	6:07:25	SJG	5:57:30	6:07:10	0.1	0.5	
STJ Канада	75.33	5:55:56	6:04:35				0.35	1.25	
TUC CIIIA	67.45	5:54:50		TUC	5:54:46		0.75		
UPS Швеция	60.08	5:54:00	6:01:34	*HFS	5:54:04	6:01:37	0.45	1.5	
VIC Канада	48.96	5:52:49	5:59:20	PGS	5:52:43		1	1	
ҮКС Канада	44.40	5:52:10	5:58:03	YKA	5:52:09	5:58:00	0.2	2	

Также в таблице 1 приведены значения амплитуды колебаний, определенные приблизительно по записи магнитных колебаний.

Из 56 работавших 24.05.2013 секундных станций сети «Интермагнет» эффект был зарегистрирован на 26 станциях. Факт и причина отсутствия сигнала, как мы увидим в дальнейшем, также заслуживает внимания. Ниже приводится список «не среагировавших» на данное землетрясение геомагнитных станций:

ААЕ-Эфиопия; АМS-Остров Амстердам; ВRW-Аляска (Уткиагвик); СLF-Франция; СNB-Канберра (Австралия); СSY-Антарктида; СТА-Квинсленд (Австралия); СZT-Антарктида; DLT-Далат (Вьетнам); DMS-Антарктида; DRV-

## ОТКЛИК ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ГЛУБОКОФОКУСНОЕ ОХОТОМОРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2013 ГОДА С *M* = 8.3

Антарктида; FRN-Фресно (США); GNG-Калимантан (Индонезия); GUA-Гуам; IPM-Остров Пасхи; KAK-Какиока (Япония); KNY-Канойя (Япония); KOU-Куру (Французская Гвиана); LZH-Ланджоу (Китай); MAW-Антарктида; MBO-Мобур (Сенегал); MCQ-Маккуори; MMB Мемамбетцу (Япония); PAF-о Кергелен (Франция); PEG-Греция; PHU-Пху Тху (Вьетнам); PPT- Полинезия (Франция); SBA Антарктида; SIT-Ситка (США); ТАМ-Алжир.

Подтверждается «немагнитность» ст. СNВ (Канберра) и МСQ (Маккуори) — причина отсутствия отклика на Новозеландское землетрясение 13.11.2016. Кроме того, после получения этих результатов был найден отклик на землетрясение 13.11.2016 на австралийских станциях ASP, LRM и KDU, которые находятся гораздо дальше от Новой Зеландии, чем СNB.

Таким образом, рассматриваемый сейсмомагнитный эффект возникает в непосредственной близости геомагнитной станции при достижении ее или ее окрестностей сейсмической волной. Время задержки соответствует эффективной скорости распространения *P*-волны примерно 14 км/с (предельная скорость в нижней мантии [8]).

На рис. 3 приведена зависимость времени задержки (по оси Х) от расстояния в градусах от эпицентра до геомагнитной станции (по оси Y) отдельно для сигналов от Р- и S-волн. Фактически это зависимость расстояния, пройденного сейсмическими волнами, от времени. Примерное значение отношения скоростей поперечных вычисленное продольных И волн, как отношение двух соответствующих тангенсов углов наклона результирующих линий, равно 1.82, что характерно для мантии [8]. Рядом с каждой точкой на рис. 3 приведен международный код станции в сети «Интермагнет», что иллюстрирует одинаковый ход зависимости в разных частях света.



Рис. 3. Зависимость времени задержки отклика, соответствующего *P*- и *S*волнам, от расстояния в градусах до эпицентра землетрясения для каждой станции, зарегистрировавшей отклик. Буквами обозначен международный код станции.

На рис. 4 показаны примерные амплитуды сейсмомагнитного сигнала, соответствующие S-волнам, в зависимости от расстояния в градусах до геомагнитной станции. Из табл. 1 и рис. 4 видно, что амплитуда записи не коррелирует с расстоянием до станции. Учитывая, что более половины станций вне зависимости от расстояния не обнаружили никакого эффекта, все эти результаты объяснены предположением, что рассмотренные ΜΟΓΥΤ быть вариации геомагнитного поля вызваны откликом среды, обладающей (или не обладающей) в данном районе остаточной намагниченностью горных пород, на сейсмические волны. Такой механизм возникновения сейсмомагнитного эффекта упоминался ранее [3], но не получил, с нашей точки зрения, должного внимания. В случае принятия этого утверждения разброс точек от результирующей линии на рис. 3, выходящий за рамки погрешности измерений, легко объясняется. Действительно, принимаемый геомагнитной станцией сигнал излучает область с остаточной намагниченностью, находящейся на некотором расстоянии от станции и в произвольном азимуте относительно направления на станцию. Вследствие этого возможны случаи, когда сейсмомагнитный сигнал, распространяющийся со скоростью света, опережает сейсмическую волну или отстает от нее.



Рис. 4. Зависимость амплитуды сигнала отклика на S-волну от расстояния до станции.

Для объяснения разброса амплитуд сейсмомагнитного эффекта можно предположить, что амплитуды уменьшаются с отдалением от эпицентра и меняются в зависимости от расстояния от «излучающего» объекта до станции и от мощности залегания магнитных материалов. Наблюдаются случайные сильные отклонения на фоне общего убывания. Здесь необходимо сделать оговорку, что на рис. 4 большие отклонения от трендовой линии возможны также в случае неверно интерпретированной фазы на магнитной записи вследствие недостаточности

исходного материала.

Теория [1, 2, 3] говорит нам, что с учетом механизмов преобразования сейсмической энергии в электромагнитную, источниками сейсмомагнитного сигнала являются неоднородности, разломы, трещины в горных породах, заполненные флюидом. Однако в этом случае не понятно «молчание» Японии на всех 3-х станциях, Гуама, Маккуори (станций в сейсмичных районах) и наоборот, наличие отклика в несейсмичных районах: Австралии, Канады, Швеции. Еще одним свидетельством в пользу предложенной нами модели является установленный факт, что вариации, приведенные на рис. 1, наблюдаются также синхронно на Ү- и Zкомпонентах, при этом модуль вариаций постоянен. Происходит колебательное вращение вектора намагниченности. По нашему мнению это свидетельствует об однодоменном состоянии зерен магнитных минералов, что характерно для всех ферримагнетиков в горных породах при достаточно малых размерах зерен [9]. Для проверки предложенной модели для каждой станции по материалам сайта www.wDmam.org было проведено предварительное исследование соответствия наличия отклика с наличием в районе станции аномалии геомагнитного поля. Установлено, что практически все станции. продемонстрировавшие сейсмомагнитный эффект, расположены вблизи аномалий, причем как положительных, так и отрицательных. На рис. 5 приведена карта аномального магнитного поля вблизи станции DED (Северная Аляска), где наблюдается наибольший отклик.



Рис. 5. Аномальное магнитное поле в районе ст. DED. Синим и красным цветом обозначены отрицательные и положительные аномалии соответственно.

Станция находится на сильной (-300 нТл) отрицательной аномалии. Однако существует большое количество станций без отклика на данное землетрясение, несмотря на наличие вблизи аномальных зон, например, станции Японии, Маккуори, Гуам. По-видимому, необходимо более тщательное исследование распределения аномального магнитного поля. Возможно также, что отсутствие сигнала объясняется невосприимчивостью магнитных минералов в этих районах к таким уровням воздействия вследствие, например, наличия доменной структуры в сочетании с большой коэрцитивной силой.

#### выводы

Таким образом, в данной работе установлено следующее.

1. Сейсмомагнитный сигнал с периодами в диапазоне 1–10 с возникает вблизи геомагнитной станции при достижении ее окрестностей сейсмических волн.

2. Источником сигнала предположительно являются магнитные минералы горных пород в районе станций.

3. По крайней мере, в некоторых рассматриваемых случаях зерна магнитных минералов находятся в монодоменном состоянии, требуются дальнейшие исследования.

4. Существует прямая связь между наличием рассмотренного сейсмомагнитного эффекта и расположением зон аномального магнитного поля.

Монодоменность зерен минералов может свидетельствовать в различных районах о конкретных наименованиях минералов и размерах зерен, что может быть проверено в дальнейшем или соотнесено с существующей геологической информацией. В этом направлении предполагается провести дополнительные исследования.

Также, на наш взгляд, необходимо подробней исследовать возможность возбуждения *P*- и *S*-волнами разных (не одних и тех же) участков территории. Необходимость этого видна из сравнения их времен задержки и амплитуд на рис. 3, 4. В настоящий момент представляется возможным «запеленговать» по временам задержки конкретные аномальные области в сейсмических районах при рассмотрении множества землетрясений вокруг одной или нескольких станций.

С физической точки зрения полученный результат не меняет существующего представления о механизмах возникновения сейсмомагнитного эффекта. Магнитные минералы горных пород, по-видимому, лишь откликаются на возникающие слабые магнитные поля и «обнаруживают» их. В случае пьезомагнитного эффекта следовало бы ожидать проявления вариаций на модуле геомагнитного поля. Для нас важным практическим выводом может быть связь между наличием аномальной зоны в конкретном районе и возможностью появления геомагнитных предвестников. Но существование такой связи еще предстоит выяснить. Проведенная работа является первым шагом в этом направлении.

Авторы выражают благодарность Пустовитенко Б. Г. за идею работы, ценные замечания и обсуждение результатов.

## ОТКЛИК ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ГЛУБОКОФОКУСНОЕ ОХОТОМОРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2013 ГОДА С *M* = 8.3

#### Список литературы

- 1. Сурков В. В. Электромагнитные эффекты при землетрясениях и взрывах. М.: МИФИ, 2000. 448 с.
- Гульельми А. В. Ультранизкочастотные электромагнитные волны в коре и магнитосфере Земли // Успехи физических наук. 2007. Т. 177. № 12. С. 1257–1276.
- Левшенко В. Т. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы литосферного происхождения. Автореф. дис. .докт. физ.-мат. наук. М.: Ин-т Физики Земли РАН, 1995. 38 с.
- Гульельми А. В., Потапов А. С., Цэгмед Б. О возбуждении колебаний магнитного поля волной Лява // Физика Земли. 2002. № 3. С. 48–54.
- 5. Спивак А. А., Рябова С. А. Геомагнитные вариации при сильных землетрясениях // Физика Земли. 2019. № 6. С. 3–12.
- 6. Довбня Б. В., Пашинин А. Ю., Рахматулин Р. А. Краткосрочные электромагнитные предвестники землетрясений // Геодинамика и тектонофизика. 2019. Т. 10. № 3. С. 731–740.
- Чеброва А. Ю., Чебров В. Н., Гусев А. А. и др. Воздействие охотоморского землетрясения 24 мая 2013 г. (M = 8.3) на территории Камчатки и Мира // Вулканология и сейсмология. 2015. № 4. С. 3–22.
- 8. Буллен К. Е. Введение в теоретическую сейсмологию. М.: Мир, 1966. 460 с.
- 9. Храмов А. Н., Гончаров Г. Й., Комиссарова Р. А. и др. Палеомагнитология. Л.: Недра, 1982. 312 с.

## **GEOMAGNETIC FIELD RESPONSE TO THE 2013 DEEP-FOCUS**

## EARTHQUAKE IN THE SEA OF OKHOTSK WITH M = 8.3

## Burym Yu. A., Samsonov K. A.

State Autonomous Institution «Crimean Republican Center for Seismic and Landslide Hazard Assessment, Technical Inspection of Construction Facilities», Simferopol, Republic of Crimea, Russia. E-mail: seismoexpert@gmail.com

Using the data of the Internet resource «intermagnet.org», the response of the geomagnetic field to the deep-focus earthquake of May 24, 2013 was analyzed. The response was recorded all over the world by stations with every second registration of 3 field components. Out of 56 operating stations, the effect was recorded only at 26 stations, regardless of their location. The moment of occurrence of the response in the range of periods of 1–10 seconds coincides with the time of arrival of seismic waves in the area of each station. Consequently, a seismomagnetic signal arises near a geomagnetic station when seismic waves reach its surroundings.

The amplitude of the response does not correlate with the epicentral distance; with increasing distance random large deviations are observed against the background of a general decrease. It is concluded that the source of the signal is magnetic minerals of rocks in the area of the stations. Therefore, the response amplitude depends on the distance between the geomagnetic station and the location of the magnetic anomaly, as well as the power of the magnetic anomaly.

This conclusion is partially confirmed by the analysis of the location of the stations on the map of the anomalous magnetic field based on the materials of the site (www.wdmam.org.). A direct relationship is observed between the presence of the considered seismomagnetic effect and the location of the anomalous magnetic field zones. The considered variations are recorded on all components of the geomagnetic field synchronously, while they are absent from the record of the absolute value of the field variations. This indicates that the grains of magnetic minerals are in a single-domain state,

which is typical for all ferrimagnets in rocks with sufficiently small grain sizes. In the future, it is planned to check the compliance of this statement with the existing geological information on the specific names of minerals in various regions.

There are a large number of stations without a response to this earthquake, despite the presence of anomalous zones nearby. For example, the stations of Japan, Macquarie, Guam. Apparently, a more thorough study of the distribution of the anomalous magnetic field is needed. It is also possible that the absence of a signal is due to the insensitivity of magnetic minerals in these regions to such levels of impact due, for example, to the presence of a domain structure in combination with a high coercive force.

At the moment, it seems possible to «track» by delay times specific anomalous regions in seismic regions when considering a multitude of earthquakes around one or several stations. At the same time, it is necessary to study in more detail the possibility of excitation by *P*- and *S*-waves of different (not the same) parts of the territory.

From a physical point of view, the result obtained does not change the existing understanding of the mechanisms of the seismomagnetic effect. The magnetic minerals of rocks, apparently, only respond to the emerging weak magnetic fields and «detect» them. In the case of the piezomagnetic effect, one would expect the manifestation of variations in the modulus of variations in the geomagnetic field. An important practical conclusion may be the connection between the presence of an anomalous zone in a specific area and the possibility of the appearance of geomagnetic precursors. But the existence of such a connection remains to be seen. The work done is the first step in this direction.

Keywords: variations in the geomagnetic field, earthquake precursors, magnetic minerals.

#### References

- 1. Surkov V. V. Elektromagnitnye effekty pri zemletryaseniyah i vzryvah (Electromagnetic effects during earthquakes and explosions). Moscow, MIFI Publ., 2000, 448 p. (in Russian).
- 2. Gul'el'mi A. V. Ul'tranizkochastotnye elektromagnitnye volny v kore i magnitosfere Zemli (Ultra-low-frequency electromagnetic waves in the Earth's crust and magnetosphere). Uspehi fizicheskih nauk. 2007, V. 177, no 12, pp. 1257–1276 (in Russian).
- Levshenko V. T. Sverhnizkochastotnye elektromagnitnye signaly litosfernogo proiskhozhdeniya (Ultralow-frequency electromagnetic signals of lithospheric origin). PhD thesis. Moscow, In-t Fiziki Zemli RAN, 1995, 38 p. (in Russian).
- 4. Gul'el'mi A. V., Potapov A. S., Cegmed B. O vozbuzhdenii kolebanij magnitnogo polya volnoj Lyava (Excitation of magnetic field oscillations by a Love wave). Fizika Zemli, 2002, no 3, pp. 48–54 (in Russian).
- 5. Spivak A. A., Ryabova S. A. Geomagnitnye variacii pri sil'nyh zemletryaseniyah (Geomagnetic variations during strong earthquakes). Fizika Zemli, 2019, no 6, pp.3–12 (in Russian).
- Dovbnya B. V., Pashinin A. Yu., Rahmatulin R. A. Kratkosrochnye elektromagnitnye predvestniki zemletrjasenij (Short-term electromagnetic earthquake precursors). Geodinamika i tektonofizika, 2019, V. 10, no 3, pp. 731–740 (in Russian).
- Chebrova A. Yu., Chebrov V. N., Gusev A. A. Vozdejstvie ohotomorskogo zemletryaseniya 24 maya 2013 g. (*M* = 8.3) na territorii Kamchatki i Mira (Impact of the Sea of Okhotsk earthquake on May 24, 2013 (*M* = 8.3) on the territory of Kamchatka and World). Vulkanologiya i sejsmologiya, 2015, no 4, pp. 3–22 (in Russian).
- 8. Bullen K. E. Vvedenie v teoreticheskuyu sejsmologiyu (Introduction to Theoretical Seismology). Moscow, Mir Publ., 1966, 460 p. (in Russian).
- 9. Hramov A. N., Goncharov G. I., Komissarova R. A. Paleomagnitologiya (Paleomagnetology). Leningrad, Nedra Publ., 1982, 312 p. (in Russian).
Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.

География. Геология. Том 6 (72). № 4. 2020 г. С. 181–191.

#### УДК 550.34

## КРАТКОСРОЧНЫЕ АТМОСФЕРНО-БАРИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

#### Иванов В. А., Бурым Ю. А.

#### ГАУ «Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства», Симферополь, Республика Крым, Россия E-mail: seismoexpert@gmail.com

В работе установлено, что локальные изгибные возмущения изобар приземного атмосферного давления визуализируют локальные участки местности, где с вероятностью 50% в ближайшие сутки могут произойти землетрясения. Было выдвинуто предположение, что причиной нарушения полей давления является выброс в атмосферу легких сейсмогенных газов, таких как водород или гелий. Выявлены три типа изгибных возмущений барических полей, являющихся предвестниками землетрясений. Также было показано, что чем больше размер барического предвестника, тем больше магнитуда будущего землетрясения и время до его реализации (но не более трех суток). По сравнению с фоновыми барическими полями атмосферного давления предвестники заметно компактнее по размеру и имеют замкнутые или полузамкнутые изобары, что позволяет легко их идентифицировать. *Ключевые слова:* землетрясения, атмосферное давление, предвестник, прогноз, водород, изобары, краткосрочные аномалии.

#### введение

Практически все известные виды предвестников землетрясений имеют деформационную природу. Косвенный метод контроля за деформациями литосферы, к которым относятся современные спутниковые технологии наблюдения за выбросами сейсмогенных аэрозолей и газов, в силу интегрирования наблюдаемого эффекта по пространству, является более эффективным методом исследования динамики крупномасштабных напряженно-деформируемых состояний литосферы, чем прямые деформационные измерения. Динамические изменения плотности восходящих потоков сейсмогенных газов в большинстве случаев однозначно отражают динамические изменения напряженнодеформированного состояния литосферы. Облачные сейсмоиндуцированные структуры визуализирующие, как предполагают, зоны интенсивного потока сейсмогенных аэрозолей и газов, не могут служить средством регулярного прогноза землетрясений ввиду того, что они образуются при достаточно редких сочетаниях физических параметров атмосферы, при которых возможна конденсация влаги под воздействием литосферного ионизированного газа. Ситуация осложняется тем, что энергия возникновения облачных структур черпается из атмосферы [1], которая работает как параметрический усилитель — наряду с полезным усилением малых сигналов, не исключается режим лавинообразного усиления, приводящего к возникновению облачных структур несоизмеримых первоначальной причине, поэтому не всегда облачные структуры типа «линейные облака» или облачные «каньоны» сопровождаются сейсмическими событиями.

В работе [2, 3] предложен краткосрочный атмосферно-циркуляционный предвестник землетрясения, в основе которого лежит предположение, что атмосферные процессы, в частности перемещение разнополярных атмосферных

вихрей (циклонов и антициклонов), являются тригтером запуска подготовленных землетрясений. При этом подготовка последних обусловлена тектоническими и эндогенными процессами в земной коре. Главным недостатком предложенного предвестника [2, 3] является необходимость предварительного знания координат будущих сейсмических событий и независимыми способами определять степень «готовности» горных пород к разрушению, что представляет собой задачу, не решенную наукой к настоящему времени. Известны устройства для краткосрочного прогноза землетрясений, в которых одним из элементов является датчик сейсмогенного газа, например, водорода [4]. Недостатком методики прогноза с применением данных устройств является невозможность охватить территории большого масштаба, поскольку измерение концентрации водорода ведется в локальных участках, абсолютно несоизмеримых с площадью подготовки сейсмических событий.

## 1. НОВЫЙ СПОСОБ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ ЛИТОСФЕРЫ

При ретроспективном анализе коровых землетрясений обращает внимание топологическая связь эпицентров землетрясений с зонами локальной изгибной трансформации изобар атмосферного давления. Наши исследования обнаружили, что мелкомасштабные трансформации глобального барического поля атмосферного давления, градиент которых по энергетическим соображениям никак не может являться триггером, а тем более причиной землетрясений [2], практически всегла топологически связаны с эпицентрами как слабых, так и сильных землетрясений. На рис. 1 показаны эпицентры относительно слабых землетрясений с магнитудой М ≤ 4.0, произошедших в течение суток 28 сентября 2020 года в юго-восточной Европе, которые топологически связаны с изгибными возмущениями изобар атмосферного давления, зафиксированных в начале суток. Сделано предположение, что специфическая мелкомасштабная конфигурация поля изобар атмосферного давления визуализирует активизацию литосферных разломов и трещин в процессе землетрясений. которая сопровождается полготовки выбросом легких сейсмогенных (ЛСГ) газов, и может служить новым интегральным предвестником сейсмических событий.

Литературные данные показывают, что увеличение содержания водорода на 1% приводит к понижению атмосферного давления на 7 мм рт. ст. [5]. Измерения, проведенные во время Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 года [6, 7] показали, что содержание водорода, истекающего через разломы и трещины литосферы, может возрасти на 5-6 порядков, причем область газодинамического возбуждения охватывает площади в десятки тысяч квадратных километров. Мы предлагаем использовать для прогноза землетрясения новый вид краткосрочных предвестников — атмосферно-барический предвестник (АБП), в котором средством интегральной визуализации сейсмотектонической активизации литосферы служат специфические искажения линий изобар приповерхностного поля атмосферного давления. Такие предвестники заметно выделяются на фоне обычных

крупномасштабных барических более компактными размерами, замкнутыми или полузамкнутыми изобарами, поэтому их идентификация не составит труда.



Рис. 1. Эпицентры относительно слабых землетрясений, произошедших в течение суток 28 сентября 2020 года. В центральной части рисунка показано положение изобар спустя один час (темные линии). Белые и черные линии — изобары атмосферного давления, белый кружок — эпицентр землетрясения, белые стрелки показывают направления смещения изобар.

На рис. 2 показаны три типа изгибных возмущений глобальных изобар атмосферного давления — предвестников землетрясений. Группа предвестников землетрясений типа «ложбина» — (а) и «впадина» — (б), выявленных нами ранее [8], — дополнена предвестником типа «бухта» — (в).

Показанные на рис. 2 конфигурации барических полей предшествовали группе землетрясений с магнитудой  $M \le 4.0$ , произошедших вблизи Лос-Анжелеса 17 июля 2019 года и сильному землетрясению, произошедшему в этот день у побережья штата Орегон с магнитудой M = 5.4 (в). В отличие от предвестника «бухта» мелкомасштабные барические поля типа «ложбина» и «впадина» обычно быстро трансформируются (счет идет на часы) — соосные барические поля часто сливаются, а изобары областей повышенного давления втягиваются по направлению к источнику выброса легких сейсмогенных (ЛСГ) газов.

Иванов В. А., Бурым Ю. А.



Рис. 2. Конфигурация изобар барических полей типа: «ложбина» (а), «впадина» (б) и «бухта» (в). Непрерывная черная линия — изобары, белый кружок — эпицентр землетрясения.

## 2. КРАТКОСРОЧНЫЙ АТМОСФЕРНО-БАРИЧЕСКИЙ ПРЕДВЕСТНИК

В подавляющем числе случаев краткосрочный АБП не является тригтером землетрясения, а представляет собой своеобразный визуальный «маркер» источников эксгаляции ЛСГ газов на местности. Мелкомасштабные изгибы глобальных барических полей наблюдаются как в области низких, так и высоких атмосферных давлений. На рис. 3 черным цветом показана конфигурация барического поля атмосферного давления, прогнозируемая синоптической моделью на 11:00 14 мая 2020 года, а белым цветом — реальная конфигурация поля в это время. В результате наложения «фонового» поля высокого давления и локального поля низкого давления, в области источника эксгаляции ЛСГ газа образуется изобара в виде петли, обращенной в сторону низкого давления, идентичная конфигурации АБП типа «ложбина». В ближайшей окрестности от области мелкомасштабного нарушения барического поля, на расстоянии, соизмеримом с масштабом искажения, через 16.5 часов произошло землетрясение с магнитудой M = 3.5.

Изменения топографии мелкомасштабного барического поля может происходить достаточно быстро. На рис. 4 представлена эволюция барического поля в окрестности локального источника сейсмогенного газа в интервале четырех часов, который включает и землетрясение, произошедшее в ближайшей окрестности предвестника.



Рис. 3. Топография барического поля типа «ложбина», образовавшаяся при искажении изобары 1 020 ГПа источником локальной эксгаляции легкого газа на Кавказе. Черные и белые линии — изобары, белая стрелка — искажение изобары, белый кружок — эпицентр землетрясения.



Рис. 4. Мелкомасштабное изгибное искажение изобар типа «ложбина» в ближайшей окрестности эпицентра землетрясения. Белые линии — изобары атмосферного давления, черная стрелка — изгибное искажение изобары высокого давления, — эпицентр землетрясения.

Явления локального понижения атмосферного давления перед землетрясением известны и используются в прогнозах [5, 4]. Однако, в отличие от предложенных нами атмосферно-барических предвестников, способы интегральных краткосрочного предсказания землетрясений, включающие точечное измерение атмосферного давления, не имеют глобальный масштаб, а ограничены ближайшей их окрестностью. Они также могут быть искажены локальной флуктуацией атмосферного давления не сейсмогенного происхождения. Появление изгибных искажений барического поля объясняется выбросом легких газов — водорода и гелия, вызывающими ощутимое локальное понижение атмосферного давления и, как следствие, возникновение потока воздуха вдоль градиента атмосферного давления, часто в виде струйных течений, которые перестраивают конфигурацию первоначального крупномасштабного барического поля. Используемый нами ресурс глобальной метеорологической модели Windy.com. позволяет одновременно с барическим полем, наблюдать векторное поле скорости воздушного потока, что позволяет увидеть «тонкую структуру» АБП-предшественника, в силу меньшей размерности элементов отображения. На рис. 5 показан редкий случай одновременного появления двух предвестников одного землетрясения — известного облачного предвестника типа «линейное облако» (a) и одного из предложенных нами АБП-предвестников типа «впадина» (б), которые были зафиксированы в районе Синопского полуострова 21 мая 2020 года, за два дня до землетрясения с магнитудой M = 3.0.



Рис. 5. Два предвестника землетрясения: «линейное облако» (а) и АБП — предвестник типа «впадина» (б). Белые линии — изобары, белые короткие линии — векторы скорости движения приземного воздуха, белая плоская стрелка — «линейное облако», белые стрелки – направление воздушного потока, белый кружок — эпицентр землетрясения.

## КРАТКОСРОЧНЫЕ АТМОСФЕРНО-БАРИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

На рис. 5 б показано векторное поле скорости приземного ветра с отрицательной дивергенцией («сток») в области АБП-предвестника. Следует отметить, что «линейное облако» позиционируется на область струйного течения, этот факт позволяет предположить, что природа линейных облаков может определяться как потоками ионизированных сейсмогенных газов, так и струйными течениями при перестройках барических полей при эксгаляции ЛСГ газов.

На рис. 6 показано бухтообразное искажение семейства изобар на периферии крупного циклона, которое было зафиксировано в 00 часов 5 сентября 2020 года в южном Забайкалье на границе с Монголией перед группой достаточно сильных землетрясений. В проекции наблюдаемого АБП произошел форшок M = 4.3, а через пять часов произошел основной удар с M = 5.3. При прогнозе координат эпицентра землетрясения, связанных с АБП-предвестниками, необходимо учитывать концепцию «пространственной зональности выбросов» [9], согласно которой эпицентр только привязан к зоне выброса газа, но сам находится вне этой зоны. По нашим наблюдениям АБП-предвестник типа «бухта» обычно предшествует сильному землетрясению. Как показывают наши наблюдения, увеличение масштаба АБП увеличивают, как магнитуду ожидаемого сейсмического удара, так и временной промежуток (но не более, чем 2-3 дня) между появлением АБП предвестника и землетрясения.



Рис. 6. «Бухтообразное» искажение топографии барического поля на периферии циклона. Белые линии — изобары атмосферного давления, белый кружок — эпицентр землетрясения.

Эволюция масштабного предвестника сильного землетрясения, произошедшего 30 октября 2020 года в Эгейском море в районе островов Додеканес вблизи побережья западной Турции, представлена на рис. 7.



Рис 7. АБП-предвестник подготовки землетрясения типа «впадина». Белая непрерывная линия — изобары атмосферного давления, белый кружок с темной каемкой — эпицентр землетрясения.

Масштабный АБП-предвестник типа «впадина» был задокументирован в 2 часа ночи 28 октября, а через 7 и 9 часов в проекции предвестника были отмечены соответственно 3 и 2 слабых землетрясения. Главный удар с магнитудой M=7.0 произошел в 11 часов 30 октября, через 2.5 суток после выявления АБП-предвестника. Магнитуда произошедшего землетрясения и интервал между главным ударом и появлением предвестника показывает положительную корреляцию с пространственным масштабом изгибных искажений глобального поля атмосферного давления (рис. 7).

В рамках апробации методики проводилось статистическое исследование связи наблюдаемых АБП-предвестников с фактами землетрясений, наблюдаемых в их проекции на местности. Для этого скриншот эпицентров землетрясений, произошедших в Черноморском районе за сутки, совмещался со скриншотом топографии барического поля приземного атмосферного давления, существующего на начало суток. Затем рассчитывался процент сейсмических событий, которые попадали в 300 км зону, включавшую АБП-предвестник. Величина зоны была выбрана как значение среднего пространственного размера предвестника. По нашим данным — в среднем 50% мелкомасштабных изгибных искажений изобар

## КРАТКОСРОЧНЫЕ АТМОСФЕРНО-БАРИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

атмосферного давления сопровождались землетрясениями, минимальное зафиксированное значение составляло 30%, а максимальное — 100%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторами предложен новый краткосрочный предвестник землетрясений в виде конфигураций атмосферного давления, специфических изобар которые визуализируют активизацию литосферных разломов и трещин при подготовке землетрясений. Искажение топографии фоновых барических полей приземного атмосферного давления возникает в результате локального уменьшения атмосферного давления в местах выброса легких сейсмогенных газов. Выявлены три типа атмосферно-барических предвестников. Как показали исследования, проекция АБП является площадью, где, во временном интервале не более 3 суток с вероятностью 50% происходит землетрясение, причем магнитуда землетрясения пропорциональна площади предвестника. Появление АБП не зависит ни от времени суток, ни от редких сочетаний физических параметров атмосферы. С большой вероятностью можно утверждать, что отклонения изобар, определяющих предвестник, детерминированы только выбросами легких сейсмогенных газов. Новый предвестник является своеобразным маркером выброса легких сейсмогенных газов на местности и обеспечивает интегральную визуализацию процессов сейсмотектонической активизации литосферы, в глобальном масштабе. Таким образом, непрерывный мониторинг атмосферного давления может быть использован для сейсмического прогноза в любой местности планеты.

#### Список литературы

- 1. Русанов А. И. К термодинамике нуклеации на заряженных центрах // ДАН СССР, 1978. Т. 238, № 4. С. 831–834
- 2. Боков В. Н., Гутшабаш Е. Ш., Потиха Л. З. Атмосферные процессы как триггерный эффект возникновения землетрясений // Ученые записки РГГМУ. 2011. № 18. С. 173—184.
- Боков В. Н. О связи геофизических предвестников с краткосрочным прогнозом землетрясений В сб.: Актуальные проблемы современной сейсмологии. Труды Международной конференции, посвященной 50-летию Института сейсмологии им. Г. А. Мавлянова АНРУз, 12–14 октября 2016 г. Ташкент, 2016. С. 214–220.
- 4. Бондур В. Г., Давыдов В. Ф., Гапонова М. В., Комаров Е. Г. Измеритель предвестников землетрясений: Пат. RU2647210C1. Рос. Федерация. МПК8 G01V1/008 / № 2016143744A; заявл. 14.03.18; опубл. 14.03.18.
- 5. Бондур В. Г., Давыдов В. Ф., Сорокин И. В., Сорокина С. В., Цидилина М. Н. Устройство регистрации предвестников землетрясений: Пат. RU2010129072. Рос. Федерация. МПК8 G01V1/008 / № 2016143744А; заявл. 14.07.2010; опубл. 20.01.2012.
- Ларин Н. В., Ларин В. Н., Горбатиков А. В. Кольцевые структуры, обусловленные глубинными потоками водорода // Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ, углеводороды и жизнь. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения академика П. Н. Кропоткина, 18–22 октября 2010 г. М.: ГЕОС, 2010. С. 284–288.
- 7. Урдуханов Р. И., Войтов Г. И., Николаев И. Н. и др. Нестабильность водородного поля атмосферы почв и подпочв как реакция на Дагестанские землетрясения 1998–2000 гг. // ДАН, 2002. Т. 385. № 6. С. 818.

- 8. Бурым Ю. А., Иванов В. А., Самсонов К. А., Троян В. В. Восстановление и развитие сейсмопрогностической сети на территории Крыма // Ученые записки КФУ им. В. И. Вернадского. География. Геология. 2019. Том 5(71). № 4. С. 183–198.
- 9. Уткин В. И., Юрков А. К. Динамика выделения радона из массива горных пород как краткосрочный предвестник землетрясения // Докл. РАН. 1998. Т. 358, № 5. С. 575–680

### SHORT-TERM ATMOSPHERIC-BARIC EARTHQUAKE PRECURSORS

## Ivanov V. A., Burym Yu. A.

#### State Autonomous Institution «Crimean Republican Center for Seismic and Landslide Hazard Assessment, Technical Inspection of Construction Facilities», Simferopol, Republic of Crimea, Russia. E-mail: seismoexpert@gmail.com

The article proposes new short-term precursors of earthquakes in the form of certain configurations of atmospheric pressure isobars, visualizing the activation of lithospheric faults and cracks during the preparation of earthquakes. The research was carried out on the basis of the resource of the global meteorological model Windy.com. Taking into account the well-known fact — a decrease in atmospheric pressure with an increase in the hydrogen content in the air, the authors establish a connection between local flexural disturbances of isobars of surface atmospheric pressure and the release of light seismogenic gases in the process of preparing an earthquake. The phenomena of a local decrease in atmospheric pressure before an earthquake are known and are used in forecasts, however, unlike the integral atmospheric-baric precursors that we offer, they do not have a global planetary scale. Three types of flexural disturbances of baric fields, which are precursors of earthquakes, have been identified. The «circus» type is an isolated compact low pressure area formed by closed isobars, the «trough» type is a compact low or high pressure area associated with background isobars of the field, the «bay» type is a parallel shift of a narrow band of isobars of the background field.

The precursors, in comparison with the background baric fields of atmospheric pressure, are noticeably smaller in size, have closed or semi-closed isobars, which makes them easy to identify. Baric precursors do not depend on the time of day or on rare combinations of physical parameters of the atmosphere. It can be argued with a high degree of probability that the considered bending distortions of isobars are determined only by emissions of light seismogenic gases. Windy.com Global Meteorological Model. allows observing the vector field of the air flow velocity simultaneously with the baric field, which allows, due to the smaller size of the display elements, to see the «fine structure» of the earthquake precursor. The observation of the movement of air flows near the precursor confirms this conclusion. The evolution of light gases — hydrogen and helium — is accompanied by an air flow along the atmospheric pressure gradient, often in the form of flows that change the configuration of the initial large-scale baric field. The appearance of the precursor is accompanied by the appearance of a «drain» of the air flow, a vortex. The studies carried out made it possible to elucidate the nature of a cloudy precursor of the "linear cloud" type, which can be determined not only by the flows of ionized seismogenic gases, but also by the jet flows of the atmosphere during the restructuring of the structure. baric fields. During a statistical check of the relationship between the observed baric precursors and earthquakes, retrospectively and in the forecast mode, it was found that approximately

## КРАТКОСРОЧНЫЕ АТМОСФЕРНО-БАРИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

50% of the observed small-scale bending distortions of atmospheric pressure isobars were accompanied by earthquakes. It was also found that from the moment the precursor appears, the earthquake most often occurs on the first day, and large-scale precursors suggest a large magnitude of the future earthquake and increase the forecast period, but by no more than two days. Thus, continuous monitoring of atmospheric pressure can be used for short-term (1–3 days) seismic forecast anywhere in the world. The new precursor is a marker of seismogenic gas emissions on the lithosphere surface and provides a holistic visualization of the processes of seismotectonic activation of the lithosphere on a global scale.

#### References

- 1. Rusanov A. I. K termodinamike nukleacii na zaryazhennyh centrah (On the thermodynamics of nucleation at charged centers). DAN SSSR, 1978, V. 238, no 4, pp. 831–834 (in Russian).
- 2. Bokov V. N., Gutshabash E. Sh., Potiha L. Z. Atmosfernye processy kak triggernyj effekt vozniknoveniya zemletryasenij (Atmospheric processes as a trigger effect of earthquakes). Uchenye zapiski RGGMU, 2011, no 18, pp. 173–184 (in Russian).
- Bokov V. N. O svyazi geofizicheskih predvestnikov s kratkosrochnym prognozom zemletryasenij. V sb.: Aktual'nye problemy sovremennoj sejsmologii (On the connection of geophysical precursors with short-term earthquake prediction. In collection: Actual problems of modern seismology), Trudy Mezhdunarodnoj konferencii, posvyashchennoj 50-letiyu Instituta sejsmologii im. G. A. Mavlyanova ANRUz 12–14 oktyabrya 2016 g. Tashkent, 2016, pp. 214–220 (in Russian).
- Bondur V. G., Davydov V. F., Gaponova M. V., Komarov E. G. Izmeritel' predvestnikov zemletrjasenij (Earthquake precursor meter). Pat. RU2647210S1 Ros. Federacija. MPK8 G01V1/008, no 2016143744A; zajavl. 14.03.18; opubl. 14.03.18 (in Russian).
- Bondur V. G., Davydov V. F., Sorokin I. V., Sorokina S. V., Cidilina M. N. Ustrojstvo registracii predvestnikov zemletrjasenij (Earthquake precursors registration device). Pat. RU2010129072 Ros. Federacija. MPK8 G01V1/008, no 2016143744A; zajavl. 14.07.2010; opubl. 20.01.2012 (in Russian).
- 6. Larin N. V., Larin V. N., Gorbatikov A. V. Kol'cevye struktury, obuslovlennye glubinnymi potokami vodoroda. Degazaciya Zemli: geotektonika, geodinamika, geoflyuidy, neft' i gaz, uglevodorody i zhizn' (Ring structures due to deep hydrogen flows. Earth degassing: geotectonics, geodynamics, geofluids, oil and gas, hydrocarbons and life). Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika P. N. Kropotkina, 18–22 oktyabrya 2010 g. Moscow, GEOS, 2010, pp. 284–288 (in Russian).
- Urduhanov R. I., Vojtov G. I., Nikolaev I. N. i dr. Nestabil'nost' vodorodnogo polja atmosfery pochv i podpochv kak reakcija na Dagestanskie zemletrjasenija 1998–2000 gg. (Instability of the hydrogen field of the atmosphere of soils and subsoils as a reaction to the Dagestan earthquakes of 1998–2000). DAN, 2002, V. 385, no 6, pp. 818 (in Russian).
- Burym Ju. A., Ivanov V. A., Samsonov K. A., Troyan V. V. Vosstanovlenie i razvitie sejsmoprognosticheskoj seti na territorii Kryma (Restoration and development of seismic forecasting network in Crimea). Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2019, V. 5 (71), no 4, pp. 183–198 (in Russian).
- Utkin V. I., Yurkov A. K. Dinamika vydeleniya radona iz massiva gornyh porod kak kratkosrochnyj predvestnik zemletryaseniya (Dynamics of radon emission from rock mass as a short-term precursor of an earthquake). Dokl. RAN, 1998, V. 358, no 5, pp. 575–680 (in Russian).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Пустовитенко Бэлла Гавриловна	Доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Государственного автономного учреждения Республики Крым «Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»), г. Симферополь, РФ.
Бондарь Марина Николаевна	Ведущий инженер Института сейсмологии и геодинамики (структурное подразделение) «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, РФ. Инженер ГАУ «Крымский Республиканский Центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства», Симферополь, РФ.
Бурым Юлиан Андреевич	Начальник научного отдела Государственного автономного учреждения Республики Крым «Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»), г. Симферополь, РФ
Вербицкий Сергей Тарасович	Кандидат физмат. наук, зав. отделом сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины, г. Львов, Украина.
Герасименюк Галина Адамовна	Инженер Карпатской ОМСП отдела сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины, г. Львов, Украина.
Иванов Виктор Алексеевич	Ведущий инженер Государственного автономного учреждения Республики Крым «Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»), г. Симферополь, РФ
Калинюк Игорь Викторович	Кандидат физмат. наук, зам. директора Института сейсмологии и геодинамики, (структурное подразделение) «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, РФ.
Келеман Ирина Николаевна	Зав. сейсмической станцией «Львов» Карпатской ОМСП отдела сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины, г. Львов, Украина.
Клянчин Андрей Игоревич	Инженер Государственного автономного учреждения «Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»), г. Симферополь, РФ.

Кульчицкий Валерий Евгеньевич	Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Государственного автономного учреждения «Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»), г. Симферополь, РФ.
Нищименко Ирина Михайловна	Ведущий инженер отдела сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины, г. Львов, Украина.
Прокопишин Василий Иванович	Нач. Карпатской ОМСП отдела сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины, г. Львов, Украина.
Пронишин Роман Семенович	Научный сотрудник отдела сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины, г. Львов, Украина.
Самсонов Кирилл Александрович	Инженер программист III категории Государственного автономного учреждения Республики Крым «Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»), г. Симферополь, РФ
Свидлова Валентина Алексеевна	Ведущий инженер Института сейсмологии и геодинамики, (структурное подразделение) «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, РФ.
Стецькив Александр Тарасович	Кандидат физмат. наук, младший научный сотрудник отдела сейсмичности Карпатского региона Института геофизики НАН Украины, г. Львов, Украина.
Сухорученко Сергей Константинович	Кандидат геологических наук, научный сотрудник Государственного автономного учреждения «Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»), г. Симферополь, РФ.
Эреджепов Энвер Эльдарович	Инженер 1 кат. Института сейсмологии и геодинамики (структурное подразделение) «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, РФ. Младший научный сотрудник ГАУ «Крымский Республиканский Центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства» (ГАУ «КРЦ»), г. Симферополь, РФ.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Принятые сокращения сейсмических станций	4
Условные обозначения	6

# РАЗДЕЛ 1. ГЕОФИЗИКА И СЕЙСМОЛОГИЯ

Калинюк И. В., Свидлова В. А., Бондарь М. Н. Сейсмичность Крыма в 2019 году7
Пустовитенко Б. Г., Эреджепов Э. Э., Бондарь М. Н. Спектральные и динамические параметры очагов землетрясений Крыма 2019 года 67
Вербицкий С. Т., Пронишин Р. С., Прокопишин В. И., Стецькив А. Т., Нищименко И. М., Келеман И. Н., Герасименюк Г. А.
Сейсмичность Карпат в 2019 году 80
Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е., Сухорученко С. К., Клянчин А. И. Организация и первые результаты сейсмических наблюдений в северо-западной части территории Крыма
Бурым Ю. А., Самсонов К. А.
Отклик геомагнитного поля на глубокофокусное Охотоморское землетрясение 2013 года с <i>M</i> = 8.3
<i>Иванов В. А., Бурым Ю. А.</i> Краткосрочные атмосферно-барические предвестники землетрясений 181
Сведения об авторах 192
Содержание