

УДК 550.34

## РЕЗУЛЬТАТЫ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ КРЫМСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

27 ФЕВРАЛЯ 2023 ГОДА

Колесникова Е. Я.<sup>1</sup>, Останин А. М.<sup>2</sup>, Бондарь М. Н.<sup>3</sup>, Бушмакина Г. Н.<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Институт сейсмологии и геодинамики ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Российская Федерация.

E-mail: <sup>1</sup> geolog.key@mail.ru

В статье изложены результаты макросейсмического изучения последствий землетрясения, произошедшего 27.02.2023 г. в непосредственной близости от Южного берега Крыма; приведены карты распределения (в каждом из обследованных населенных пунктов) интенсивности сотрясений в баллах макросейсмической шкалы. Установлено, что интенсивность сотрясений в их пределах не превышала двух-трех баллов. Построена сводная карта-схема распределения интенсивности (по максимальным значениям) сотрясений на исследуемой территории. Дана сравнительная характеристика последних ощутимых на Южном берегу Крыма землетрясений 13.05.2016 г. и 27.02.2023 г. и их последствий. Приведены результаты сравнительного анализа сейсмичности Турции и Крымско-Черноморского региона в течение наиболее интенсивного периода сейсмической активности в зоне Восточно-Анатолийского разлома, последовавшего за катастрофическими землетрясениями 6 февраля 2023 г.

**Ключевые слова:** макросейсмическое обследование, сейсмический балл, шкала интенсивности, землетрясение, магнитуда.

### ВВЕДЕНИЕ

27 февраля 2023 г. в 13 ч 02 мин 38.7 сек. по Гринвичу (в 16 ч 02 мин 38,7 сек по московскому времени) вблизи Южного берега Крыма произошло землетрясение с магнитудой  $MSH=3.5$  ( $K_T=11.1$ ) и координатами гипоцентра:  $\varphi=44.53^\circ$ ,  $\lambda=34.45^\circ$ ,  $h=28$  км, которое в той или иной степени ощущалось жителями некоторых населенных пунктов. Это событие было зарегистрировано всеми сейсмическими станциями Крымской сети наблюдений, а также сейсмостанциями Северного Кавказа Геофизической службы РАН, самая близкая из которых расположена в г. Анапа – в 230 км от эпицентра землетрясения. Ближайшие к очагу сейсмические станции Крыма находятся в г. Алушта и в г. Ялта на удалении, соответственно, 21 и 27 км.

Это землетрясение вызвало повышенный общественный резонанс, поскольку оно случилось на фоне катастрофических событий и продолжающейся длительное время высокой сейсмической активности в ближней зоне Крыма – в пределах Турции, где в течение суток 06.02.2023 г. произошло два разрушительных землетрясения, приведших к многочисленным человеческим жертвам и колоссальным разрушениям. Это обусловило тревогу у населения соседних регионов (в том числе, Крыма и юго-западных областей России) относительно возможности смещения ареала высокой сейсмичности на сопредельные территории и возникновения катастрофических землетрясений в их пределах. Особо актуальной эта угроза представлялась для жителей Крыма, поскольку в качестве реакции сейсмогенных структур Крымско-Черноморского региона на сейсмические

процессы в пределах Турции можно было ожидать повышения уровня их сейсмической активности до критических значений.

Для оперативного обследования последствий землетрясения 27.02.2023 г. в Институте сейсмологии и геодинамики КФУ им. В. И. Вернадского был организован мобильный отряд с целью сбора и обобщения данных о проявлении макросейсмического эффекта от воздействия данного землетрясения в пределах населенных пунктах Южного берега Крыма, расположенных в эпицентральной области данного землетрясения. В состав отряда входили: ведущие инженеры Бушмакина Г. Н., Бондарь М. Н., Колесникова Е. Я., Останин А. М., Свидлова В. А., техник Пехтерева Е. Г., водитель Коротков В. А. Также были задействованы сотрудники сейсмической станции «Ялта» (начальник станции Курьянова И. В., инженер Курьянов Е. В.).

## 1. МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель исследований заключалась в получении максимально достоверных данных о границах проявления и интенсивности макросейсмического эффекта от землетрясения 27 февраля 2023 г. в населенных пунктах Южного берега Крыма. Сбор макросейсмических данных (методом выборочного опроса населения) выполнялся 9 и 10 марта 2023 г.

Исследованиями было охвачено 10 населенных пунктов Южного берега Крыма и прилегающих к нему территорий: от пгт. Изобильное на северо-востоке до г. Ялты – на западном фланге. В результате было опрошено более 200 респондентов.

Обработка данных проводилась в соответствии с макросейсмической шкалой MMSK-84 [2], которая в описательной части не отличается от шкалы MSK-64 [5]. При этом во внимание принимались только те результаты опроса, которые содержали достаточно сведений для оценки интенсивности сотрясений в конкретной точке изучаемой территории в соответствии с градациями макросейсмической шкалы. По данным опроса респондентов были построены карты распределения интенсивности сотрясений в *баллах*. Цитирование респондентов, которое приводится в данной работе – это детальное (дословное) описание реакции людей и предметов быта на сотрясения при землетрясении.

**Пгт. Изобильное.** Всего опрошено 8 человек, проживающих в разных частях населенного пункта (рис. 1). Никто из опрошенных каких-либо воздействий от землетрясения не ощущал.

**Г. Алушта.** В Алуште было опрошено 52 человека, из них 8 ощущали землетрясение. Цитирование респондентов (с сохранением, по возможности, их стилистических особенностей) приводится по адресам их проживания (рис. 2).

СЕЙСМИЧЕСКИЙ РИСК ГОРОДА СУДАК РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

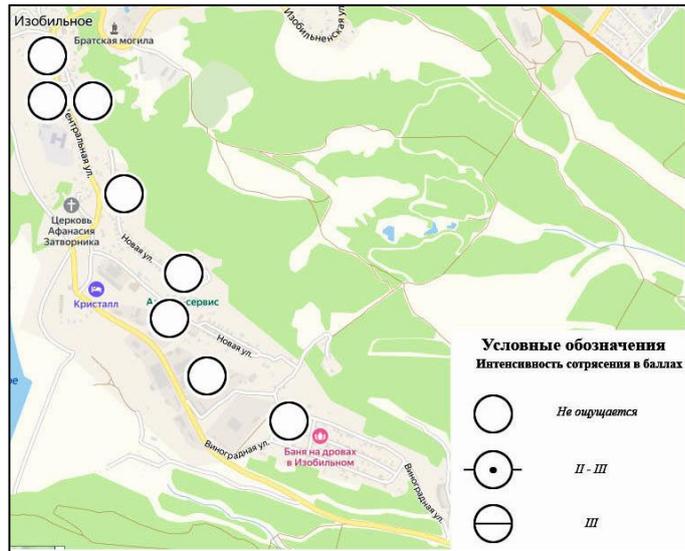


Рис. 1. Карта распределения интенсивности сотрясений в баллах по данным опроса в пгт. Изобильное.

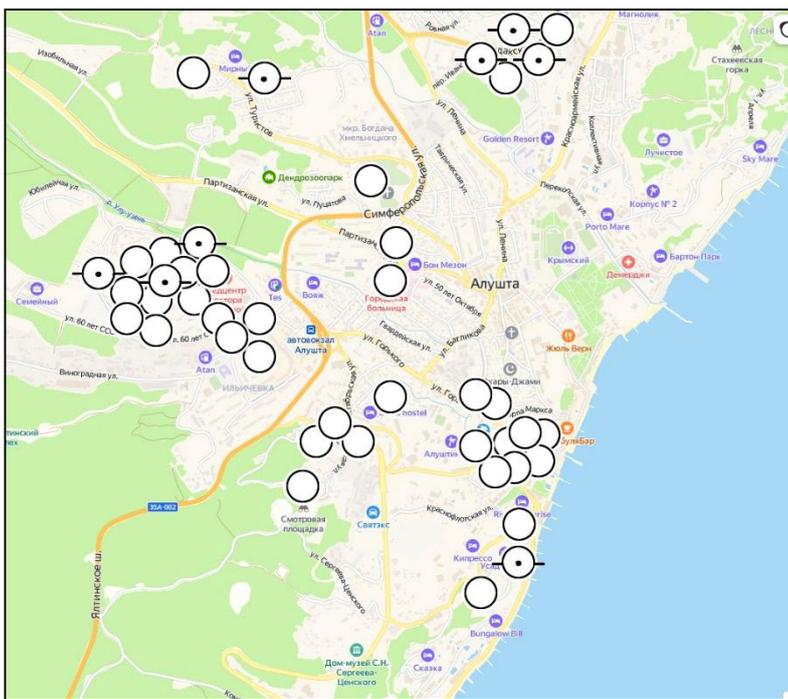


Рис. 2. Карта распределения интенсивности сотрясений в баллах по данным опроса в г. Алушта. Условные обозначения см. на рис. 1.

Результаты опроса населения в г. Алушта:

1. Ул. Судакская, д. 10. Дом пятиэтажный, 5-й этаж; дому 45 лет: «Сижу на диване никого не трогаю...вдруг! – волна с востока прошла через комнату и ушла в сторону г. Кастель, как будто волновое движение».

2. Ул. Юбилейная, д. 16. Девятиэтажный панельный дом, 6-й этаж: «Ощутила слабый толчок, подкинуло на диване, не испугалась».

3. Ул. Судакская, д. 26. Здание – 19 этажей, находилась на 11-м этаже: «Я не чувствовала землетрясения, но кот был очень взволнован, носился из угла в угол».

4. Ул. Ленина. Четырехэтажное здание 1957 года постройки, 4-й этаж: «Удивилась, колыхнуло шкаф, закачалась люстра».

5. Ул. Туристов, д. 7: «Находилась на улице, почувствовала колебание земли».

6-8. Три человека из числа опрошенных ощутили слабый толчок.

**Пгт. Малый Маяк.** Опрошено 17 человек, из них 5 ощутили землетрясение (рис. 3). Цитирование:

1. Санаторий «Утес», учебный центр: «Стоял на улице почувствовал толчок в ноги»

2. Санаторий «Утес», учебный центр: «Стоял на остановке, закружилась голова, подумал – давление. Земля уходила из-под ног».

3-5. Остальные три опрошенных человека «ощутили слабый толчок снизу».

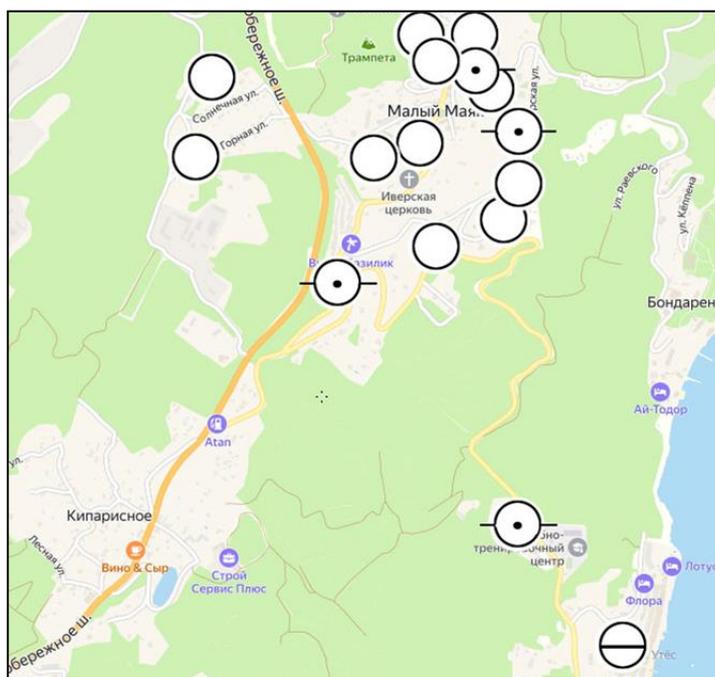


Рис. 3. Карта распределения интенсивности сотрясений в баллах по данным опроса в пгт. Малый Маяк. Условные обозначения см. на рис. 1.

**Пгт. Партенит.** Опрошено 22 человека. Никто из опрошенных каких-либо воздействий от землетрясения не ощущал и не наблюдал (рис. 4).

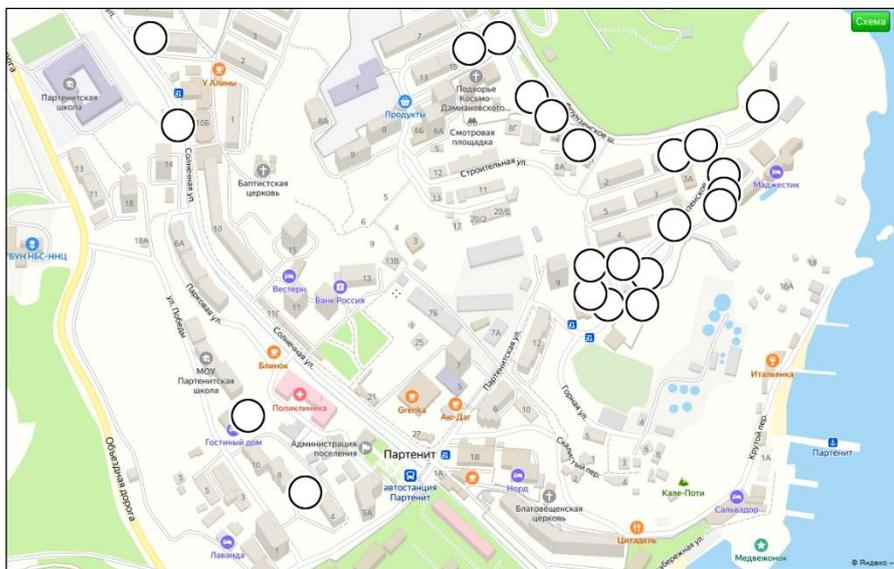


Рис. 4. Карта распределения интенсивности сотрясений в баллах по данным опроса пгт. Партенит. Условные обозначения см. на рис. 1.

**Пгт. Гурзуф.** Опрошено 43 человека, 14 из которых ощутили землетрясение (рис. 5). Цитирование:

1. Ул. Подвойского, д. 19; здание старой постройки, 5-й этаж пятиэтажного дома: «Находилась в помещении, была в спокойном состоянии. Почувствовала сильный толчок, испугалась, выбежала во двор».
2. Ул. Подвойского, д. 5. Пятиэтажное здание, 5-й этаж: «Находилась в помещении, подкинуло на диване, ощутила хорошо, испугалась».
3. Международный детский центр Артек, ул. Ялтинская, д. 15: «Сидела на диване, покачало несколько секунд, как повело».
4. Международный детский центр Артек, административное здание: «Прочувствовал хорошо, качнуло люстры».
5. Ул. Садовая, д. 4. Пятиэтажное здание, 4-й этаж: «Находился в спокойном состоянии, сидел, подо мной задвигалось кресло. Не испугался».
6. Ул. Санаторная, д. 8. Пятиэтажное здание, 5-й этаж: «Был один толчок, услышала скрип шкафа, не испугалась».
7. Адрес не указан. Помещение каменное, одноэтажное: «Находилась в спокойном состоянии, качнуло на диване, ощутила хорошо».

В некоторых случаях респонденты (по ряду причин) уклонялись от указания точного адреса проживания. Привязка на картах производилась по месту опроса, расположенного рядом с местом предполагаемого проживания респондента.

8. Ул. Строителей, д.1. Пятиэтажное блочное здание, 5-й этаж: «*Лежала на диване, диван качнуло, не испугалась*».

9. Ул. Пролетарская, д. 1. Здание одноэтажное, старой постройки: «*Находилась в помещении в спокойном состоянии, подкинуло, сильно испугалась*».

10. Ул. Ленинградская, д. 2. Блочное девятиэтажное здание, 5-й этаж: «*Находилась в спокойном состоянии, увидела раскачивание люстры, не испугалась*».

11. Ул. Подвойского, д. 20. Пятиэтажное здание, 5-й этаж: «*Находилась в спокойном состоянии, услышала звон стекла в шкафу, не испугалась*»

Остальные 3 человека из 14 респондентов с «положительной» реакцией на землетрясение, «*ощутили слабый толчок, не испугались*».

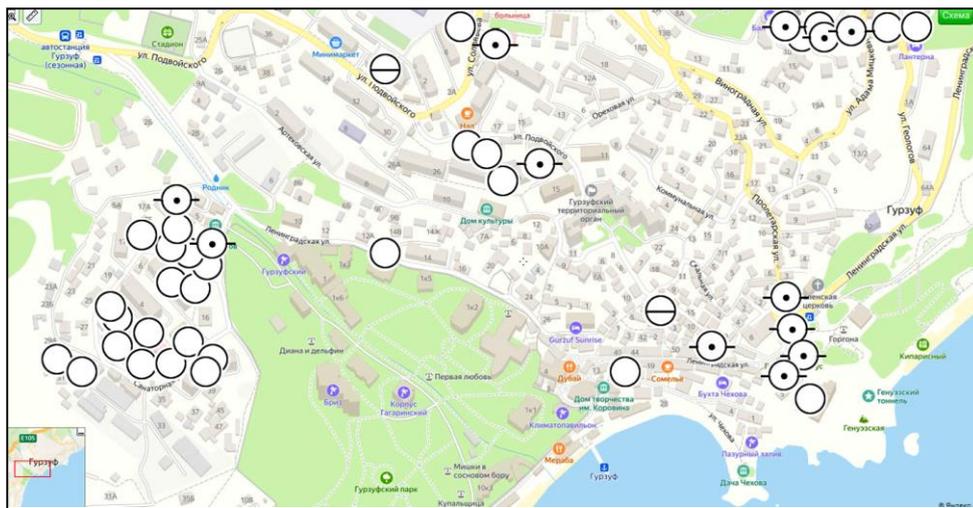


Рис. 5. Карта распределения интенсивности сотрясений в баллах по данным опроса пгт. Гурзуф. Условные обозначения см. на рис. 1.

**Г. Ялта с пригородами (Массандра, Никита, Васильевка).** Опрошено 59 человек, из них 17 ощутили землетрясение (рис. 6).

Цитирование:

1. Ялта, ул. Халтурина. Здание блочной постройки, 5-й этаж: «*Прочувствовал хорошо, как следует, потрясло кровать, и сушилка для белья дребезжала и звенела*».

2. Ялта, ул. Загородная, д. 17. Здание блочной постройки, 6-й этаж: «*Тряхнуло очень сильно в 16 часов 04 мин.*».

3. Массандра, ул. Стахановская, д. 27. 4-й этаж: «*Спала, проснулась...*».

4. Массандра, блочное здание, 4-й этаж: «*Стены шатнуло волной*».

5. Ялта, ул. Крупской, блочное здание: «*Пол и шкаф задрожали*».

6. Массандра, ул. Свердлова д. 5. Пятиэтажное здание, 4-й этаж, дом старой постройки: «*Качало как на теплоходе*».

7. Ялта, ул. Московская, д. 25: «*Стоял на ногах в подвале, дернулся пол*».

Остальные 10 человек из 17 респондентов с «положительной» реакцией на

## СЕЙСМИЧЕСКИЙ РИСК ГОРОДА СУДАК РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

землетрясение, «ощутили слабый толчок, или качнуло».

В пос. Никита и Васильевка (соответственно, 12 из 4 респондентов опрошенных) землетрясение не ощущали.

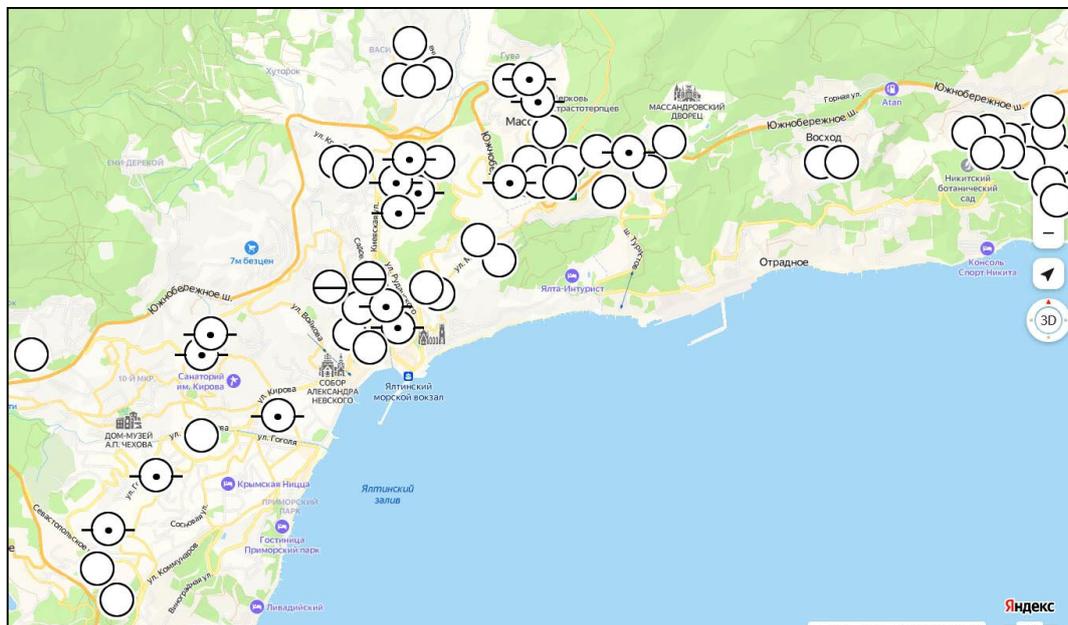


Рис. 6. Карта распределения интенсивности сотрясений в баллах по данным опроса в г. Ялта и в пос. Массандра, Никита, Васильевка. Условные обозначения см. на рис. 1.

Установленные в результате опроса максимальные значения интенсивности сотрясений от землетрясения 27 февраля 2023 г. (в баллах) в каждом из обследованных населенных пунктов Южного берега Крыма приведены в таблице:

№ п/п	Населенный пункт	Баллы
1.	г. Ялта пгт. Гурзуф	до 3 баллов
2.	г. Алушта пгт. Малый Маяк пгт. Массандра	до 2-3 баллов
3.	пгт. Изобильное пгт. Партенит п. Васильевка пгт. Никита	не ощущалось

По полученным макросейсмическим данным построена карта-схема распределения максимальной интенсивности сотрясений в пределах исследуемой

территории (рис. 7).

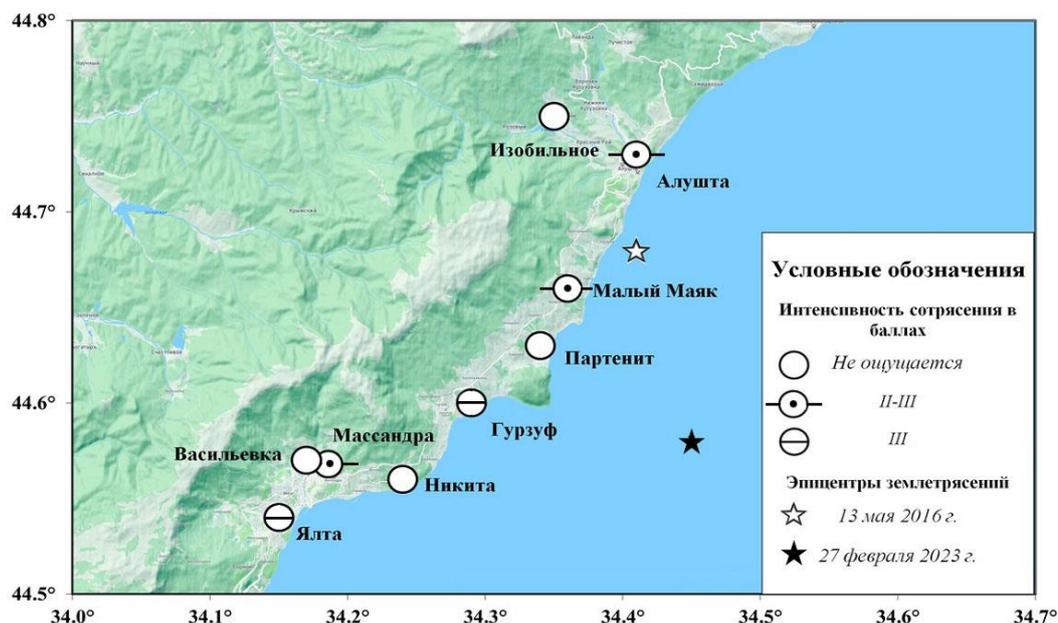


Рис. 7. Сводная карта-схема распределения максимальной интенсивности сотрясений при землетрясении 27 февраля 2023 г.

Учитывая локальный характер распределения на площади интенсивности сотрясений, оцениваемых в 2–3 и 3 балла, проведение соответствующих изосейст представляется не совсем корректным.

Сопоставление полученных данных с результатами обследования последствий предшествующего ощутимого землетрясения в пределах Южного берега Крыма (13.05.2016 г.), эпицентр которого располагался к югу от г. Алушта ( $MSH=3.3$ ,  $\varphi=44.63^\circ$ ,  $\lambda=34.41^\circ$ ,  $h=13$  км – см. рис. 7), указывает на более низкий уровень сейсмических воздействий от землетрясения 27.02.2023 г. При близких значениях магнитуд этих событий, интенсивность воздействий первого из них (вследствие меньшей удаленности эпицентра от расположенных в прибрежной полосе населенных пунктов и меньшей глубины очага) была существенно выше, достигая 4-х, а в отдельных случаях, например, в центральной части Алушты, 5-ти баллов [4]. Оба эти землетрясения не представляли какой-либо реальной опасности для населения и инфраструктуры близлежащих населенных пунктов, однако они еще раз послужили напоминанием о том, что Южный берег и иные территории Крымского полуострова относятся к весьма сейсмоопасным регионам.

## 2. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Выше отмечалось, что ощутимое крымское землетрясение 27 февраля 2023 г.

произошло в период высокой сейсмической активности на территории Малой Азии – в пределах центральной и восточной Турции и пограничных с ней районов Сирии, где 6 февраля 2023 г. произошло два катастрофических землетрясения с магнитудами  $M_s=8.0$  и  $M_s=7.8$  [<http://www.ceme.gsras.ru>]. Очаг первого и наиболее разрушительного из них располагался на небольшой глубине ( $h=10$  км) в пределах густонаселенного района, что многократно усилило катастрофический эффект его воздействия. Второе землетрясение с глубиной очага также  $h=10$  км привело к новым жертвам, усложнило спасательные работы и довершило разрушение инфраструктуры региона. Чрезвычайно высокая сейсмическая активность в регионе сохранялась в течение весьма длительного периода.

В этой связи представляется актуальным выполнение сопоставительного (на качественном уровне) анализа особенностей сейсмического процесса в пределах Турции и сопредельного с ней Крымско-Черноморского региона с целью определения возможного влияния (или отсутствия такового) турецких землетрясений на активизацию сейсмогенных структур, локализованных в непосредственной близости от Крыма.

Прежде всего, следует отметить основные особенности сейсмического процесса в пределах Турции:

1. Катастрофические землетрясения 6 февраля не предварялись сколько-нибудь значительными форшоками, хотя в последующие несколько месяцев в этом регионе сохранялась необычайно высокая сейсмическая активность. Так, с 6 февраля до 31 марта (по данным [<http://www.emsc-csem.org>]) здесь произошло 6535 землетрясений с  $mb \geq 2$  — от 74-х до 231-го события в сутки (рис. 8). За период с февраля по май здесь же было зарегистрировано 130 событий с  $M \geq 4$ , для которых были получены фокальные механизмы [<https://www.globalcmt.org>], которые рассматриваются как прямые индикаторы геодинамических обстановок формирования сейсмогенеза [1].

2. Почти все турецкие землетрясения этого периода локализованы, главным образом, вдоль зоны Восточно-Анатолийского разлома северо-восточного простирания и в непосредственной близости от него. При этом расположенная ближе к Крыму система Северо-Анатолийского разлома, протягивающегося вдоль северного побережья Турции, оставалась практически незадействованной в сейсмическом процессе, «откликнувшись» всего лишь несколькими событиями с  $M_s=2-4$ . Хотя данная система, трассирующая зону палеосубдукции Неотетиса при сближении литосферных плит Евразии, Аравии и Африки, обычно весьма активна в сейсмическом отношении. Именно в ее пределах произошло катастрофическое Измитское землетрясение 17.08.1999 года ( $M_s=7.6$ ) — единственное за новейшее время, воздействия от которого ощущались на территории Крыма с интенсивностью до 4 баллов [Князева, 1999]. Отметим, что катастрофические турецкие землетрясения 06.02.2023 г. населением полуострова не ощущались.

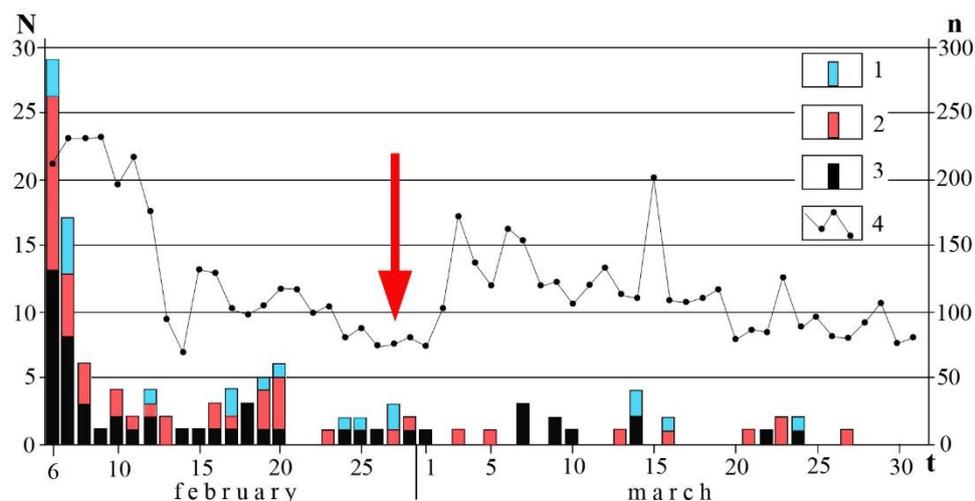


Рис. 8. Общее количество землетрясений, произошедших на территории Турции в течение февраля–марта 2023 г. ( $n$ ), и соотношения разных типов землетрясений, для которых идентифицированы кинематические обстановки в очагах ( $N$ ) [Вольфман, Колесникова, 2023, с дополнением]. Условные обозначения: 1–3 — очаги, сформированные в обстановках сжатия (1), растяжения (2) и сдвиговые очаги, возникновение которых равновероятно как в условиях сжатия, так и при растяжении (3); 4 — график распределения общего количества землетрясений с  $mb \geq 2$ . Красная стрелка — землетрясение 27 февраля 2023 г. у побережья Крыма.

В это же время, то есть в течение начального, наиболее интенсивного периода сейсмической активности на территории Турции (с 6 по 27 февраля), инструментальными наблюдениями в Крымско-Черноморском регионе было зарегистрировано только 8 относительно слабых событий, что не превышает фоновых показателей сейсмического режима в регионе. Из их числа пять землетрясений (энергетического класса  $K_{П}=8.5\text{--}9.4$ , что соответствует уровню магнитуд  $MSH=2.0\text{--}2.6$ ), произошло на значительном удалении от Крыма – в юго-восточной части Черного моря, у побережья Турции. Два события с  $K_{П}=7.1$  и  $7.8$  ( $MSH=1.2$  и  $1.6$ ) зарегистрировано в пределах Керченско-Анапской зоны и только одно, весьма слабое землетрясение ( $K_{П}=5.7$ ,  $MSH=0.4$ ) — в непосредственной близости от г. Севастополь (оперативные данные Института сейсмологии и геодинамики КФУ им. В. И. Вернадского). Все эти события не имели макросейсмического проявления на территории Крымского полуострова. В последующее время сейсмичность в пределах Крымско-Черноморского региона также сохранялась на относительно низком уровне.

Период относительного сейсмического «затишья» для жителей Крыма закончился 27 февраля 2023 г., когда произошло землетрясение с магнитудой  $MSH=3.5$  ( $K_{П}=11.1$ ) и глубиной очага  $h=28$  км, которое ощущалось жителями некоторых южнобережных населенных пунктов. Следует отметить, что события с

аналогичными энергетическими параметрами не являются необычными для Крымско-Черноморского региона: землетрясения подобного класса регулярно происходят в пределах его границ. Оснований полагать, что данное событие явилось прямым следствием или реакцией на проявления высокой сейсмической активности в Турции, нет, поскольку оно приходится на период относительного сейсмического «затишья» в этом регионе. Это наглядно иллюстрирует график распределения во времени количества событий, произошедших в течение февраля-марта 2023 г.: на третью декаду февраля приходится существенное снижение общего количества (менее 100 в сутки) турецких землетрясений (рис. 8). Однако близость очага землетрясения 27 февраля 2023 г. к некоторым населенным пунктам Южного берега Крыма обусловила повышенную интенсивность сейсмических воздействий на отдельных участках их территорий, что вызвало беспокойство и панику у населения, находящегося под впечатлением недавних катастрофических событий в Турции и Сирии.

Вышеприведенные данные свидетельствуют об отсутствии сколько-нибудь существенной реакции сейсмогенных зон Крымско-Черноморского региона (в виде предполагаемого усиления их активности) на катастрофическое развитие сейсмического процесса в Турции. По мнению исследователей [1], это обусловлено специфическими доминирующими геодинамическими обстановками, предопределившими основные особенности формирования турецко-сирийских землетрясений. Так, результаты анализа фокальных механизмов катастрофических событий 06.02.2023 г. и их афтершоков показали, что большая их часть (очаги сбросового и сдвигового типов — см. рис. 8) возникла при растяжении земной коры в широтном и юго-восточном направлениях. При этом область разрядки тектонических напряжений в основном была ограничена зоной динамического влияния Восточно-Анатолийского разлома.

Установленный дивергентный характер кратковременного взаимодействия Анатолийской субплиты с остальной частью Аравии вдоль зоны Восточно-Анатолийского разлома и, соответственно, кинематические обстановки, предопределившие основные особенности сейсмогенеза, как бы «выпадают» из общего, долговременного тренда геодинамического развития этой территории, определяемого преимущественно коллизионными процессами в зоне сочленения литосферных плит Аравии и Евразии. Это инверсионное возмущение общего хода геодинамического развития региона, проявившееся локально (только в пределах зоны динамического влияния внутриплитного Восточно-Анатолийского разлома), реализовалось вследствие приложения весьма значительных по величине растягивающих напряжений, что обусловило «взрывной», катастрофический по интенсивности всплеск сейсмической активности в регионе.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе макросейсмического обследования последствий крымского землетрясения 27 февраля 2023 года было опрошено более 200 респондентов в 10 населенных пунктах Южного берега Крыма: от пгт. Изобильное на северо-востоке

до г. Ялты — на западном фланге. Обработка макросейсмических данных проводилась в соответствии со шкалой MMSK-84. В процессе обработки оценивалась интенсивности сотрясений в каждой конкретной точке изучаемой территории в соответствии с грациями макросейсмической шкалы, построены карты фактов по населенным пунктам и сводная карта-схема распределения максимальной интенсивности сотрясений в пределах исследуемой территории. Согласно данным опросов, максимальная (до 3-х баллов) интенсивность сотрясений была отмечена несколькими респондентами в г. Ялта и пгт. Гурзуф. В Алуште, Малом Маяке и Массандре по нескольким опросам максимальная интенсивность сотрясений оценивается в 2–3 балла. В ряде населенных пунктов – в пос. Изобильное, Партенит, Васильевка и Никита, признаков проявления землетрясения (возможно, по причине немногочисленности данных) выявлено не было.

Землетрясение 27.02.2023 г., которое ощущалось жителями некоторых населенных пунктов Крыма, произошло в период реализации катастрофических событий и высокой сейсмической активности в относительной близости от территории Крымского полуострова — в пределах Турции и пограничных с ней районов Сирии. Анализ сейсмической обстановки в Крымско-Черноморском регионе за этот период показал, что катастрофический сценарий развития сейсмического процесса в Малой Азии не спровоцировал аномального повышения активности сейсмогенных зон, представляющих угрозу для населения Крыма, поскольку область разрядки тектонических напряжений в процессе турецко-сирийских землетрясений была ограничена исключительно зоной динамического влияния Восточно-Анатолийского разлома. Соответственно, нет оснований полагать, что и возникновение землетрясения 27.02.2023 г. было обусловлено смещением ареала высокой сейсмичности на сопредельные с Турцией территории.

**Благодарности.** Авторы глубоко признательны доктору физико-математических наук Б. Г. Пустовитенко и доктору геолого-минералогических наук Ю. М. Вольфману за конструктивные замечания, советы и рекомендации, высказанные ими в процессе подготовки данной статьи.

#### Список литературы

1. Вольфман Ю. М., Колесникова Е. Я. Сейсмологические индикаторы геодинамических обстановок формирования землетрясений на территории Турции в 2023 году // Геология и геофизика Юга России. Том 13. №3. 2023. С. 19–32. DOI: 10.46698/VNC.2023.84.80.002.
2. Ершов И. А., Шебалин Н. В. Проблема конструкции шкалы интенсивности землетрясений с позиций сейсмологов. Прогноз сейсмических воздействий // Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 25. М.: Наука, 1984. С.78–96.
3. Князева В. С. Макросейсмическое обследование турецких землетрясений 17 августа и 12 ноября 1999 года на территории Крыма // Сейсмологический бюллетень Украины за 1999 год. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2001. С. 63–70.
4. Князева В. С., Скляр А. А. Макросейсмические данные об Алуштинском землетрясении 13 мая 2016 г. // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология // 2017. Том 3(69). № 4. С. 156–162.
5. Медведев С. В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: МГК АН СССР, 1965. 11 с.

6. Сайт Гарвардского университета. Режим доступа: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>. (дата обращения: 10.04.2023)
7. Сайт Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра. Режим доступа: <http://www.emsc-csem.org>. (дата обращения: 10.04.2023)
8. Сайт ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН». Режим доступа: <http://www.ceme.gsras.ru>. (дата обращения: 10.02.2023)

**RESULTS OF MACROSEISMIC SURVEY CONSEQUENCES  
OF THE CRIMEA EARTHQUAKE on February 27, 2023**

*Kolesnikova E. Ya.<sup>1</sup>, Ostanin A. M.<sup>2</sup>, Bondar M. N.<sup>3</sup>, Bushmakina G. N.<sup>4</sup>*

*<sup>1,2,3,4</sup>Institute of seismology and geodynamics, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol,  
Russian Federation*

*E-mail: [geolog.key@mail.ru](mailto:geolog.key@mail.ru)*

On February 27, 2023, an earthquake with magnitude  $MSH=3.5$  ( $K_P=11.1$ ) and hypocenter coordinates:  $\varphi=44.53^\circ$ ,  $\lambda=34.45^\circ$ ,  $h=28$  km occurred near Crimea.

The purpose of the research was to obtain the most reliable data on the boundaries of manifestation and intensity of the macroseismic effect from an earthquake in settlements of the Southern coast of Crimea, located in the epicentral region of this earthquake.

The collection of macroseismic data was carried out on March 9 and 10, 2023 by employees of the Institute of Seismology and geodynamics (a structural unit of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University).

The research was covered 10 settlements of the Southern coast of Crimea and adjacent territories: village Izobilnoe in the northeast to the city of Yalta – on the western flank.

As a result, more than 200 respondents were interviewed about this earthquake. Data processing was carried out in accordance with the macro-seismic scale MMSC-84.

According to survey data, the maximum (up to 3 *points*) intensity of seismic shaking was noted by several respondents in the city of Yalta and the village Gurzuf. In Alushta, Maly Mayak and Massandra the maximum intensity of seismic shaking is estimated at 2–3 *points*. In a number of settlements - in the villages of Izobilnoye, Partenit, Vasilievka and Nikita, no signs of an earthquake were found. Based on the results of a survey of respondents in each of the surveyed settlements, maps of the distribution of shaking intensity in *points* were constructed. A summary map-scheme of the intensity distribution (according to maximum values) of shaking within the study area was constructed.

A comparative description of the last earthquakes felt on the southern coast of Crimea on May 13, 2016 and February 27, 2023 and their consequences is given. Both of these earthquakes did not pose any real danger to the population and infrastructure of nearby settlements. However, they once again served as a reminder that the Southern coast and other territories of the Crimean peninsula belong to very earthquake-prone regions.

The earthquake of 02.27.2023 occurred during a period of high seismic activity in Turkey, after the catastrophic events of 02.06/2023. However, an analysis of the seismic situation in the Crimean-Black Sea region during this period showed that the catastrophic scenario for the development of the seismic process in Asia Minor did not provoke an abnormal increase in the activity of seismogenic zones that pose a threat to the population of Crimea.

### References

1. Vol'fman Yu. M., Kolesnikova E. Ya. Seismologicheskie indikatory geodinamicheskikh obstanovok formirovaniya zemletryasenij na territorii Turcii v 2023 godu (Seismological indicators of geodynamic conditions for the formation of earthquakes in Turkey in 2023) // *Geologiya i geofizika Yuga Rossii*. 2023, v. 13, nn. 3, pp. 19–32. DOI: 10.46698/VNC.2023.84.80.002 (in Russian).
2. Ershov I. A., Shebalin N. V. Problema konstrukcii shkaly intensivnosti zemletryasenij s pozicij seismologov. Prognoz seismicheskikh vozdeystvij (The problem of designing an earthquake intensity scale from the perspective of seismologists. Forecast of seismic impacts) // *Voprosy inzhenernoj seismologii*. Vyp. 25. M.: Nauka, 1984, pp.78–96 (in Russian).
3. Knyazeva V. S. Makrosejsmicheskoe obsledovanie tureckih zemletryasenij 17 avgusta i 12 noyabrya 1999 goda na territorii Kryma (Macroseismic survey of Turkish earthquakes on August 17 and November 12, 1999 in Crimea) // *Seismologicheskij byulleten' Ukrainy za 1999 god. Sevastopol': NPC «EKOSI-Gidrofizika»*, 2001, pp. 63–70 (in Russian).
4. Knyazeva V. S., Sklyar A. A. Makrosejsmicheskie dannye ob Alushtinskom zemletryasenii 13 maya 2016 g. (Macroseismic data on the Alushta earthquake of May 13, 2016) // *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya* // 2017, Vol. 3(69), nn. 4, pp. 156–162 (in Russian).
5. Medvedev S. V., Shponhojer V., Karnik V. Shkala sejsmicheskoy intensivnosti MSK-64 (Seismic intensity scale MSK-64). M.: MGK AN SSSR, 1965. 11 p. (in Russian).
6. Sajt Garvardskogo universiteta.: [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>. (data obrashcheniya: 10.04.2023)
7. Sajt Evropejsko-Sredizemnomorskogo seismologicheskogo centra. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.emsc-csem.org>. (data obrashcheniya: 10.04.2023)
18. Sajt FIC «Edinaya geofizicheskaya sluzhba RAN». [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.ceme.gsr.ru>. (data obrashcheniya: 10.02.2023)

*Поступила в редакцию 26.10.2023 г.*