

УДК 550.348. (100)

## Землетрясение 13 апреля 2025 г. с $MS=5.9$ , $I_0=8$ баллов в Таджикистане: оперативные и уточнённые данные

© 2025 г. Н.В. Петрова<sup>1</sup>, М.И. Рыжикова<sup>1</sup>, И.Н. Соколова<sup>1</sup>, Т.Р. Улубиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия; <sup>2</sup>ГС НАНТ, г. Душанбе, Республика Таджикистан

Поступила в редакцию 17.05.2025 г.

**Аннотация.** Анализируются инструментальные и макросейсмические данные о Таджикибадском землетрясении 13 апреля 2025 г. с  $MS=M_w=5.9$ , произошедшем на северо-востоке Таджикской депрессии. В ряде населённых пунктов в долине р. Сурхоб на расстояниях 7–25 км от эпицентра землетрясение вызвало разрушительные последствия, соответствующие 7 баллам по шкале ШСИ-17. Интенсивность в эпицентре, рассчитанная по уравнению макросейсмического поля Н.В. Шебалина с коэффициентами для Таджикской депрессии, составила 8 баллов. Землетрясение записано девятью стационарными сейсмическими станциями Геофизической службы Национальной академии наук Таджикистана и сотнями станций международных сейсмологических центров по всему миру. Установлена приуроченность эпицентра землетрясения к Яфучскому разлому северо-восточного простирания, с ориентацией и падением которого совпадает одна из нодальных плоскостей механизма очага. Проанализированы записи приборов сильных движений грунта на 44 сейсмических станциях Центральной Азии, по амплитудам ускорений оценена инструментальная интенсивность в этих пунктах, которая в большинстве случаев оказалась ниже наблюдаемой интенсивности. Это может быть связано с установкой датчиков на выходах коренных пород и в штольнях, что соответствует грунтам I категории, в отличие от грунтов II и III категории в населённых пунктах. Землетрясение сопровождалось интенсивным афтершоковым процессом — за неделю с момента главного толчка зарегистрированы и обработаны записи 92 афтершоков с  $M=2.6–4.7$  и множества более слабых. Самые крупные афтершоки были ощутимыми.

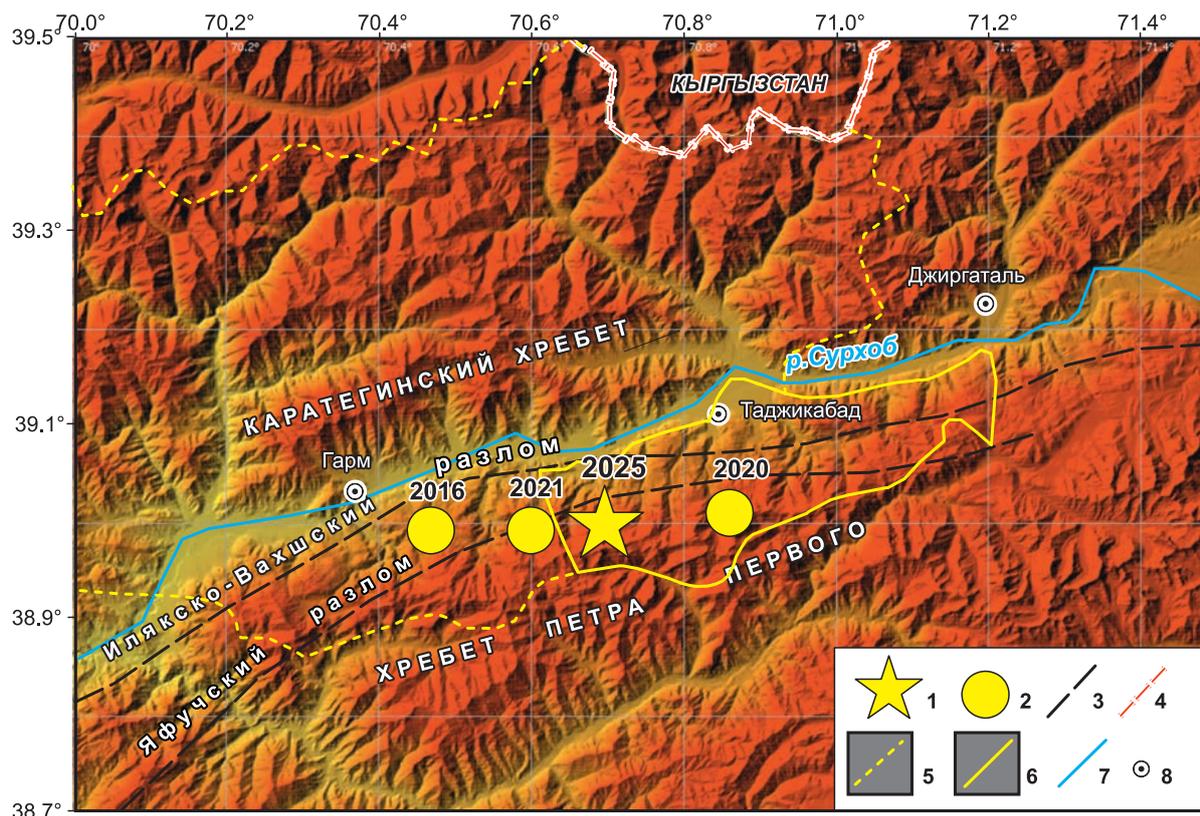
**Ключевые слова:** гипоцентр, магнитуда, интенсивность сотрясений, балл, механизм очага, макросейсмический эффект.

**Для цитирования:** Петрова Н.В., Рыжикова М.И., Соколова И.Н., Улубиева Т.Р. Землетрясение 13 апреля 2025 г. с  $MS=5.9$ ,  $I_0=8$  баллов в Таджикистане: оперативные и уточнённые данные // Российский сейсмологический журнал. — 2025. — Т. 7, № 2. — С. 57–78. — DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2025.2.05>. — EDN: SDZBQC

### Введение

Высокая сейсмичность территории Таджикистана обусловлена геодинамическими процессами, связанными со столкновением Евразийской и Индийской литосферных плит, которые сходятся с относительной скоростью 40–50 мм/год. Одним из наиболее сейсмически активных районов Таджикистана является зона сближения Южного Тянь-Шаня с северо-восточной частью Таджикской депрессии, включающей Раштский (Гармский) и Таджикибадский районы (рис. 1). Как отмечается в [Джураев, 2022а; 2024; 2025], здесь каждые пять–десять лет, а иногда и чаще, происходят достаточно сильные землетрясения с интенсивностью в эпицентре от 6 до 7–8 бал-

лов по шкале MSK-64 [Медведев и др., 1965]. Это заключение подтверждают землетрясения последних лет в Гарм-Таджикабадской зоне: Газорчашминское 1 июля 2016 г. с  $M_w=5.0$ ,  $I_0=6–7$  баллов [Джураев, 2022а]; Таджикибадское 4 июля 2020 г. с  $MS=5.2$ ,  $I_0=7$  баллов [Джураев, 2024]; Таджикибадское 10 июля 2021 г. с  $MS=5.8$ ,  $I_0=7–8$  баллов [Джураев, 2025]; недавнее землетрясение 13 апреля 2025 г. с  $MS=5.9$ ,  $I_0=8$  баллов, по магнитуде и местоположению наиболее близкое к Таджикибадскому землетрясению 10 июля 2021 г. (рис. 1). По аналогии с Таджикибадскими землетрясениями 2020 и 2021 гг., далее в статье будем называть событие 13 апреля 2025 г. «Таджикабадское землетрясение 2025 г.».



**Рис. 1.** Район расположения Таджикабадского землетрясения 13 апреля 2025 г. и ближайших сейсмических событий с  $I_0 > 6$  баллов за последние десять лет – Газорчашминского землетрясения 2016 г.,  $I_0 = 6–7$  баллов, и Таджикабадских землетрясений 2020 г. с  $I_0 = 7$  баллов и 2021 г. с  $I_0 = 7–8$  баллов.

1 – эпицентр Таджикабадского землетрясения 2025 г. по данным ГС НАНТ; 2 – макросейсмические эпицентры Газорчашминского землетрясения 2016 г. и Таджикабадских 2020 и 2021 гг. согласно [Джураев, 2022а; 2024; 2025]; 3 – разлом; 4 – государственная граница; 5 – граница Раштского (Гармского) района; 6 – граница Таджикабадского района; 7 – река; 8 – пгт, административный центр

Таджикабадское землетрясение 2025 г. произошло 13 апреля в 09<sup>h</sup>24<sup>m</sup> по местному времени (в 04<sup>h</sup>24<sup>m</sup> по Гринвичу) в 170 км к северо-востоку от г. Душанбе и в 21 км от районного центра Таджикабада. Эпицентр расположен в пригребневой части хр. Петра Первого, в зоне молодого Яфучского разлома, параллельного глубинному Илякско-Вахшскому разлому (рис. 1). Район эпицентра малонаселён, большинство населённых пунктов расположено севернее, по берегам р. Сурхоб. Именно из этих пунктов Раштского и Таджикабадского районов поступили сведения о разрушительном эффекте землетрясения. По сообщениям в СМИ, в результате землетрясения в Раштском и Таджикабадском районах были полностью разрушены 94 жилых дома, ещё десятки зданий получили частичные повреждения [Землетрясение в Таджикистане ..., 2025; В результате землетрясения ..., 2025; В Таджикистане подсчитали ..., 2025; КЧС: предвари-

тельно в результате ..., 2025]. По данным Комитета по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне страны (КЧС), всего в регионе полностью или частично разрушено 410 домов и различных построек. В селе Уштурпаст землетрясение унесло жизнь трёхлетнего ребёнка.

По поручению президента Таджикистана на место выехала правительственная делегация. Создана специальная комиссия, которая подсчитывает ущерб, помогает пострадавшим и координирует восстановительные работы. Жители, пострадавшие от этого природного бедствия, были эвакуированы в безопасные места, им оказана материальная и продовольственная помощь.

Задачами данной статьи являются оперативное обобщение инструментальных и макросейсмических данных Таджикабадского землетрясения 13 апреля 2025 г., выяснение его тектонической природы и уточнение последствий.

### Сеть сейсмических станций Таджикистана

Современная стационарная сеть цифровых станций Таджикистана (код сети «ТJ» в International Federation of Digital Seismograph Networks (FDSN)) начала свою работу в 2005 г. [Негматуллаев, 2012]. Приём, передачу, хранение и обработку данных осуществляет Геофизическая служба при Национальной академии наук Таджикистана (ГС НАНТ), г. Душанбе. Сеть станций ТJ стала результатом международного сотрудничества НПО «PMP International» при поддержке Швейцарского агентства по развитию и сотрудничеству и при содействии фирмы Nanometrics, Канада, в рамках проекта по возрождению сети сейсмических наблюдений в Таджикистане [Негматуллаев, 2012].

В 2005 г. были открыты цифровые станции «Гарм» (GARM), «Шаартуз» (SHAA) и «Душанбе» (DUSH); в 2006 г. – «Гезан» (GEZN) и «Игрон» (IGRN). В 2007 г. оборудование станции «Душанбе» было перенесено на станцию «Чуянгарон» (CHGR), в 2008 г. эта сеть была дополнена на юге станцией «Манем» (MANEM) вблизи г. Хорога, а на севере – станцией «Чорух-Дайрон» (CHRDR) вблизи г. Худжанда.

Все станции были установлены на коренных породах (некоторые из них в штольнях), вдали от источников антропогенных помех, укомплектованы трёхкомпонентными широкополосными сейсмометрами Trillium и дигитайзерами Trident. К сожалению, на станциях не было акселерометров.

В 2019 г. стартовал Международный проект SNECCA «Расширение сейсмической сети на Кавказе и в Центральной Азии», основными задачами которого было увеличение количества сейсмических станций, обеспечение более оптимальной конфигурации сети, модернизация старых станций, оснащение станций приборами сильных движений, обеспечение обмена данными в режиме, близком к реальному времени. Проект был реализован в Таджикистане, Казахстане, Кыргызстане, Азербайджане, Армении и Грузии. Благодаря новым станциям и обмену данными, на всей территории Центральной Азии повысились возможности сейсмического мониторинга, улучшилось качество сейсмологических бюллетеней, появилась возможность анализа данных сильных движений.

Важной особенностью новых станций стало то, что они состоят в основном из однотипного оборудования – сейсмометра Trident, дигитайзера Centaur и акселерометра Titan. Частота опроса данных для велосиметра составляет 100 Гц, для акселерометра – 200 Гц.

В настоящее время в Таджикистане функционируют в стационарном режиме следующие станции: «Чуянгарон» (CHGR), «Чорух-Дайрон» (CHRDR), «Гезани боло» (GEZAN), «Гарм» (GHARM), «Мургаб» (MURGB), «Барчидив» (SAREZ), «Шахритуз» (SHAHR), «Манем» (MANEM), «Навдунак» (NVDNK), «Игрон» (IGRN). Из них станции MURGB, SAREZ и NVDNK открыты в сентябре 2024 г., а станции GHARM, SHAHR, MANEM, CHRDR и GEZAN оснащены новым оборудованием. Кроме того, на территории Душанбе были установлены четыре прибора сильных движений. На территории республики работает также стационарная станция «Симигандж» (SIMI) глобальной сейсмической сети IRIS/IDA. На рис. 2 представлена карта расположения стационарных сейсмических станций Таджикистана на текущий момент и показано положение эпицентра Таджикибадского землетрясения 13 апреля 2025 года.

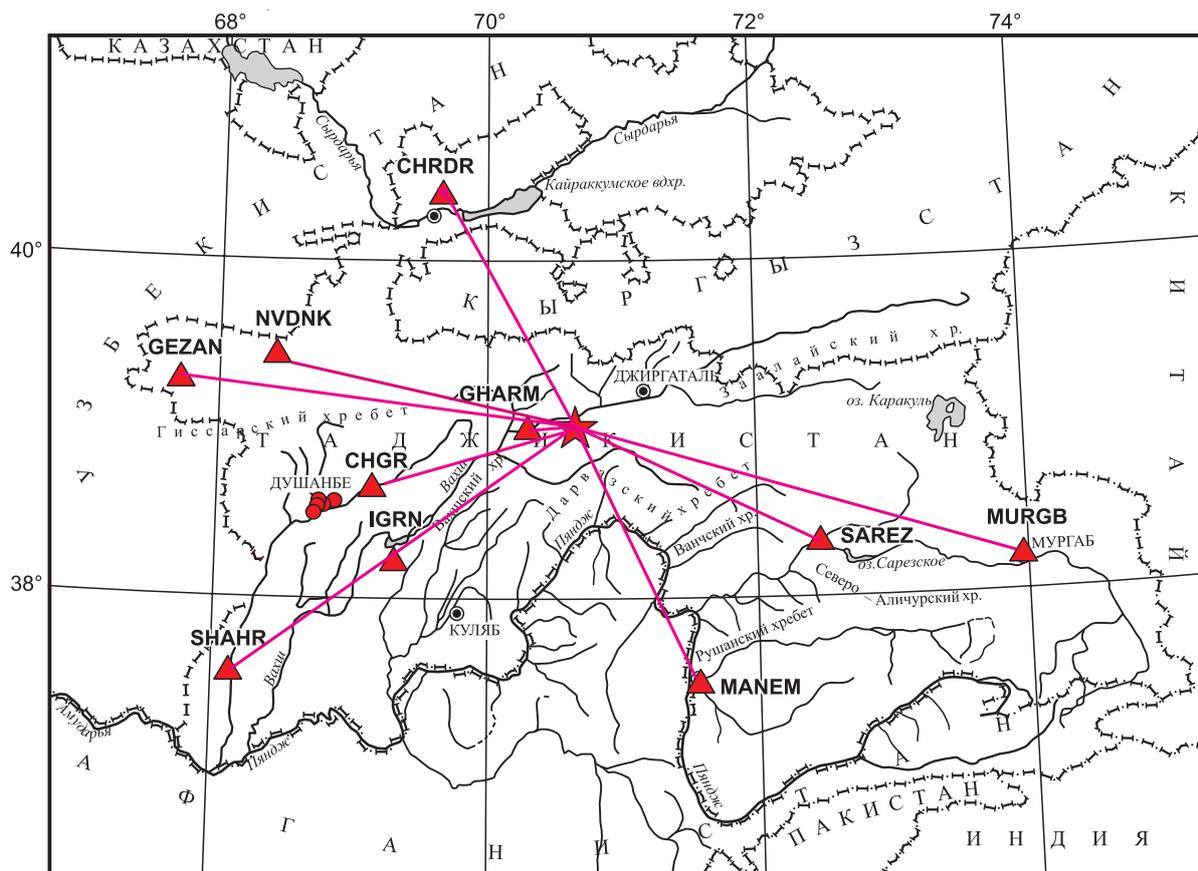
### Инструментальные данные

#### *Основные параметры Таджикибадского землетрясения 2025 года*

На сайтах некоторых международных сейсмологических центров в настоящее время опубликованы основные параметры Таджикибадского землетрясения 2025 г., однако их уточнение продолжается.

В Службе срочных донесений (ССД) ФИЦ ЕГС РАН в г. Обнинске, Россия, опубликовавшей данные о землетрясении в числе первых, параметры описываемого события были определены с использованием данных, полученных с цифровых сейсмических станций России, стран СНГ и зарубежья. Автоматическое определение параметров гипоцентра этого землетрясения, выполненное по 25 станциям, через 9 мин. после его возникновения было отправлено в МЧС России и другие заинтересованные организации. Уточнённые параметры землетрясения были рассчитаны по данным 60 станций. По результатам составлено и размещено на сайте ФИЦ ЕГС РАН Информационное сообщение, содержащее сведения об основных параметрах, волновых формах, механизме очага и макросейсмических проявлениях землетрясения 13 апреля [Информационное сообщение ..., 2025].

В Таджикистане параметры землетрясения получены по данным девяти станций сети ТJ (ГС НАНТ): «Чуянгарон» (CHGR), «Чорух-Дайрон» (CHRDR), «Гезани боло» (GEZAN), «Гарм» (GHARM), «Мургаб» (MURGB), «Барчидив» (SAREZ), «Шахритуз» (SHAHR), «Манем»



**Рис. 2.** Карта расположения стационарных сейсмических станций Таджикистана в 2025 г. (красные треугольники, сеть ТЖ) и станций сильных движений в районе Душанбе (красные кружки, сеть TF цифровых станций Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана [Institute of Geology ..., 2025]).

Звёздочка – эпицентр Таджикабадского землетрясения 13 апреля 2025 г., соединённый красными линиями со стационарными станциями, записавшими это событие

(MANEM) и «Навдунак» (NVDNK) (рис. 2). Станция «Игрон» (IGRN) в момент землетрясения не работала.

В табл. 1 представлены основные параметры Таджикабадского землетрясения 2025 г. по предварительным и уточнённым определениям разных сейсмологических центров из [International Seismological ..., 2025], а на рис. 3 показано местоположение эпицентра по данным табл. 1.

Разброс приведённых в табл. 1 и на рис. 3 решений для координат главного толчка 13 апреля небольшой. Эпицентры NEIC, CSEM и ГС НАНТ лежат наиболее компактно и приурочены к Яфучскому разлому, тогда как эпицентры GS RAS и GFZ сдвинуты относительно этой группы на  $\pm 0.1^\circ$  по широте. Эпицентр GCMT значительно отклоняется от центральной группы на северо-запад. Наиболее надёжными представляются решения NEIC, CSEM и ГС НАНТ. Решение ГС НАНТ получено лишь по девяти

станциям, но с использованием регионального годографа и на небольших эпицентральных расстояниях ( $\Delta=31-305$  км). Учитывая это, а также близость регионального решения для эпицентра к решениям NEIC и CSEM, полученным с использованием большого количества станций, в качестве инструментального эпицентра в данной статье используется решение ГС НАНТ, которое приводится на всех картах.

Оценим расчётную интенсивность в эпицентре  $I_0^p$  Таджикабадского землетрясения 2025 г. по инструментальным данным, используя формулу Н.В. Шебалина [Новый каталог ..., 1977]:

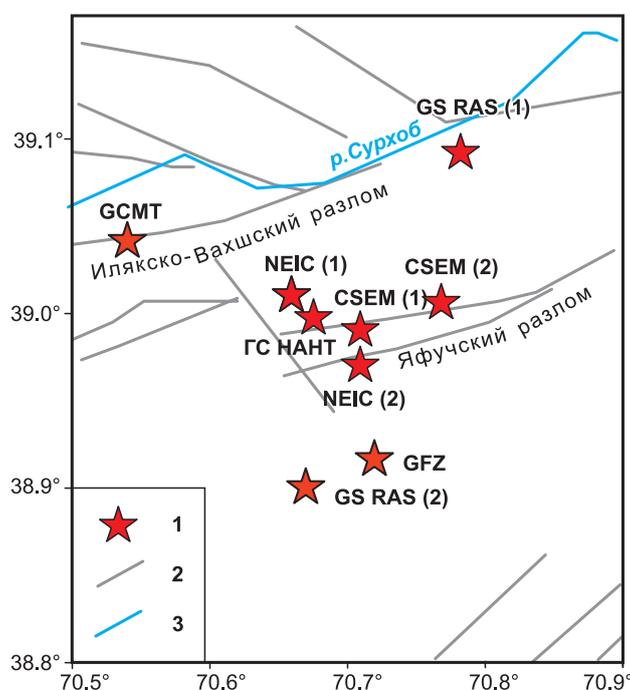
$$I_{0p} = b \cdot M - v \cdot \lg h + c. \quad (1)$$

При глубине гипоцентра  $h=10$  км,  $M=MS=5.9$  для GS RAS в табл. 1 и коэффициентах макросейсмического поля для землетрясений Таджикской депрессии  $b=1.44$ ,  $v=3.9$ ,  $c=3.4$  [Коньков, 1975] получаем  $I_0^p=8$  баллов.

**Таблица 1.** Основные параметры Таджикибадского землетрясения 13 апреля 2025 г. по данным различных сейсмологических центров

Сейсмологический центр	Время в очаге, чч:мм:сс.с	Координаты		$h$ , км	Число станций	GAP	Магнитуда / число станций
		$\varphi$ , °N	$\lambda$ , °E				
ГС НАНТ	04:23:59.95	38.997	70.676	8	9	134	$K_p=14.4/9$ , $m_b=5.6/9$
GS RAS (1)	04:24:00.64	39.09	70.78	10.0	25	161	$m_b=6.1/24$
GS RAS (2)	04:24:01.11	38.9	70.67	10.0	60	77	$M_S=5.9/35$ , $m_b=6.1/39$ , $M_w=5.9$
CSEM (1)	04:24:01.90	38.99	70.71	10.0	569	23	$M_w=5.8$ , $m_b=5.9$
CSEM (2)	04:24:01.15	39.005	70.77	5.6	990	15	$M_w=5.8$ , $m_b=6.0/517$
NEIC (1)	04:24:01.90	39.01	70.66	12.6	123	33	$M_{ww}=5.8$ , $m_b=5.9/302$
NEIC (2)	04:24:01.04	38.97	70.71	8.0	126	24	$M_{ww}=5.8$ , $m_b=5.9/531$ , $M_S=6.2$
GFZ	04:24:02.86	38.92	70.72	18.0f	307	28	$M=5.9/222$ , $m_b=6.1/222$ , $M_w(mB)=6.0/195$
GCMT	04:24:03.10	39.04	70.54	12.0			$M_S=5.8$ , $M_w=5.9$

Примечание: ГС НАНТ – Геофизическая служба при Национальной академии наук Таджикистана, г. Душанбе; GS RAS – ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск [Информационное сообщение ..., 2025]; CSEM – The European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC), Франция [CSEM ..., 2025]; NEIC – National Earthquake Information Center, U.S. Geological Survey (USGS), США [Search Earthquake ..., 2025]; GFZ – Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre For Geosciences, Германия [International Seismological ..., 2025]; GCMT (Global Centroid Moment Tensor) – глобальная база данных местоположений и параметров очагов землетрясений с магнитудой более 5.0 [Global CMT ..., 2025]. (1) – предварительное решение; (2) – уточнённое.

**Рис. 3.** Решения разных сейсмологических центров для эпицентра Таджикибадского землетрясения 13 апреля 2025 г. согласно табл. 1.

1 – эпицентр с указанием агентства; 2 – разлом по [Беккер и др., 1974]; 3 – река.  
В скобках: 1 – предварительное решение, 2 – уточнённое

### Волновые формы

На рис. 4 представлены сейсмические записи Таджикабадского землетрясения 2025 г. по станциям сети ТЖ (ГС НАНТ), диапазон эпицентральных расстояний составил от 31 км (станция GHARM) до 305 км (станция MURGB). На всех записях доминируют поверхностные низкочастотные волны. Следует отметить, что для объёмных волн также преобладает низкочастотная гармоника, на которую наложился высокочастотные колебания для всех станций.

### Параметры сильных движений

В советское время на территории Центральной Азии в сейсмически активных районах было установлено несколько десятков станций сильных движений (СД). Их данные использовались для решения ряда задач инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства: для оценки сейсмической опасности, создания карт сейсмического районирования, для разработки норм сейсмостойкого строительства, обеспечения сейсмической безопасности зданий и инфраструктуры. Отметим, что в советское время станции сильных движений в Центральной Азии были оснащены аналоговыми при-

борами, что сильно затрудняло обработку, т.к. для построения спектров записи предварительно необходимо было оцифровать.

Первые цифровые станции СД появились, начиная с середины 90-х годов прошлого века, на станциях Глобальной сети мониторинга IRIS IDA и IRIS GSN (ААК, МАКЗ, КУРК, ВРВК). В 2000 г. в Казахстане на территории г. Алматы и на прилегающих территориях была развернута сеть из 15 приборов сильных движений, эта сеть работает до сих пор. В 2009–2010 гг. совместно с Центром изучения Земли (GFZ), ФРГ, а также согласно Плану сотрудничества CASCADE (Central Asian Cross-border Natural Disaster Prevention) на территории Центральной Азии были установлены семь сейсмических станций (в Таджикистане, Туркменистане, Кыргызстане, Казахстане и Узбекистане), которые были оснащены как велосиметрами, так и акселерометрами. Некоторые из этих станций закрылись после 2014 г., а часть продолжает свою работу.

В Таджикистане в 2004 г. установлена система раннего предупреждения (СРП) и мониторинга в долине р. Бартанг и на Сарезском озере [Бабаев и др., 2008]. Система мониторинга состоит из различных видов аппаратуры:

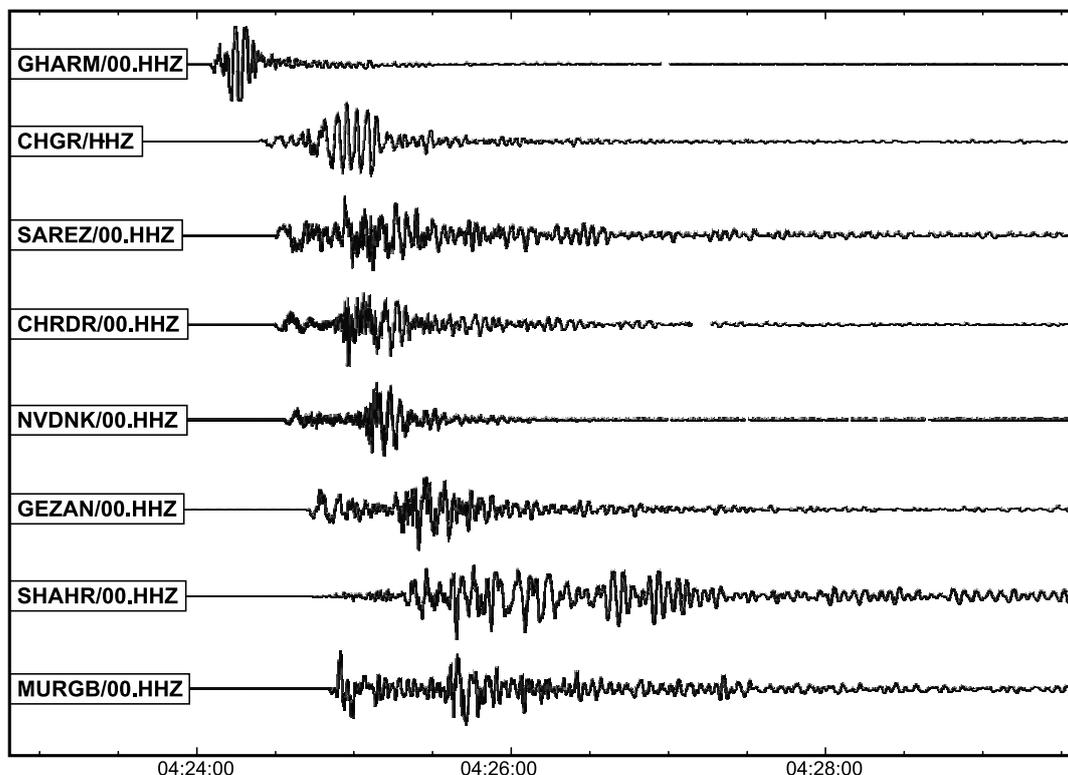


Рис. 4. Сейсмограммы Таджикабадского землетрясения 2025 г. по станциям сети ТЖ, вертикальные компоненты, без фильтра

акселерометры, GPS, PLL и WLL – измерения уровня озера, датчик паводка и др. Система раннего предупреждения (РП) о землетрясении состоит из трёх акселерометров. В 2021 г. систему модернизировали, данные акселерометров можно успешно использовать для задач сейсмологии. С 2014 г., в рамках проекта ACROSS, Центрально-Азиатский институт прикладных наук о Земле (ЦАИИЗ), Кыргызстан, совместно с GFZ также установил 18 станций сильных движений на территории Кыргызстана [Lauterjung et al., 2018]. Цель создания этой сети – организация системы раннего предупреждения о землетрясении. Несколько десятков станций СД появились в результате расширения сейсмологических сетей на территории Центральной Азии и Кавказа в рамках проекта SNECCA. Обработка данных СД в настоящее время проводится во многих сейсмологических центрах с целью решения задач оценки сейсмической опасности, а также быстрой оценки потенциального ущерба в результате землетрясения в местах, где сложно собрать макросейсмические данные у населения.

Для Таджикибадского землетрясения 2025 г. были собраны и обработаны 44 акселерограммы на региональных расстояниях от 31 до 651 км. Самая близкая станция, записи которой обрабо-

таны, – «Гарм» (GHARM) из сети мониторинга ТД,  $\Delta=31$  км,  $A_{\max}=8.4$  см/с<sup>2</sup> для канала EW (восток–запад). Самая далёкая станция – «Каджисай» (KADJ) из сети AD,  $\Delta=651$  км,  $A_{\max}=0.1$  см/с<sup>2</sup> (табл. 2, рис. 5). Обработка данных сильных движений осуществлялась при помощи программного обеспечения ViewWave, разработанного Т. Кашимой [Kashima, 2007].

В столбце «Код сети» табл. 2 даны коды сетей в соответствии с FDSN: TJ – сеть цифровых станций ГС НАНТ [Geophysical Survey ..., 2025]; TF – сеть цифровых станций Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной академии наук Таджикистана (ИГССС НАНТ) [Insitute of Geology ..., 2025]; KR – сеть цифровых станций Института сейсмологии, Кыргызстан [Kyrgyz Institute ..., 2025], AD – сеть сильных движений по проекту ACROSS, Центрально-Азиатский институт прикладных наук о Земле, Кыргызстан [Lauterjung et al., 2018]; QZ – сейсмическая сеть Национального научного центра сейсмологических наблюдений и исследований МЧС Республики Казахстан (ННЦСНИ МЧС РК) [Seismic network ..., 2025]; II – Глобальная сейсмическая сеть IRIS/IDA [Global Seismograph ..., 2025].

**Таблица 2.** Сведения о сейсмических станциях сильных движений в Центральной Азии, зарегистрировавших Таджикибадское землетрясение 2025 г., и значения максимальных амплитуд сильных движений  $PGA$  и  $PGV$

Код сети	Код станции	Координаты станции		$\Delta$ , км	$PGA$ (см/с <sup>2</sup> )			$PGV$ (см/с)			$T(V)$	$T(A)$	$I^*$
		$\varphi$ , °N	$\lambda$ , °E		EW	NS	Z	EW	NS	Z			
TJ	GHARM	39.006	70.316	31	6.4	8.4	5.9	1.71	1.31	1.73	4.0	0.28	4
KR	DRK	39.4776	71.7995	111	1.8	1.8	1.0	0.09	0.12	0.07	0.42	0.42	3
KR	BTK	40.0575	70.8181	119	1.5	1.1	0.6	0.19	0.17	0.14	5.0	0.38	2
TJ	CHGR**	38.6569	69.1582	137	2.4	4.5	3.4	0.36	0.26	0.32	1.9	0.008	4
TF	DSH03	38.565	68.7551	173	6.1	5.0	3.3	0.57	0.54	0.45	4.0	0.32	4
TJ	CHRDR	40.389	69.673	177	0.3	0.6	0.7	0.05	0.06	0.06	0.65	0.15	2
TF	DSH05	38.4918	68.7193	179	6.9	11.6	2.1	0.32	0.44	0.2	2.0	0.1	5
AD	KYZA	40.2596	72.1257	187	1.8	2.1	1.4	0.18	0.15	0.11	1.2	0.42	3
TJ	NVDNK	39.458	68.429	200	0.8	1.9	1.6	0.19	0.15	0.16	5.0	0.22	3
AD	NKAT	40.2315	72.6711	219	1.8	1.7	1.2	0.24	0.18	0.17	4.0	0.4	3
KR	OHH	40.5244	72.7850	248	0.6	0.6	0.5	0.09	0.1	0.07	3.8	0.22	
TJ	GEZAN	39.2833	67.7156	257	0.4	0.4	0.4	0.1	0.08	0.06	5.5	0.35	
KR	SFK	40.0168	73.5063	268	0.5	0.7	0.3	0.04	0.06	0.04	0.2	0.2	2
TJ	SAREZ	37.562	68.122	274	0.2	0.3	0.2	0.03	0.04	0.03	4.0	0.4	
TJ	SHHR	37.562	68.122	274	0.3	0.3	0.3	0.08	0.11	0.11	4.0	0.32	
AD	GLHA	40.3166	73.4410	278	0.6	1.1	0.5	0.11	0.14	0.11	1.0	1.0	2
KR	TRKS	41.4725	71.1673	278	0.7	0.6	0.4	0.1	0.09	0.05	1.2	1.2	2
II	JZAX**	40.0928	67.7118	282	0.6	0.4	0.6	0.11	0.09	0.1	0.9	0.9	
QZ	ZHTS	40.7649	68.2903	283	2.0	2.2	0.8	0.26	0.25	0.09	1.0	0.6	3
AD	MLSU	41.2703	72.4677	295	1.0	1.1	0.5	0.14	0.14	0.07	2.7	0.28	2
TJ	MURGB	38.254	74.058	305	0.1	0.1	0.1	0.03	0.03	0.02	4.0	0.7	

Код сети	Код станции	Координаты станции		$\Delta$ , км	PGA (см/с <sup>2</sup> )			PGV (см/с)			T(V)	T(A)	I*
		$\varphi$ , °N	$\lambda$ , °E		EW	NS	Z	EW	NS	Z			
AD	KAKU	40.6350	73.5869	308	0.6	0.7	0.4	0.13	0.11	0.08	1.2	1.2	2
AD	OKTR	41.0462	73.1108	308	0.9	0.6	0.6	0.11	0.15	0.08	3.1	1.0	2
KR	ARSB	41.3274	72.9728	324	0.2	0.2	0.1	0.03	0.03	0.02	1.8	0.62	
KR	ARK	41.7789	71.9645	328	0.2	0.2	0.1	0.04	0.03	0.03	7.5	0.28	
KR	SALK	40.8863	73.8113	340	0.1	0.1	0.1	0.02	0.01	0.01	0.9	0.9	
KR	TOKL	41.9833	72.8681	380	0.5	0.5	0.3	0.05	0.04	0.04	0.8	0.8	
QZ	JBGS	42.4340	70.4751	383	0.1	0.1	0.1	0.04	0.03	0.03	1.9	0.21	
QZ	CHM	42.3483	69.5735	384	0.5	0.6	0.3	0.09	0.11	0.06	3.2	0.45	
AD	TALS	42.5174	72.2511	413	1.1	1.0	0.7	0.21	0.19	0.11	2.3	0.55	2
KR	KRVK	42.6834	71.4207	415	0.1	0.1	0.1	0.02	0.02	0.02	1.9	1.9	
KR	MNAS**	42.4932	72.4976	418	0.2	0.1	0.01	0.04	0.03	0.02	8.0	0.5	
KR	CHVK	42.8902	71.3317	436	0.4	0.4	0.4	0.05	0.06	0.04	3.7	0.23	
QZ	DJB	42.8902	71.3317	436	0.7	0.6	0.4	0.1	0.1	0.05	1.7	0.22	2
KR	ARLS	41.8527	74.3355	444	0.1	0.1	0.1	0.02	0.02	0.02	1.5	0.6	
AD	CHAK	41.9269	74.5185	460	0.9	1.1	0.8	0.21	0.19	0.17	1.3	1.3	2
AD	KAYN	42.8291	73.6835	495	1.5	1.5	0.8	0.47	0.31	0.14	1.9	1.1	2
AD	AKSU	42.8317	74.1087	515	0.6	0.6	0.3	0.2	0.19	0.09	2.8	1.8	
KR	FRU1**	42.8123	74.6284	539	0.1	0.1		0.03	0.04		1.8	1.8	
AD	JANJ	43.1067	74.3754	552	0.6	1.1	0.5	0.11	0.14	0.11	1.0	1.0	2
AD	KCHK	42.2121	75.7526	558	0.3	0.4	0.2	0.07	0.08	0.03	2.5	0.9	
AD	TKMK	42.8356	75.2837	576	0.3	0.5	0.2	0.08	0.07	0.04	1.5	1.5	
AD	TMCH	42.5648	76.6625	641	0.1	0.1	0.1	0.04	0.03	0.03	3.0	1.1	
AD	KADJ	42.1411	77.1801	651	0.1	0.1	0.1	0.02	0.02	0.03	2.3	2.3	

Примечание: PGA, PGV – пиковые ускорения и скорости грунта, соответственно; T(V), T(A) – периоды максимальных амплитуд скорости и ускорения, соответственно; I\* – интенсивность сотрясений согласно её корреляционному соотношению с PGA из [Соболев и др., 2000]; \*\* – станции с велосиметром, данные которых были продифференцированы.

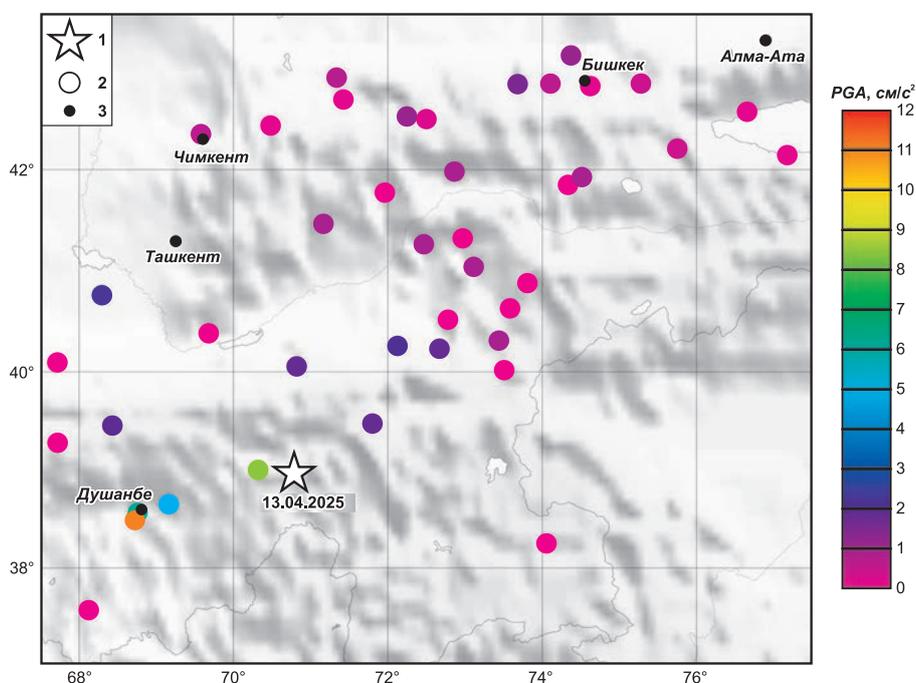


Рис. 5. Карта расположения станций сильных движений на территории Центральной Азии, зарегистрировавших землетрясение 13 апреля 2025 г., и максимальных амплитуд ускорений (см/с<sup>2</sup>) согласно цветовой шкале справа.

1 – эпицентр землетрясения 13.04.2025 г.; 2 – станция сильных движений; 3 – населённый пункт

На рис. 6 приведён пример обработки записи Таджикибадского землетрясения 2025 г. на станции «Душанбе» (DSH05), удалённой от эпицентра на расстояние 179 км. Максимальное ускорение было зарегистрировано на компоненте NS:  $A_{\max}=11.6 \text{ см/с}^2$ . Полученное ускорение соответствует интенсивности  $I^*=5$  баллов по шкале MSK-64 согласно соотношению между  $A_{\max}$  и  $I^*$  из [Соболев и др., 2000]. Следует отметить, что для другой станции DSH03 в Душанбе, рас-

положенной в 11 микрорайоне,  $A_{\max}=6.1 \text{ см/с}^2$  на компоненте EW, что соответствует  $I^*=4$  балла по шкале MSK-64 [Соболев и др., 2000]. Завышенная оценка интенсивности сотрясений (5 баллов) в месте расположения станции «Душанбе» (DSH05), по сравнению с результатами анкетного опроса, опубликованными на сайте CSEM [CSEM ..., 2025] (3–4 балла), вероятно, связана с неблагоприятными грунтовыми условиями установки акселерометра.

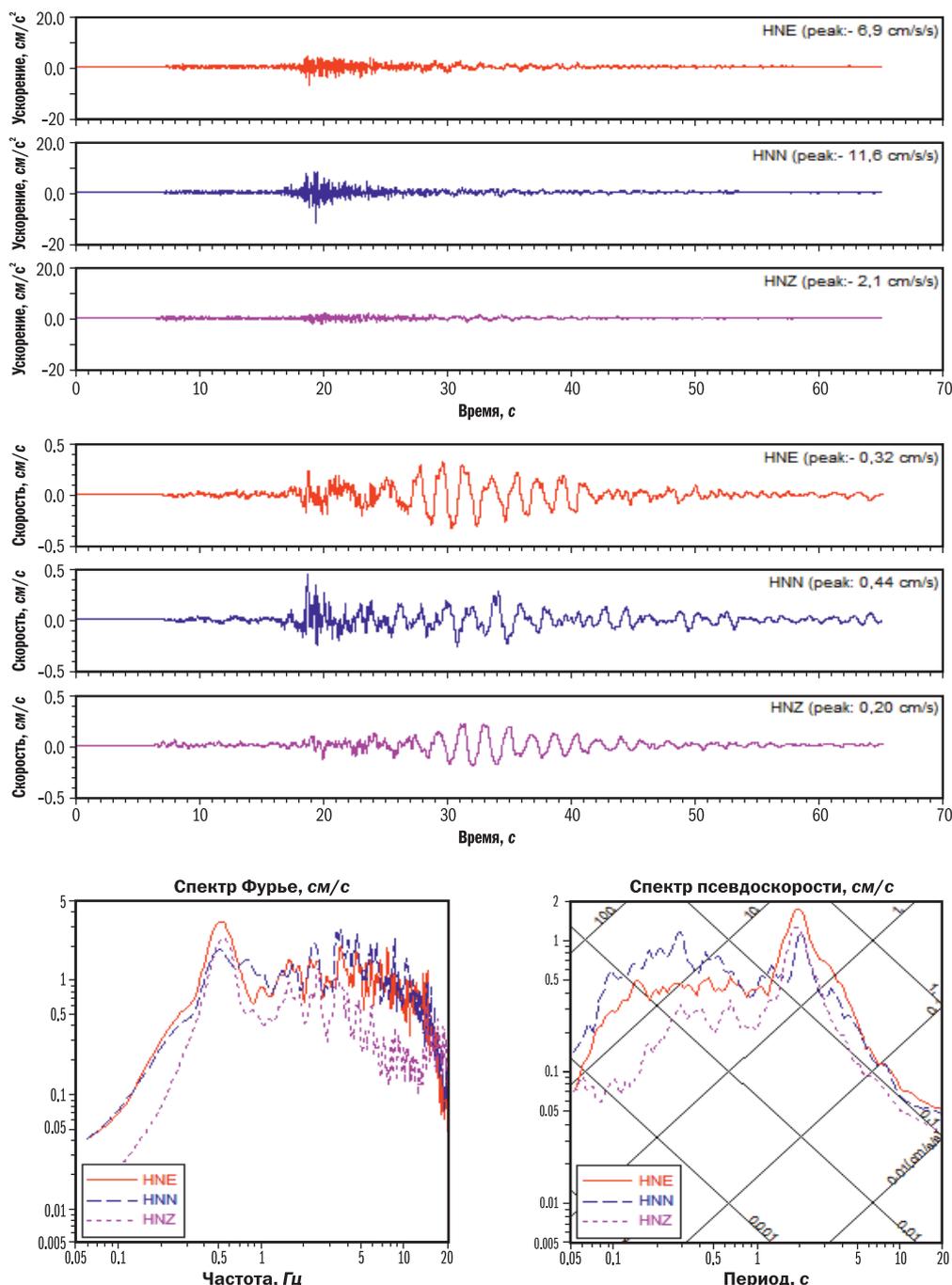
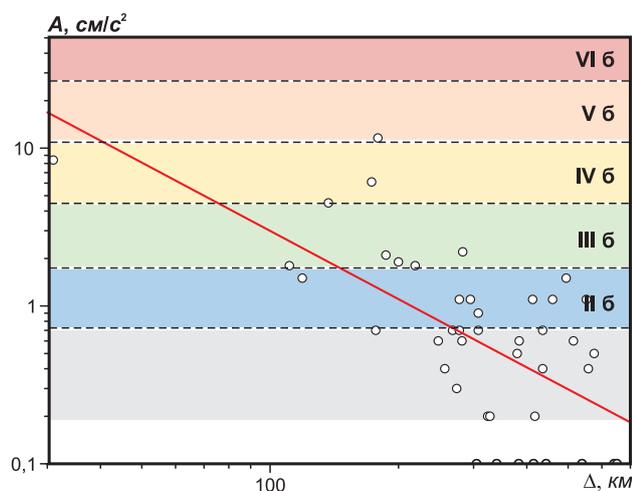


Рис. 6. Записи ускорений и скоростей и результаты обработки данных акселерометра станции «Душанбе» (DSH05). Расчёт спектра псевдоскорости по программе [Kashima, 2007]

На рис. 7 представлена зависимость максимальных амплитуд ускорений  $PGA$  (Peak ground acceleration) от эпицентрального расстояния для землетрясения 13 апреля 2025 г., разбивка на области балльности дана в соответствии с корреляционными соотношениями между параметрами колебаний грунта и макросейсмическими описаниями эффектов в пунктах размещения сейсмических станций в работе [Соболев и др., 2000]. В табл. 2 представлена интенсивность  $I$  согласно этим отношениям [Соболев и др., 2000]. Следует отметить, что максимальные значения  $PGA$  были зарегистрированы для станций, расположенных к юго-западу от эпицентра.



**Рис. 7.** Зависимость максимальных амплитуд сильных движений  $PGA$  от эпицентрального расстояния для Таджикибадского землетрясения 2025 года.

Разными цветами показаны корреляционные соотношения между параметрами колебаний грунта и макросейсмическими описаниями эффектов в пунктах размещения сейсмических станций

Значение интенсивности, рассчитанное для пос. Гарм ( $\Delta=31$  км) по  $PGA=8.4$  см/с<sup>2</sup> на станции GHARM,  $I^*=4$  балла, равно таковому в Душанбе на станции DSH03 ( $\Delta=173$  км) и меньше, чем на станции DSH05 ( $\Delta=179$  км) там же. Такое низкое значение  $PGA$  на малом расстоянии от эпицентра связано с тем, что станция установлена на скальных грунтах в штольне. Вторым фактором заниженной оценки интенсивности по данным станции GHARM может быть влияние частотного состава колебаний на разрушительный эффект. Как отмечал Ф.Ф. Аптикаев [Аптикаев, 2012], максимальный макросейсмический эффект, в зависимости от частотного состава очагового спектра и собственных частот сооружений, может создаваться не только уско-

рениями ( $PGA$ ), но и скоростью ( $PGV$ ) или мощностью сейсмической волны ( $PGA \cdot PGV$ ). Поэтому в [ГОСТ ..., 2017] для расчёта интенсивности предложены следующие формулы:

$$I_{PGA} = 2.50 \cdot \lg(PGA) + 1.89, \quad (2)$$

$$I_{PGV} = 2.13 \cdot \lg(PGV) + 4.74, \quad (3)$$

$$I_{PGA \cdot PGV} = 1.325 \cdot \lg(PGA \cdot PGV) + 2.83. \quad (4)$$

Применение их для оценки интенсивности сотрясений от Кенекесирского землетрясения 5 апреля 2017 г.,  $M_w=6.0$ , на северо-востоке Ирана [Petrova et al., 2022] показало, что интенсивности по формулам (3) и (4) наилучшим образом согласуются с интенсивностью, рассчитанной для тех же пунктов с применением регионального уравнения макросейсмического поля.

Результат применения формул (2)–(4) для станций GHARM, DSH03 и DSH05 приведён в табл. 3. Для расчёта выбирались максимальные значения  $PGA$  и  $PGV$  среди наблюдаемых на трёх компонентах записи ( $EW$ ,  $NS$  и  $Z$ ).

**Таблица 3.** Сейсмические интенсивности на станциях GHARM, DSH03 и DSH05, рассчитанные из пиковых ускорений ( $I_{PGA}$ ), скоростей ( $I_{PGV}$ ), и мощности волны  $I_{PGA \cdot PGV}$

Код станции	$\Delta$ , км	$I_{PGA}$ , балл	$I_{PGV}$ , балл	$I_{PGA \cdot PGV}$ , балл	$I_{cp}$
GHARM	31	4.2	5.2	4.4	4.6
DSH03	173	3.9	4.2	3.5	3.9
DSH05	179	4.6	4.0	3.8	4.1

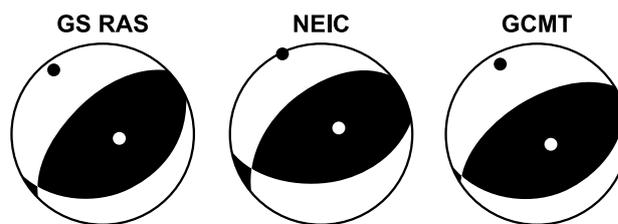
В данном случае наиболее реалистичные результаты дают пиковые амплитуды скорости.

#### Механизм очага

Механизм очага землетрясения рассчитан в ФИЦ ЕГС РАН (GS RAS) по знакам первых вступлений продольных волн на 86 станциях, из них на 43 станциях зарегистрированы волны сжатия (знаки «плюс»), на 43 – растяжения (знаки «минус»). Станции расположены в интервале эпицентральных расстояний  $2.6-91.9^\circ$  и в азимутальном створе  $AZM=11-359^\circ$ . Параметры механизма очага представлены в табл. 4, где также приведены механизмы очага по данным, полученным в Национальном центре информации о землетрясениях Геологической службы США (USGS NEIC) на основе  $W$ -фазы тензора момента ( $M_{ww}$ ) и в Ламонт-Дохертской Обсерватории Земли Колумбийского университета

США (LDEO GCMT) по методу СМТ (Centroid moment tensor). Решения по данным всех центров близки. Землетрясение возникло под действием превалирования напряжений сжатия, ориентированных на северо-запад. Одна из нодальных плоскостей ( $NP1$ ) простирается на юго-запад ( $STK=225-237^\circ$ ), другая ( $NP2$ ) – на востоко-северо-восток ( $STK=65-81^\circ$ ). Плоскость  $NP2$  залегает более полого ( $DP=32-46^\circ$ ) относительно плоскости  $NP1$  ( $DP=49-59^\circ$ ). Тип движения по плоскости  $NP1$  – взброс, по  $NP2$  – надвиг. Сейсмический момент землетрясения, полученный в ФИЦ ЕГС РАН (GS RAS) по спектру продольных волн на станции «Обнинск» ( $\Delta=27.98^\circ$ ), составляет  $M_0=8.119 \cdot 10^{17} \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $M_w=5.9$ . Сейсмический момент по данным USGS NEIC –  $M_0=7.439 \cdot 10^{17} \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $M_{ww}=5.85$ . По данным GCMT,  $M_0=9.29 \cdot 10^{17} \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $M_w=5.9$ .

На рис. 8 представлены диаграммы механизма очага в стереографической проекции на нижней полусфере по данным ФИЦ ЕГС РАН (GS RAS), NEIC и GCMT. Отметим, что обе нодальные плоскости во всех решениях параллельны Яфучскому разлому, но ближе к его ориентации плоскость  $NP2$  востоко-северо-восточного простираения.



**Рис. 8.** Диаграммы механизма очага Таджикибадского землетрясения 13 апреля 2025 г. в проекции на нижней полусфере по данным ФИЦ ЕГС РАН (GS RAS), NEIC и GCMT.

Зачернены области сжатия

### Афтершоки

Таджикабадское землетрясение 2025 г. сопровождалось мощным афтершоковым процессом. Обработка афтершоков в ГС НАНТ только началась, обрабатываются в первую очередь более сильные толчки. На момент написания данной статьи обработаны 92 афтершока в диапазоне энергетических классов  $K_p=8.6-12.4$  ( $M=2.6-4.7$ ) за период 13–20 апреля, их каталог анализируется здесь. В табл. 5 приведены параметры самых крупных афтершоков с  $K_p \geq 9.6$ . Магнитуда

**Таблица 4.** Параметры механизма очага Таджикибадского землетрясения 13 апреля 2025 г. по данным разных агентств

Агентство	Оси главных напряжений ( $^\circ$ )						Нодальные плоскости ( $^\circ$ )					
	$P$		$N$		$T$		$NP1$			$NP2$		
	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$
GS RAS	323	12	231	9	105	74	225	58	79	65	34	107
NEIC	335	2	244	16	70	73	229	49	68	81	46	113
GCMT	333	14	241	7	126	75	237	59	82	72	32	103

**Таблица 5.** Афтершоки Таджикибадского землетрясения 2025 г. с  $K_p \geq 9.6$  за 13–20 апреля 2025 г.

№	Дата, $дд.мм.гггг$	Время, $чч:мм:сс$	$\phi$ , $^\circ N$	$\lambda$ , $^\circ E$	$h$ , км	$K_p$	$M$
<b>Главный толчок</b>							
1	13.04.2025	04:23:59	38.9973	70.6762	8	14.4	5.8
<b>Афтершоки</b>							
2	13.04.2025	05:06:07	38.9472	70.6012	1	10.4	3.6
3	13.04.2025	05:07:59	38.9993	70.6053	7	9.7	3.2
4	13.04.2025	07:14:16	38.8707	70.6102	2	11.4	4.1
5	13.04.2025	14:34:26	38.9927	70.6727	9	12.4	4.7
6	13.04.2025	17:11:45	38.941	70.5555	3	10.6	3.7
7	13.04.2025	21:30:29	38.9313	70.6387	1	9.9	3.3
8	14.04.2025	00:44:55	38.9805	70.526	4	11.0	3.9
9	17.04.2025	06:33:51	38.9147	70.521	1	9.7	3.2
10	18.04.2025	14:56:39	38.9087	70.589	1	9.9	3.3
11	19.04.2025	10:22:06	38.9012	70.6877	1	10.4	3.6
12	20.04.2025	20:20:32	38.9743	70.7208	3	11.4	4.1
13	20.04.2025	20:34:32	38.9553	70.6962	1	11.2	4.0

$M$ , приведённая в каталоге наряду с энергетическим классом  $K_p$ , пересчитана по известному соотношению Т.Г. Раутиан [Раутиан, 1960]:

$$M=(K_p-4)/1.8. \quad (5)$$

Обращают на себя внимание небольшие глубины главного толчка и наиболее крупных афтершоков с  $K_p \geq 10.6$  ( $h=1-9$  км), представленных в табл. 5. Только шесть слабых толчков с  $K_p=9$  из 92 событий анализируемого каталога афтершоков имеют глубины больше 9 км ( $h=11-18$  км).

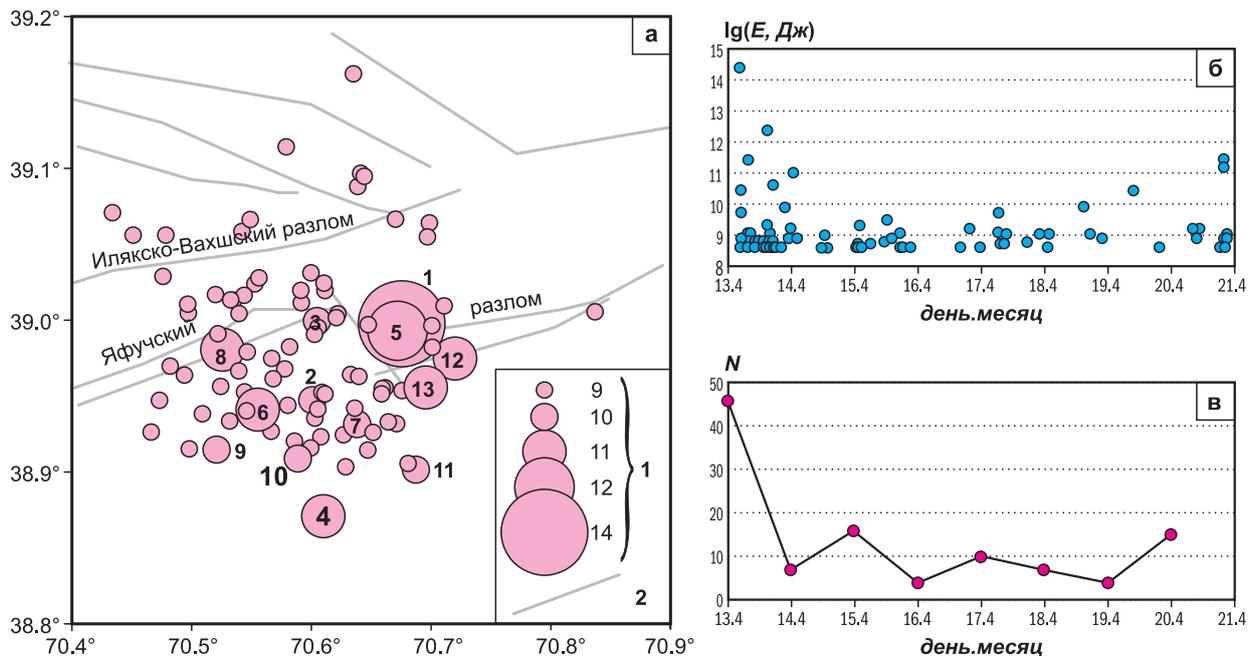
На рис. 9а представлена карта эпицентров главного толчка и афтершоков Таджикабадского землетрясения 2025 г. за 13–20 апреля. Главный толчок приурочен к месту пересечения Яфучского разлома с поперечным разломом северо-западного простирания, а большинство афтершоков локализованы западнее этого поперечного разлома. На рис. 9б, в, демонстрирующих затухание энергии и суточного числа афтершоков, наблюдается всплеск этих параметров 20 апреля, свидетельствующий, что афтершоковый процесс ещё не завершился.

### Макросейсмические данные

Последствия Таджикабадского землетрясения 2025 г. обследовали сотрудники КЧС,

ИГССС НАНТ и других организаций Таджикистана, однако результаты полевых обследований и оценки макросейсмического эффекта пока не опубликованы. Поэтому в данной статье приводятся предварительные макросейсмические данные, полученные с сайтов международных сейсмологических центров, а также наши оценки интенсивности сотрясений по описаниям разрушений в СМИ или с помощью инструментальных данных.

По сообщениям КЧС Таджикистана и в СМИ [Землетрясение в Таджикистане ..., 2025; В результате землетрясения ..., 2025; В Таджикистане подсчитали ..., 2025; КЧС: предварительно ..., 2025; Срочная помощь ..., 2025], наибольшие разрушения в результате землетрясения произошли в сёлах Уштурпаст, Сафедтундак, Гулхани, Кул, Аскалон Раштского района и в сёлах Кул, Бустон, им. Анвара Каландарова (Анваробод), Саричашма и Ганишоб Таджикабадского района. В результате землетрясения больше половины жилых домов двух районов повреждены, часть получила незначительные повреждения [Срочная помощь ..., 2025]. На сайтах КЧС Таджикистана, в СМИ и соцсетях опубликовано множество фотографий разрушений (рис. 10).



**Рис. 9.** Главный толчок и афтершоки Таджикабадского землетрясения 2025 г. с  $K_p \geq 8.6$  за период 13–20 апреля 2025 г.: а – карта эпицентров; б – выделение сейсмической энергии в зависимости от времени; в – распределение числа афтершоков по суточным интервалам.

1 – энергетический класс; 2 – разлом согласно [Беккер и др., 1974]. Номер соответствует номеру землетрясения в табл. 5



**Рис. 10.** Последствия Таджикабадского землетрясения 13 апреля 2025 г. в Раштском районе Таджикистана. Фото КЧС Таджикистана [КЧС: *предварительно ...*, 2025]

Оценим интенсивность сотрясений в указанных населённых пунктах. Судя по фотографиям разрушений и их описаниям в СМИ, большинство разрушенных построек были глинобитные. Это подтверждается описанием результатов обследования последствий предыдущих Таджикабадских землетрясений 2020 и 2021 г. [Джураев, 2024; 2025], максимально проявившихся в тех же населённых пунктах. Так, отмечается, что основными причинами большого ущерба, причинённого этими землетрясениями в сёлах Куликалон, Бустон, Саричашма, Себистон, Ганишоб и ближайших к ним населённым пунктам, является то, что многие глинобитные дома не имеют фундамента, построены ещё в 1960–1970-х гг. и пострадали от сильных землетрясений предыдущих лет. Согласно шкале сейсмической интенсивности ШСИ-17 [ГОСТ ..., 2017], глинобитные дома относятся в категории «Здания и сооружения» к классу сейсмостойкости С6. При наблюдаемых степенях повреждения сооружений в сёлах Уштурпаст, Сафедтундак, Гулхани, Кул и Аскалон Раштского района и в сёлах Кул, Бустон, им. Анвара Каландарова (Анваробод), Саричашма и Ганишоб от  $d=4$  (значительные повреждения) до  $d=5$  (полное обрушение), сейсмическая интенсивность, согласно

таблице Д.1 ШСИ-17, — около 8 баллов. С учётом снижающих поправок за плохое качество строительства ( $-0.4$ ), физический износ здания за первые 50 лет ( $-0.2$ ), перенесённым зданием землетрясения проектной интенсивности, в данном случае учтём два Таджикабадских 2020 и 2021 гг. ( $-0.5$ ), получаем предварительную оценку интенсивности в указанных пунктах  $I_i \approx 7$  баллов. Позже эта оценка может быть уточнена по результатам полевых обследований.

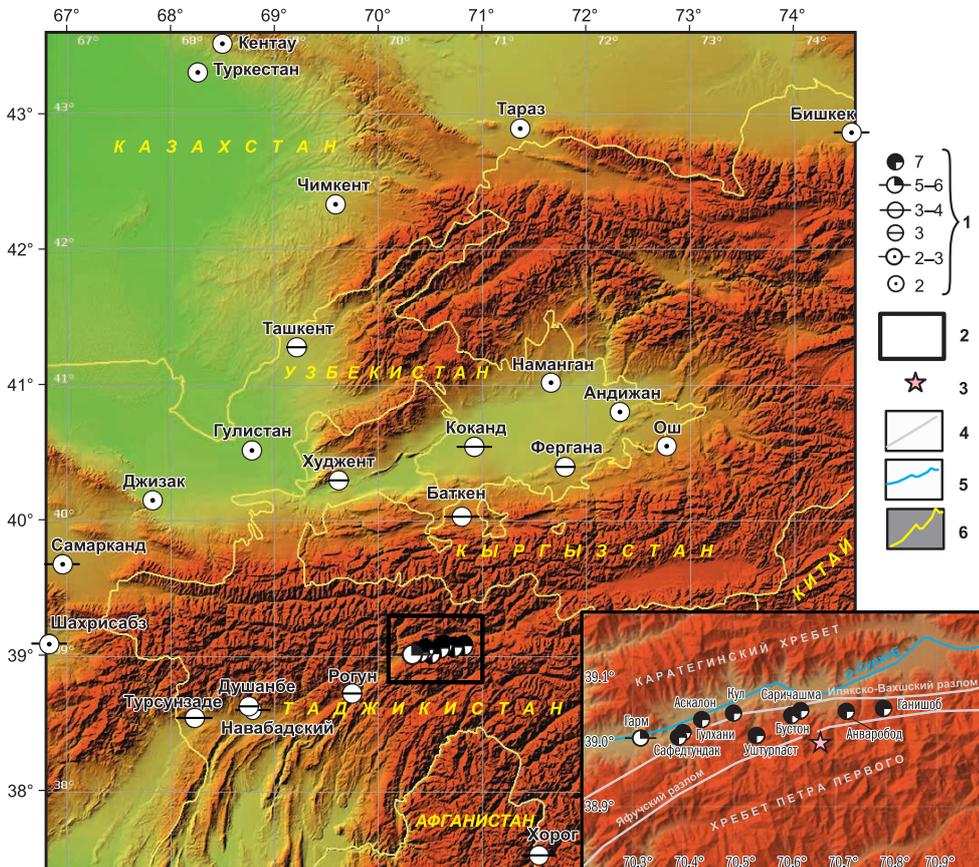
Оценки макросейсмического эффекта в большинстве более удалённых от эпицентра населённых пунктов получены с сайтов CSEM [CSEM ..., 2025] и USGS [Search ..., 2025], где приводятся осреднённые результаты интернет-анкет. Часто оценки для одного и того же пункта на этих сайтах существенно расходятся. Так, для пгт Гарм на сайте CSEM указана интенсивность 4 балла по шкале EMS-98 [Grünthal, 1998], а на сайте USGS [Search ..., 2025] — 7 баллов по шкале MMI [The Modified ..., 2025]. Поскольку обе эти шкалы близки как между собой, так и к шкалам MSK-64 [Медведев и др., 1965] и ШСИ-17 [ГОСТ ..., 2017], в данной статье сведения об интенсивности из разных источников анализируются совместно. Для Гарма используем осреднённую оценку  $I_i=5-6$  баллов. Подобным образом

обрабатывались и оценки макросейсмического эффекта для других населённых пунктов. В случае сомнений привлекались оценки в СМИ и данные об инструментальной интенсивности

из табл. 2. Полученные «пункты-баллы» для Таджикибадского землетрясения 2025 г. приведены в табл. 6 и на карте (рис. 11).

**Таблица 6.** Макросейсмические сведения о Таджикибадском землетрясении 13 апреля 2025 года

№	Пункт	φ, °N	λ, °E	Δ, км	№	Пункт	φ, °N	λ, °E	Δ, км
<b>7 баллов</b>					<b>3 балла</b>				
1	Анваробод	39.046	70.722	7	15	Рогун	38.697	69.748	87
2	Саричашма	39.047	70.631	7	16	Худжент	40.280	69.620	169
3	Бустон	39.041	70.614	7	17	Навабадский	38.594	68.758	172
4	Уштурпаст	39.008	70.545	11	18	Фергана	40.380	71.800	181
5	Ганишоб	39.052	70.794	12	19	Ош	40.530	72.780	248
6	Кул	39.010	70.458	19	20	Ташкент	41.267	69.217	281
7	Аскалон	39.033	70.435	21	<b>2–3 балла</b>				
8	Гулхани	39.013	70.397	24	21	Самарканд	39.660	66.950	329
9	Сафедтундак	39.008	70.391	25	22	Шахрисабз	39.064	66.830	332
<b>5–6 баллов</b>					23	Бишкек	42.867	74.567	540
10	Гарм	39.006	70.315	31	<b>2 балла</b>				
<b>3–4 балла</b>					24	Гулистан	40.496	68.778	233
11	Душанбе	38.568	68.794	170	25	Наманган	41.000	71.670	238
12	Коканд	40.530	70.930	172	26	Андижан	40.784	72.335	244
13	Хорог	37.492	71.558	184	27	Джизак	40.132	67.831	275
14	Турсунзаде	38.512	68.224	219	28	Чимкент	42.320	69.600	380
					29	Тараз	42.883	71.367	436
					30	Туркестан	43.300	68.260	519
					31	Кентау	43.517	68.508	534



**Рис. 11.** Карта макросейсмических проявлений Таджикибадского землетрясения 2025 г. на территории Центральной Азии.

- 1 – интенсивность в баллах;
- 2 – границы врезки;
- 3 – инструментальный эпицентр;
- 4 – разлом;
- 5 – река;
- 6 – государственная граница

Данных «пунктов-баллов» пока недостаточно для аппроксимации их изосейстами, но обращает на себя внимание вытянутая вдоль Илякско-Вахшского и Яфучского разломов на 35 км полоса населённых пунктов, где наблюдались наибольшие разрушения ( $I_i=7$  баллов). Вероятно, и 7-балльная изосейста также должна быть вытянута в субширотном направлении, определяя ориентацию разрыва. К сожалению, сведений из населённых пунктов южнее эпицентра нет, т.к. область пригребневой части и южного склона хр. Петра Первого мало населена.

### Тектоническая позиция очага и сейсмичность Гарм-Таджикабадского района

Таджикабадское землетрясение 2025 г. произошло на территории Таджикабадского района Таджикистана, вблизи его западной границы с Гармским районом (рис. 1), и с наибольшей интенсивностью проявилось в населённых пунктах этих районов. Большая часть показанной на рис. 12 территории представляет собой высокогорную, сильно расчленённую область, где крупные горные хребты сменяются низкогорьями и предгорными равнинами. Район включает два крупнейших структурных элемента

рельефа: Юго-Западный Тянь-Шань (Каратегинский хребет) и северную часть Таджикской депрессии (хребет Петра Первого), граница между которыми проходит по р. Сурхоб. Эпицентр Таджикабадского землетрясения 2025 г. приурочен к северному склону хр. Петра Первого, сформированного в северной части Таджикской депрессии в результате дифференцированных движений поднятия, опускания, накопления третичных и четвертичных отложений и складкообразования, начавшихся на территории депрессии в конце палеогена и продолжающихся в настоящее время.

Самым крупным разломом на рассматриваемой территории является Илякско-Вахшский глубинный разлом, простирающийся вдоль левого берега р. Сурхоб и ориентированный в востоко–северо-восточном направлении в месте очага землетрясения 13 апреля 2025 года. Поверхность разлома падает в юго-восточном направлении, тип движений – надвиг. В пригребневой части хр. Петра Первого, на северном склоне, параллельно Илякско-Вахшскому разлому проходит более молодой Яфучский разлом взбросового типа, имеющий также юго-восточное падение, но под более крутыми углами, чем Илякско-Вахшский разлом ( $60-80^\circ$ ) (рис. 12).

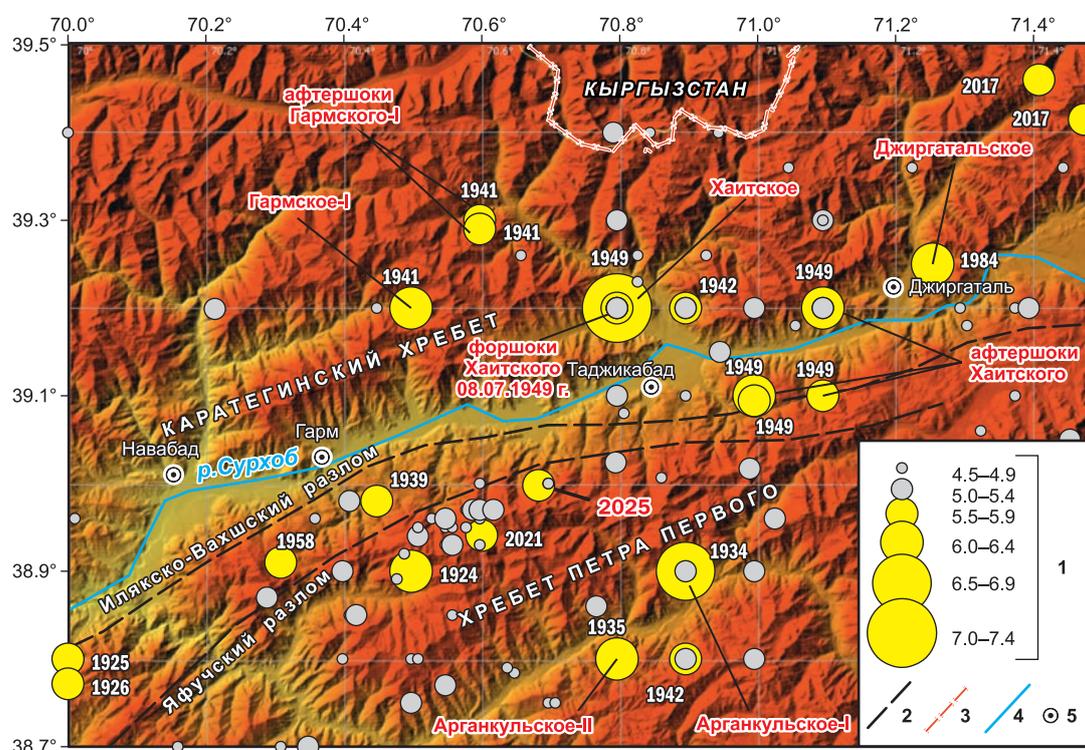


Рис. 12. Землетрясения Гарм-Таджикабадского района с  $M \geq 4.5$  с 1895 г. по настоящее время.

1 – магнитуда; 2 – разлом; 3 – государственная граница; 4 – река; 5 – город

В связи с большой и сильно дифференцированной подвижностью территории, разрезанной крупными и более мелкими разрывами, исследуемый район является одним из самых высокосейсмичных в Таджикистане. Гипоцентры землетрясений расположены преимущественно в полосе, вытянутой с юго-запада на северо-восток вдоль границы раздела между Южным Тянь-Шанем и Таджикской депрессией (рис. 12), и локализованы в земной коре, большинство — на глубинах до 10 км (табл. 7).

В табл. 7 приведены основные параметры самых крупных и разрушительных землетрясений с магнитудой  $M \geq 5.5$  Гарм-Таджикабадского района, произошедших с 1895 г. по настоящее время. В качестве  $M$  в таблице использовалась магнитуда по поверхностным волнам  $MS$ , а при её отсутствии —  $M$ , рассчитанная из энергетического класса по формуле (5). Магнитуды землетрясений из [Новый каталог ..., 1977] близки к  $MS$  ( $MLH$ ). В виде исключения в табл. 7 включено землетрясение 1895 г. с  $M < 5.5$ , известное своей разрушительной силой и интенсивностью в эпицентре  $I_0 = 8$  баллов.

Самым разрушительным событием в районе было Хаитское землетрясение 10 июля 1949 г. с  $M = 7.4$  и с интенсивностью в эпицентре до 10 баллов (табл. 7). Его очаг располагался на глубине 16 км. Подземные толчки ощущались на этой территории двумя днями ранее, например, форшок 8 июля 1949 г. с  $I_0 = 7$  баллов (табл. 7, рис. 12), после чего прошли ливни. Как следствие, рыхлая почва на склонах гор пропиталась водой, что вместе с основным толчком 10 июля 1949 г. с  $M = 7.4$  спровоцировало оползень и привело к трагическим последствиям. Сошедшие после землетрясения оползни накрыли располагавшийся у подножия горы город Хаит и ещё более 30 населённых пунктов, заживо похоронив около 30 тыс. человек. Землетрясение сопровождалось множеством афтершоков, самые крупные из которых ощущались с интенсивностью до 8 баллов (табл. 7, рис. 12).

Второе по магнитуде и интенсивности в эпицентре — Гармское-I землетрясение 20 апреля 1941 г. с  $M = 6.4$ ,  $I_0 = 9$  баллов. Землетрясение сопровождалось образованием трещин на поверхности земли, камнепадами и оползнями. Вблизи

**Таблица 7.** Исторические и современные землетрясения Гарм-Таджикабадского района с  $M \geq 5.5$

Дата время, дд.мм.гггг чч:мм	$\varphi$ , °N	$\lambda$ , °E	$h$ , км	$M$ , $MS$	Название землетрясения	$I_0$ , балл	Ссылка
13.11.1895 14:30	38.98	70.41	5	5.1	Каратегинское-I	8	
16.09.1924 02:36	38.9	70.50	20	6.4			[Новый каталог ..., 1977]
02.01.1925 23:15	38.8	70.00	10	5.6			[Новый каталог ..., 1977]
30.06.1926 22:51	38.8	70.00	10	5.7			[Новый каталог ..., 1977]
31.08.1934 14:57	38.9	70.90	8	6.5	Арганкульское-I	8–9	[Новый каталог ..., 1977]
08.10.1935 09:19	38.8	70.80	8	6.1	Арганкульское-II	8–9	[Новый каталог ..., 1977]
30.05.1939 10:07	38.98	70.45	6	5.8	Каратегинское-II	8–9	[Новый каталог ..., 1977]
20.04.1941 17:38	39.2	70.50	8	6.4	Гармское-I	9	[Новый каталог ..., 1977]
26.04.1941 23:10	39.3	70.60	10	5.5	Афтершок Гармского-I	7–8	[Новый каталог ..., 1977]
06.05.1941 16:55	39.3	70.60	10	5.6	Афтершок Гармского-I	7–8	[Новый каталог ..., 1977]
28.02.1942 04:54	39.2	70.90	10	5.5			[Новый каталог ..., 1977]
28.05.1942 15:20	38.8	70.90	10	5.6			[Новый каталог ..., 1977]
08.07.1949 08:02	39.2	70.80	18	5.6	Форшок Хаитского	7	[Новый каталог ..., 1977]
10.07.1949 03:53	39.2	70.80	16	7.4	Хаитское	9–10	[Новый каталог ..., 1977]
10.07.1949 15:19	39.1	71.00	10	5.8	Афтершок Хаитского	8	[Новый каталог ..., 1977]
10.07.1949 15:49	39.2	71.10	19	6.2	Афтершок Хаитского	8	[Новый каталог ..., 1977]
10.07.1949 16:24	39.1	71.00	14	6.2	Афтершок Хаитского	8	[Новый каталог ..., 1977]
19.07.1949 17:42	39.1	71.10	10	5.8	Афтершок Хаитского		[Новый каталог ..., 1977]
07.01.1958 06:05	38.91	70.31	10	5.5	Каратегинское-III	8	[Новый каталог ..., 1977]
26.02.1983 20:07	38.94	70.51	6	5.5	Газорчашминское	7	[Джураев, 2013]
26.10.1984 20:22	39.25	71.26	15	6.3	Джиргатальское	8?	[Барина и др., 1987]
03.05.2017 04:46	39.45	71.40	10	5.9	Карамыкское-I	7	[Джураев, 20226]
05.05.2017 05:09	39.40	71.50	13	5.8	Карамыкское-II		[Джураев, 20226]
10.07.2021 02:14	38.94	70.60	13	5.8	Таджикабадское	7–8	[Джураев, 2025]
13.04.2025 04:24	38.92	70.72	18	5.9	Таджикабадское	8	наст. статья

эпицентра было разрушено до основания 12 кишлаков. Наиболее пострадали, как и при Хаитском землетрясении, селения на правом берегу р. Сурхоб. После главного толчка в течение 1941 г. было отмечено много повторных толчков, интенсивность в эпицентре которых достигала 7–8 баллов (табл. 7, рис. 12).

Таким образом, Таджикибадское землетрясение 2025 г. является рядовым событием в сейсмической истории Гарм-Таджикабадского района. Кроме него, на показанной на рис. 12 территории ещё 11 сейсмических событий из табл. 7 имели равную или большую интенсивность в эпицентре. Однако обращает на себя внимание активизация сейсмичности в зоне Яфучского разлома, который за последние 10 лет минимум четыре раза прорабатывался сейсмическими подвижками с интенсивностью выше проектной интенсивности 6 баллов, и гораздо чаще – более слабыми, что должно было повлиять на сейсмостойкость сооружений в ближайших к этому разлому населённых пунктах.

### Обсуждение результатов и заключение

Таджикабадское землетрясение 13 апреля 2025 г. произошло в высокосейсмичном районе Таджикистана, известном разрушительными землетрясениями с интенсивностью в эпицентре до 9–10 баллов. По магнитуде и макросейсмическим проявлениям оно является рядовым событием этого района: в радиусе 60 км от него известно минимум 12 землетрясений с близкой или большей магнитудой ( $M \geq 5.8$ ) и примерно столько же – с равной или большей интенсивностью в эпицентре ( $I_0 \geq 8$  баллов) (табл. 7). Однако непосредственно в зоне Яфучского разлома, к которому приурочено землетрясение, это самое крупное событие за последние 100 лет, после события 16 сентября 1924 г. с  $M=6.4$ . А если учесть четыре землетрясения с интенсивностью от  $I_0=6-7$  до  $I_0=8$  за последние 10 лет (Газорчашминское 1 июля 2016 г. с  $I_0=6-7$  баллов [Джураев, 2022а], Таджикибадское 4 июля 2020 г. с  $I_0=7$  баллов [Джураев, 2024], Таджикибадское 10 июля 2021 г. с  $I_0=7-8$  баллов [Джураев, 2025] и Таджикибадское 2025 г. с  $I_0=8$  баллов), произошедшие в зоне этого разлома, можно сделать заключение об активизации движений по Яфучскому разлому. Также следует обратить внимание на подверженность одних и тех же населённых пунктов вблизи очага Таджикибадского землетрясения 2025 г. воздействию вышеуказанных землетрясений, интенсивность в эпицентрах которых превышала проектную интенсивность

6 баллов, что могло повлиять на сейсмостойкость сооружений в этих населённых пунктах и должно учитываться при оценке сейсмического риска.

По инструментальным данным сделана довольно уверенная оценка интенсивности в эпицентре Таджикибадского землетрясения 2025 г., т.к. значения магнитуд  $MS$ ,  $M_w$  и глубины по данным разных сейсмологических центров близки (табл. 1). При использовании коэффициентов в уравнении макросейсмического поля для Таджикской депрессии, магнитуды  $MS_{GS\ RAS}=5.9$  и средней глубины по данным разных агентств  $h=10$  км, получена интенсивность в эпицентре  $I_0=8$  баллов.

Инструментальные данные о расположении афтершоков за 13–20 апреля получены в оперативном режиме и не позволяют пока по вытянутости облака афтершоков судить об ориентации разрыва в очаге главного толчка – разброс эпицентров афтершоков довольно велик.

Из всех инструментальных данных для ответа на вопрос об ориентации разрыва наиболее полезны параметры механизма очага, полученные в ФИЦ ЕГС РАН (GS RAS), Геологической службе США (NEIC) и в Ламонт-Дохертской обсерватории Колумбийского университета США (GCMT), приведённые в табл. 4 и на рис. 9. Все решения дают ориентацию обеих нодальных плоскостей, параллельную Яфучскому разлому, однако нодальная плоскость  $NP2$  востоко–северо-восточного простирания предпочтительнее, т.к. падает, как и Яфучский разлом, на юго-восток. Тип подвижки в очаге (надвиг) также соответствует типу движений по Илякско-Вахшскому и Яфучскому разломам. Макросейсмические данные, а именно вытянутость полосы населённых пунктов с максимальными проявлениями и разрушениями в субширотном направлении, подтверждают вывод, что подвижка произошла по Яфучскому разлому.

Сведения о макросейсмических проявлениях Таджикибадского землетрясения 2025 г. собраны из 31 населённого пункта Таджикистана и стран Центральной Азии, расположенных на эпицентральных расстояниях 7–534 км. Интенсивность проявлений Таджикибадского землетрясения 2025 г. в наиболее пострадавших от землетрясения населённых пунктах оценена нами в 7 баллов, исходя из описания разрушений и фотографий в СМИ, соотнесённых с описанием повреждений для разных категорий-сенсоров в ШСИ-17 [ЛОСТ..., 2017]. Это предварительная оценка, которая может быть уточнена после публикации результатов полевых обследований. Для остальных

пунктов оценки интенсивности сотрясений взяты из различных источников: сайты USGS и CSEM, СМИ, инструментальная интенсивность, исходя из амплитуд скоростей и ускорений на записях приборов сильных движений станций Центральной Азии. При этом давалась комплексная экспертная оценка с учётом условий установки приборов сильных движений.

Для большинства станций инструментальные оценки балльности, полученные для 44 пунктов регистрации сильных движений, ниже наблюдаемых, т.к. приборы установлены на выходах коренных пород и в штольнях. Исключение составляют записи в Душанбе, где грунтовые условия установки приборов менее благоприятные.

### Литература

- Антикаев Ф.Ф. Инструментальная шкала сейсмической интенсивности. — М.: Наука и образование, 2012. — 176 с.
- Бабаев А.М., Ишук А.Р., Негматуллаев С.Х. Сейсмические условия территории Таджикистана. — Душанбе: ТИССС, 2008. — 96 с.
- Баринова А.Я., Шварц А.В., Пальцева Н.Д., Улубиева Т.Р., Ильясов Б.И., Шукурова Р., Абдукадыров А.А., Михайлова Н.Н., Колесникова Р.М., Досымов А., Иодко В.К., Краснова А.Ф. Землетрясения Средней Азии и Казахстана // Землетрясения в СССР в 1984 году. — М.: Наука, 1987. — С. 51–66.
- Беккер Я.А., Кошлаков Г.В., Кузнецов Е.С. Глубинное строение Юго-Западного Таджикистана по геолого-геофизическим данным // Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах. — М.: Наука, 1974. — С. 16–24.
- В результате землетрясения в Таджикистане разрушены более 90 домов // ASIA-Plus Tajikistan [сайт]. — URL: <https://asiaplustj.info/en/node/347763> (дата обращения 03.05.2025).
- В Таджикистане подсчитали количество разрушенных домов и объектов // Sputnik Tajikistan [сайт]. — URL: <https://tj.sputniknews.ru/20250414/tajikistan-kolichestvo-razrusheny-doma-obekty-1066970195.html> (дата обращения 03.05.2025).
- ГОСТ Р 57546–2017. Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности. — Введ. 2017-07-19. — М.: Стандартинформ, 2017. — 28 с. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146265>
- Джураев Р.У. Газорчашминское землетрясение 1 июля 2016 г. с  $K_p=12.5$ ,  $M_w=5.0$ ,  $I_0=6-7$  (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии. — 2022а. — Вып. 25 (2016–2017 гг.). — С. 277–284. — DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.25. — EDN: GOMUII
- Джураев Р.У. Карамыкское землетрясение 3 мая 2017 года с  $K_p=14.2$ ,  $M_s=6.7$ ,  $I_0=7$  (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии. — 2022б. — Вып. 25 (2016–2017 гг.). — С. 338–347. — DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.31. — EDN: MJVFEN
- Джураев Р.У. Макросейсмическое проявление сильных землетрясений в районе строительства Рогунской ГЭС. — Душанбе: ООО Мир Полиграфии, 2013. — 111 с.
- Джураев Р.У. Таджикибадское землетрясение 10 июля 2021 г. с  $M_s=5.8$ ,  $I_0=7-8$  (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии. — 2025. — Вып. 28 (2021). — DOI: 10.35540/1818-6254.2025.28.26 (в печати).
- Джураев Р.У. Таджикибадское землетрясение 4 июля 2020 г. с  $M_s=5.2$ ,  $I_0=7$  баллов (Таджикистан) // Землетрясения Северной Евразии. — 2024. — Вып. 27 (2020). — С. 313–322. — DOI: 10.35540/1818-6254.2024.27.28. — EDN: UMJKTA
- Землетрясение в Таджикистане унесло жизнь трёхлетнего ребёнка // ASIA-Plus Tajikistan [сайт]. — URL: <https://asiaplustj.info/en/node/347761/> (дата обращения 03.05.2025).
- Информационное сообщение о сильном землетрясении в Таджикистане 13 апреля 2025 г. // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. — URL: <http://mseism.gsras.ru/EqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=281> (даты обращения 21.04.2025, 07.05.2025).
- Коньков А.А. Определение коэффициентов макросейсмического поля Таджикской депрессии // Сильные землетрясения Средней Азии и Казахстана. Т. 2–4. — Душанбе: Дониш, 1975. — С. 70–72.
- КЧС: предварительно в результате землетрясения в двух районах страны полностью пострадали 94 жилых дома // КЧС Таджикистана [сайт]. — URL: <https://www.kchs.tj/node/4006> (дата обращения 03.05.2025).
- Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. — М.: МГК АН СССР, 1965. — 11 с.
- Негматуллаев С.Х. Современная цифровая сеть сейсмического мониторинга Таджикистана // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. — Обнинск: ГС РАН, 2012. — С. 125–131. — EDN: UBTMGL
- Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времён до 1975 г. / Отв. ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. — М.: Наука, 1977. — 536 с.
- Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). — М.: ИФЗ АН СССР, 1960. — С. 75–114.
- Соболев Г.А., Аносов Г.И., Антикаев Ф.Ф., Арефьев С.С., Бесстрашнов В.М. и др. Природные опасности России. В 6 томах. Т. 2. Сейсмические опасности / Под ред. Г.А. Соболева. — М.: Издательская фирма «КРУК», 2000. — 296 с. — EDN: VDJOMZ

- Срочная помощь от правительства. Как Таджикистан восстанавливается после землетрясения?* // МИР 24 [сайт]. – URL: <https://mir24.tv/news/16631042/srochnaya-pomosh-ot-pravitelstva.-kak-tadzhikistan-vosstanavlivaetsya-posle-zemletryaseniya> (дата обращения 05.05.2025).
- CSEM EMSC. Earthquake. Latest data contributions [Site]. – URL: [https://www.emsc-csem.org/Earthquake\\_information/earthquake.php?id=1794211](https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/earthquake.php?id=1794211) (даты обращений 21.04.2025, 07.05.2025).
- Geophysical Survey of the National Academy of sciences of Tajikistan. Tajikistan National Seismic Network* // International Federation of Digital Seismograph Networks [Site]. – DOI: 10.7914/SN/TJ (дата обращения 05.05.2025).
- Global CMT Catalog Search* // Global CMT Web Page [Site]. – URL: <http://www.globalcmt.org>. – Lamont-Doherty Earth Observatory (LDEO) of Columbia University, Columbia, SC, USA, 2025. (Дата обращения 05.05.2025).
- Global Seismograph Network - IRIS/IDA* // International Federation of Digital Seismograph Networks [Site]. – DOI: 10.7914/SN/II (дата обращения 05.05.2025).
- Grünthal G.* (Ed.). European Macroseismic Scale 1998: EMS-98. – Luxembourg: ESC, 1998. – 101 p. – URL: [https://www.francesesisme.fr/EMS98\\_Original\\_english.pdf](https://www.francesesisme.fr/EMS98_Original_english.pdf)
- Institute of Geology, Earthquake Engineering and Seismology of the NAST. Tajikistan National Seismic Network* // International Federation of Digital Seismograph Networks [Site]. – DOI: 10.7914/c44e-zh63 (дата обращения 05.05.2025).
- International Seismological Centre (ISC). On-line Bulletin* [Site]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>. – United Kingdom, Thatcham: Internat. Seismol. Centre, 2025. – DOI: 10.31905/D808B830
- Kashima T.* ViewWave // IISEE [Site]. – URL: <https://iisee.kenken.go.jp/staff/kashima/viewwave.html> (Updated on Feb. 23, 2007).
- Kyrgyz Institute of Seismology. Kyrgyz Digital Network* // International Federation of Digital Seismograph Networks [Site]. – DOI: 10.7914/SN/KR (дата обращения 05.05.2025).
- Lauterjung J., Pittore M., Bindi D., Boxberger T., Fleming K., Haas M., Moldobekov B., Orunbaev S., Parolai S., Petrovic B., Pilz M., Stankiewicz J., Zubovich A.* ACROSS Strong Motion Network in Central Asia // GFZ Data Services. Dataset/Seismic Network [Site]. – 2018. – DOI: 10.14470/NQ293785
- Petrova N.V., Bezmenova L.V., Kurova A.D.* Earthquake of April 5, 2017,  $M_w=6.0$ , in Northeast Iran: Focal parameters, aftershock series, and macroseismic manifestations // Seismic Instruments. – 2022. – V. 58, N S1. – P. S1–S13. – DOI: 10.3103/s0747923922070088. – EDN: UFOUUD
- Search Earthquake Catalog* // USGS [Site]. – URL: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/> (дата обращения 03.05.2025).
- Seismic network of the Seismological Experience and Methodology Expedition CS MES RK* // International Federation of Digital Seismograph Networks [Site]. – DOI: 10.7914/SN/QZ (дата обращения 05.05.2025).
- The Modified Mercalli Intensity Scale* // USGS. Earthquake Hazards Program [Site]. – URL: <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/modified-mercalli-intensity-scale> (дата обращения 07.05.2025).

### Сведения об авторах

**Петрова Наталия Владимировна**, канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр. Федерального государственного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН), г. Обнинск, Россия. ORCID: 0000-0002-2052-1327. E-mail: npetrova@gsras.ru

**Рыжикова Мария Игоревна**, зам. зав. отделом ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия. E-mail: masha@gsras.ru

**Соколова Инна Николаевна**, зав. лаб. ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия. E-mail: sokolova.inessa@mail.ru

**Улубиева Татьяна Ростиславна**, ст. науч. сотр. Геофизической службы при Национальной академии наук Таджикистана (ГС НАНТ), г. Душанбе, Республика Таджикистан. E-mail: tanya\_55\_08@mail.ru

## Earthquake on April 13, 2025 with MS=5.9, $I_0=8$ in Tajikistan: urgent and updated data

© 2025 N.V. Petrova<sup>1</sup>, M.I. Ryzhikova<sup>1</sup>, I.N. Sokolova<sup>1</sup>, T.R. Ulubieva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GS RAS, Obninsk, Russia; <sup>2</sup>GS NAST, Dushanbe, Tajikistan

Received May 17, 2025

**Abstract** Instrumental and macroseismic data on the Tajikabad earthquake of April 13, 2025 with MS=Mw=5.9, which occurred in the northeast of the Tajik depression, are analyzed. In a number of settlements in the Surkhob River valley, at distances of 7–25 km from the epicenter, the earthquake caused destructive consequences corresponding to 7-point intensity by the SHSI-17 scale (Russian seismic intensity scale, State Standard 57546-2017). The intensity at the epicenter, calculated using the macroseismic field equation with coefficients for the Tajik depression, was  $I_0=8$ . The earthquake was recorded by nine stationary seismic stations of the Geophysical Service of the National Academy of Sciences of Tajikistan and hundreds stations of various international seismological centers around the world. The earthquake epicenter was found to be confined to the northeastern-trending Yafuch fault, with the orientation and dip of which one of the nodal planes of the focal mechanism coincides. Records of strong ground movements at 44 seismic stations in Central Asia were analyzed. The instrumental intensity at 44 strong motion recording points in Tajikistan and neighboring countries was estimated based on acceleration amplitudes, and in most cases it turned out to be lower than the observed intensity. This may be due to the installation of sensors at bedrock outcrops, which corresponds to category I soils, as opposed to category II and III soils in populated areas. The earthquake was accompanied by an intensive aftershock process: within the week since the main shock, 92 aftershocks with M=2.6–4.7 and many weaker ones were registered and processed. The largest aftershocks were noticeable.

**Keywords** Hypocenter, magnitude, earthquake intensity, point, focal mechanism, macroseismic effect.

**For citation** Petrova, N.V., Ryzhikova, M.I., Sokolova, I.N., & Ulubieva, T.R. (2025). [Earthquake on April 13, 2025 with MS=5.9,  $I_0=8$  in Tajikistan: urgent and updated data]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(2), 57-78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2025.2.05>. EDN: SDZBQC

### References

- Aptikaev, F.F. (2012). *Instrumental'naya shkala seismicheskoi intensivnosti* [Instrumental Scale of Seismic Intensity], Moscow, Russia: Nauka i Obrazovanie Publ., 176 p. (In Russ.).
- Babaev, A.M., Ishchuk, A.R., & Negmatullaev, S.Kh. (2008). *Seismicheskie usloviia territorii Tadzhikistana* [Seismic conditions of the territory of Tajikistan]. Dushanbe, Tajikistan: TISSS Publ. 96 p. (In Russ.).
- Barinova, A.Ya., Shvarts, A.V., Paltseva, N.D., Ulubieva, T.R., Ilyasov, B.I., Shukurova, R., Abdukadyrov, A.A., Mikhailova, N.N., Kolesnikova, R.M., Dosymov, A., Iodko, V.K., & Krasnova, A.F. (1987). [Earthquakes of Central Asia and Kazakhstan]. In *Zemletriaseniia v SSSR v 1984 godu* [Earthquakes in the USSR in 1984] (pp. 51-66). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
- Becker, Ya.A., Koshlakov, G.V., & Kuznetsov E.S. (1974). [Deep structure of South-Western Tajikistan according to geological and geophysical data]. In *Poiski predvestnikov zemletriasenii na prognosticheskikh poligonakh* [The search for earthquake precursors at prognostic polygons] (pp. 16-24). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
- CSEM EMSC. (2025). Earthquake. Latest data contributions. Retrieved from <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/seismologist.php>
- Geophysical Survey of the National Academy of sciences of Tajikistan. (2009). *Tajikistan National Seismic Network* [Data set]. International Federation of Digital Seismograph Networks. DOI: [10.7914/SN/TJ](https://doi.org/10.7914/SN/TJ). (Accessed 05.05.2025)
- Global CMT Web Page. (2025). *Global CMT Catalog Search*. Retrieved from <http://www.globalcmt.org>
- Global Seismograph Network - IRIS/IDA (2025). International Federation of Digital Seismograph Networks. DOI: [10.7914/SN/II](https://doi.org/10.7914/SN/II)
- GOST R 57546-2017. (2017). [State Standard 57546-2017. Earthquakes. Seismic intensity scale]. Moscow, Russia: Standartinform Publ., 28 p. (In Russ.).

- Grünthal, G. (Ed.). (1998). *European Macroseismic Scale 1998: EMS-98*. Luxembourg: ESC, 101 p. Retrieved from [https://www.franceseisme.fr/EMS98\\_Original\\_english.pdf](https://www.franceseisme.fr/EMS98_Original_english.pdf)
- Informatsionnoe soobshchenie o sil'nom zemletriasenii v Tadjhikistane 13 apreliya 2025 g. [Information message about the strong earthquake in Tajikistan on April 13, 2025]. (2025). GS RAS [site]. Retrieved from <http://mseism.gsras.ru/eqInfo/RequestsHandler?cmd=toinfmsg&imid=281>. (In Russ.). (Accessed 21.04.2025, 07.05.2025).
- Institute of Geology, Earthquake Engineering and Seismology of the NAST. (2022). *Tajikistan National Seismic Network* [Data set]. International Federation of Digital Seismograph Networks. DOI: 10.7914/c44e-zh63. (Accessed 05.05.2025).
- International Seismological Centre. (2025). On-line Bulletin. Retrieved from <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>. DOI: 10.31905/D808B830
- Juraev, R.U. (2013). *Makroseismicheskoe proiavlenie sil'nykh zemletriasenii v raione stroitel'stva Rogunskoi GES* [Macroseismic manifestation of strong earthquakes in the area of construction of the Rogun hydroelectric power station]. Dushanbe, Tajikistan: LLC World of Printing Publ., 111 p. (In Russ.).
- Juraev, R.U. (2022a). [Gazorchashma earthquake on July 1, 2016 with  $K_R=12.5$ ,  $M_w=5.0$ ,  $I_0=6-7$  (Tajikistan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 277–284. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.25. EDN: GOMUII
- Juraev, R.U. (2022b). [Karamyk earthquake of May 3, 2017 with  $K_R=14.2$ ,  $M_s=6.0$ ,  $I_0=7$  (Tajikistan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 338–347. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.31. EDN: MJVFEH
- Juraev, R.U. (2024). [Tadjikabad earthquake of July 4, 2020 with  $M_s=5.2$ ,  $I_0=7$  (Tajikistan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020), 313–322. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2024.27.28. EDN: UMJKTA
- Juraev, R.U. (2025). [Tadjikabad earthquake of July 10, 2021 with  $M_s=5.8$ ,  $I_0=7-8$  (Tajikistan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 28(2021). (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2025.28.26 (In press).
- Kashima, T. (2007). *ViewWave*. IISEE [Site]. Retrieved from <https://iisee.kenken.go.jp/staff/kashima/viewwave.html>
- KChS: predvaritel'no v rezul'tate zemletriaseniia v dvukh raionakh strany polnost'iu postradali 94 zhilykh doma [Emergency Situations: Preliminarily, as a result of the earthquake in two districts of the country, 94 residential houses were completely affected]. (2025). Emergency Situations Ministry of Tajikistan [site]. Retrieved from <https://www.kchs.tj/node/4006>. (In Russ.). (Accessed 03.05.2025).
- Kon'kov, A.A. (1975). [Determination of the coefficients of the macroseismic field of the Tajik depression]. In *Sil'nye zemletryaseniya Srednej Azii i Kazahstana, T. 2–4* [Strong earthquakes of Central Asia and Kazakhstan, V. 2–4] (pp. 70–72). Dushanbe, Tajikistan: Donish Publ. (In Russ.).
- Kondorskaya, N.V., & Shebalin, N.V. (Eds.). (1977). *Novyi katalog sil'nykh zemletryasenii na territorii SSSR s drevneishikh vremen do 1975 g.* [New Catalog of Strong Earthquakes on the Soviet Territory from Ancient Times until 1975]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 536 p. (In Russ.).
- Kyrgyz Institute of Seismology, KIS. (2007). *Kyrgyz Digital Network* [Data set]. International Federation of Digital Seismograph Networks. DOI: 10.7914/SN/KR. (Accessed 05.05.2025).
- Lauterjung, J., Pittore, M., Bindi, D., Boxberger, T., Fleming, K., Haas, M., Moldobekov, B., Orunbaev, S., Parolai, S., Petrovic, B., Pilz, M., Stankiewicz, J., & Zubovich, A. (2018). *ACROSS Strong Motion Network in Central Asia*. GFZ Data Services. Dataset/Seismic Network. DOI: 10.14470/NQ293785
- LTD Seismological Experience and Methodology Expedition of the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. (2003). *Seismic network of the Seismological Experience and Methodology Expedition CS MES RK* [Data set]. International Federation of Digital Seismograph Networks. DOI: 10.7914/SN/QZ. (Accessed 05.05.2025).
- Medvedev, S.V., Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaya shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
- Negmatullaev, S.Kh. (2012). [Modern network of seismic monitoring of Tajikistan]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia] (pp. 125–131). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: UBTMGL
- Petrova, N.V., Bezmenova, L.V., & Kurova, A.D. (2022). Earthquake of April 5, 2017,  $M_w=6.0$ , in Northeast Iran: Focal parameters, aftershock series, and macroseismic manifestations. *Seismic Instruments*, 58(S1), S1–S13. DOI: 10.3103/s0747923922070088. EDN: UFOUUD
- Rautian, T.G. (1960). [Energy of the Earthquakes]. In *Metody detal'nogo izucheniya seismichnosti. Trudy IFZ AN SSSR, 9(176)* [Methods of Detailed Study of the Seismicity. Proceedings of the IPE AS USSR, № 9(176)] (pp. 75–114). Moscow, Russia: IPE AS USSR Publ. (In Russ.).
- Sobolev, G.A., Anosov, G.I., Aptikaev, F.F., Arefiev, S.S., Besstrashnov, V.M. et al. (2000). *Prirodnye*

*opasnosti Rossii. V 6 tomakh. T. 2. Seismicheskie opasnosti. Red. G.A. Sobolev* [Natural hazards of Russia. In 6 vol. V. 2. Seismic hazards. Ed. G.A. Sobolev]. Moscow, Russia: "KRUK" Publ., 296 p. (In Russ.). EDN: VDJOMZ

*Srochnaya pomoshch' ot pravitel'stva. Kak Tadjhikistan vosstanavlivaetsya posle zemletryaseniya?* [Urgent aid from the government. How is Tajikistan recovering from the earthquake?]. (2025). MIR 24 [site]. Retrieved from <https://mir24.tv/news/16631042/srochnaya-pomosh-ot-pravitelstva.-kak-tadjhikistan-vosstanavlivaetsya-posle-zemletryaseniya> (In Russ.). (Accessed 05.05.2025).

USGS. (2025). *Search Earthquake Catalog*. Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>

USGS. Earthquake Hazards Program. (2025). *The Modified Mercalli Intensity Scale*. Retrieved from <https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/modified-mercalli-intensity-scale>. (Accessed 07.05.2025).

*V rezul'tate zemletriaseniia v Tadjhikistane razrusheny bolee 90 domov* [As a result of the earthquake in Tajikistan more than 90 houses were destroyed]. (2025). ASIA-Plus Tajikistan [site]. Retrieved from <https://asiaplustj.info/en/node/347763>. (In Russ.).

*V Tadjhikistane podschitali kolichestvo razrushennykh domov i ob"ektov* [In Tajikistan, the number of destroyed houses and objects was counted]. (2025). Sputnik Tajikistan [site]. Retrieved from <https://tj.sputniknews.ru/20250414/tadjikistan-kolichestvo-razrusheny-doma-obekty-1066970195.html>. (In Russ.).

*Zemletriasenie v Tadjhikistane uneslo zhizn' trekhletnego rebenka* [Earthquake in Tajikistan kills three-year-old child]. (2025). ASIA-Plus Tajikistan [site]. Retrieved from <https://asiaplustj.info/en/node/347761> (In Russ.).

### Information about authors

**Petrova Nataliya Vladimirovna**, PhD, Leading Researcher of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (GS RAS), Obninsk, Russia. ORCID: 0000-0002-2052-1327. E-mail: [npetrova@gsras.ru](mailto:npetrova@gsras.ru)

**Ryzhikova Mariya Igorevna**, Deputy Head of Department of the GS RAS, Obninsk, Russia. E-mail: [masha@gsras.ru](mailto:masha@gsras.ru)

**Sokolova Inna Nikolayevna**, Dr., Chief Researcher, Head of the Laboratory of the GS RAS, Obninsk, Russia. E-mail: [SokolovaIN@gsras.ru](mailto:SokolovaIN@gsras.ru)

**Ulubieva Tatyana Rostislavna**, Senior Researcher of the Scientific Institute «Geophysical Service» of the National Academy of Sciences of Tajikistan (GS NAST), Dushanbe, Tajikistan. E-mail: [tanya\\_55\\_08@mail.ru](mailto:tanya_55_08@mail.ru)