

УДК 551: 550.34

## СОВРЕМЕННОЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЗРЫВООБРАЗОВАНИЕ НА ГРЯЗЕВОМ ВУЛКАНЕ ГОРЫ КАРАБЕТОВА, ТАМАНСКИЙ ПОЛУОСТРОВ

© 2020 г. А. Н. Овсюченко<sup>1,\*</sup>, А. С. Ларьков<sup>1</sup>, А. И. Сысолин<sup>1</sup>, Е. А. Рогожин<sup>1</sup>,  
член-корреспондент РАН А. Л. Собисевич<sup>1</sup>, Ц. Чэнь<sup>2</sup>, Ц. Лю<sup>2</sup>, Ц. Цинь<sup>2</sup>

Поступило 25.02.2020 г.

После доработки 29.02.2020 г.

Принято к публикации 03.03.2020 г.

В октябре 2019 г. были обнаружены чрезвычайно выразительные, свежие разрывы дневной поверхности на грязевом вулкане горы Карabetова. Разрывы представлены всеми основными кинематическими типами и демонстрируют структурные рисунки, свойственные типично тектоническим деформациям. Общая длина разрывов с юга на север — немногим менее 600 м. Повторные замеры показали высокие скорости смещений — от 50 до 140 см за три месяца. Свежие разрывы продолжили развитие более древних аналогичных форм рельефа. Они обусловлены уже существующей структурой и могут быть распознаны в качестве потенциально опасных объектов на других грязевых вулканах. Можно полагать, что разрывы могут быть следствием повышения давления в очаге грязевого вулкана и являются прогнозным признаком готовящегося извержения.

*Ключевые слова:* грязевые вулканы, современное разрывообразование, активная тектоника, Таманский п-ов, гора Карabetова

DOI: 10.31857/S2686739720050187

Современное тектоническое разрывообразование на поверхности Земли лучше всего изучено в эпицентральных зонах сильных землетрясений в случае выхода сейсмического очага на поверхность [4]. Такие разрывы отражают направленность тектонических смещений в недрах, что используется в изучении современной геодинамики и оценке опасности тектонических движений для строящихся объектов. Более редки и менее изучены случаи образования современных тектонических разрывов в результате медленных тектонических движений, магматического вулканизма и почти не изучены тектонические разрывы в очагах грязевого вулканизма. В октябре 2019 г. нами были обнаружены чрезвычайно выразительные, свежие разрывы дневной поверхности на грязевом вулкане горы Карabetова.

Гора Карabetова — один из самых активных грязевых вулканов Тамани. Он представляет собой обширное, округлое в плане плато, расположенное на вершине пологой куполообразной возвышенности. Здесь периодически происходят мощные взрывные извержения, сопровождающиеся сильным гулом, выбросами пламени, столбов дыма, пыли, обожженных кусков глины, излияниями грязи и образованием трещин. За последние 200 лет вулкан извергался не менее 9 раз [5]. Последнее взрывное извержение вулкана произошло 6 мая 2001 г. [1].

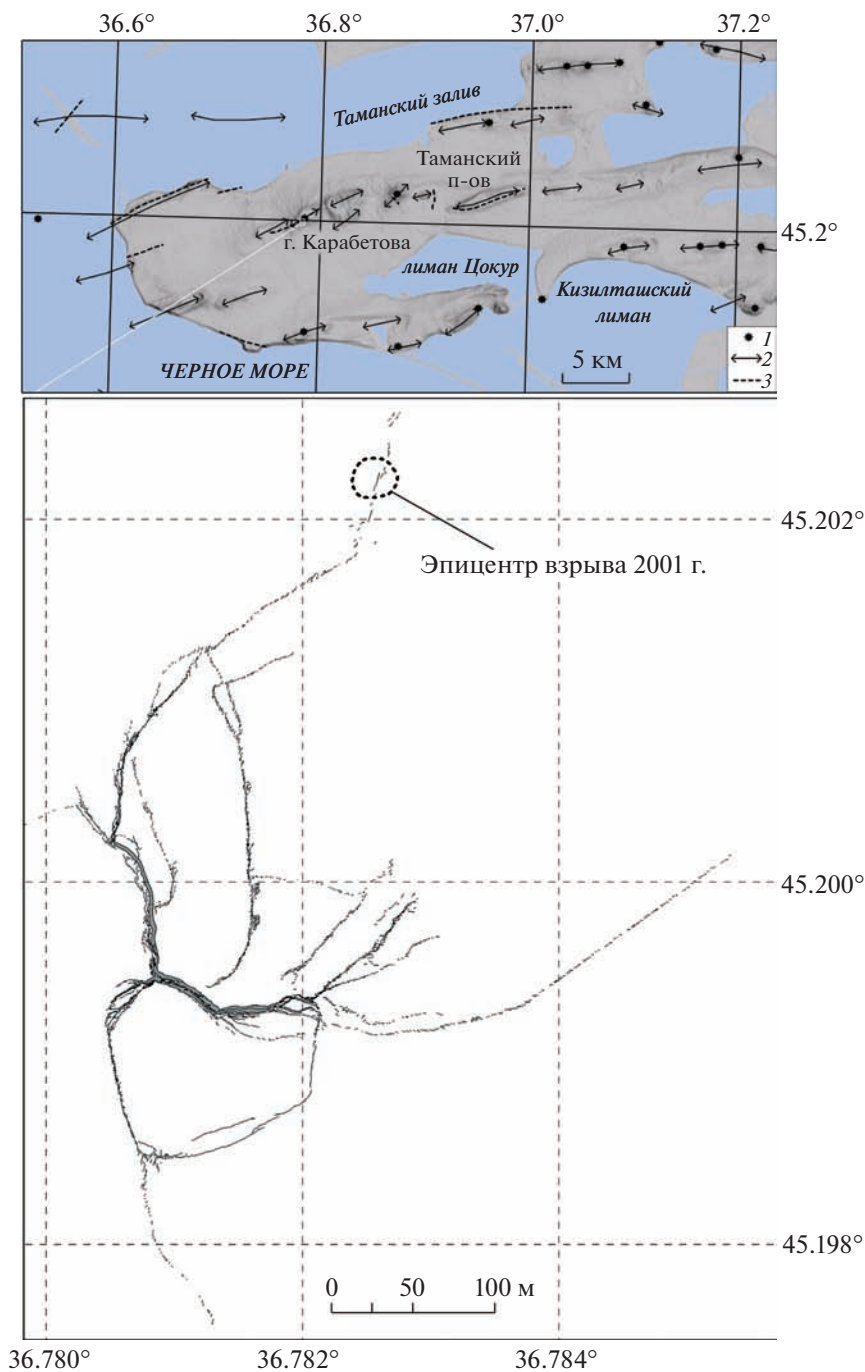
Свежие разрывы образовались в юго-западной части плато. Они были детально зарисованы на местности, определены их кинематический тип, величина и история смещений, а специально выполненная аэрофотосъемка позволила составить точный план разрывов (рис. 1).

Разрывы представлены всеми основными кинематическими типами (рис. 2). На юге возникли взбросо-надвиги и линейные принадвиговые валы субширотной ориентировки (рис. 3). Взбросо-надвиг нарастил более древний вал. Горизонтальное сокращение по надвигу — до 1.5 м. Основная

<sup>1</sup> Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта  
Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>2</sup> Institute of Geology, China Earthquake Administration,  
Beijing, China

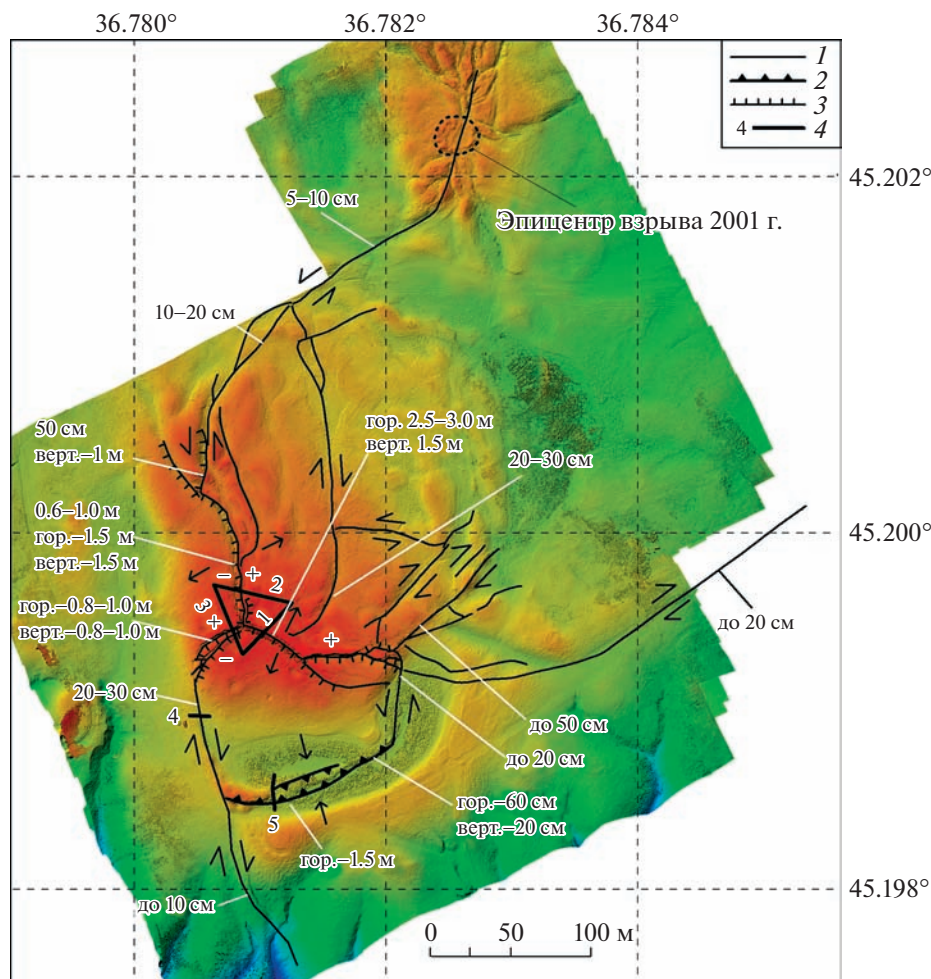
\*E-mail: ovs@ifz.ru



**Рис. 1.** Вверху – карта морфотектоники южной части Таманского полуострова. 1 – грязевые вулканы; 2 – оси антиклинальных складок в верхнемиоцен-плиоценовых отложениях; 3 – активные разломы и флексуры. Внизу – карта разрывов без ранжирования по кинематике. Заливкой отмечены сбросовые уступы.

компонента смещений – сжатие, реализована в виде вала и надвига в его южном подножии. Западный фланг принадвигового вала наращивается правым сдвигом. Севернее он подставляется ступенчатыми, дугообразными в плане сбросами, по которым наблюдаются максимальное вертикальное смещение и растяжение. К северу от

сбросов деформации распределены по серии расходящихся веером сдвигов преимущественно правосдвиговой кинематики. Основное смещение здесь реализовано по левостороннему сбросо-сдвигу, который к северу переходит в левый сдвиг и затухает в районе эпицентра взрывного извержения 2001 г.



**Рис. 2.** Схема распределения кинематических типов разрывов, величины и направленности смещений по разрывам. Цифрами подписаны величины разрывных смещений (гор. – горизонтальная компонента сжатия по взбросо-надвигам и растяжения по сбросам, верт. – вертикальная компонента, + – обозначены поднятые и опущенные крылья). Стрелками показаны направления горизонтальных смещений. 1 – сдвиги; 2 – взбросо-надвиги (бергштрихи направлены в сторону поднятого крыла); 3 – сбросы (бергштрихи направлены в сторону опущенного крыла); 4 – профили повторных наблюдений за смещениями по разрывам.

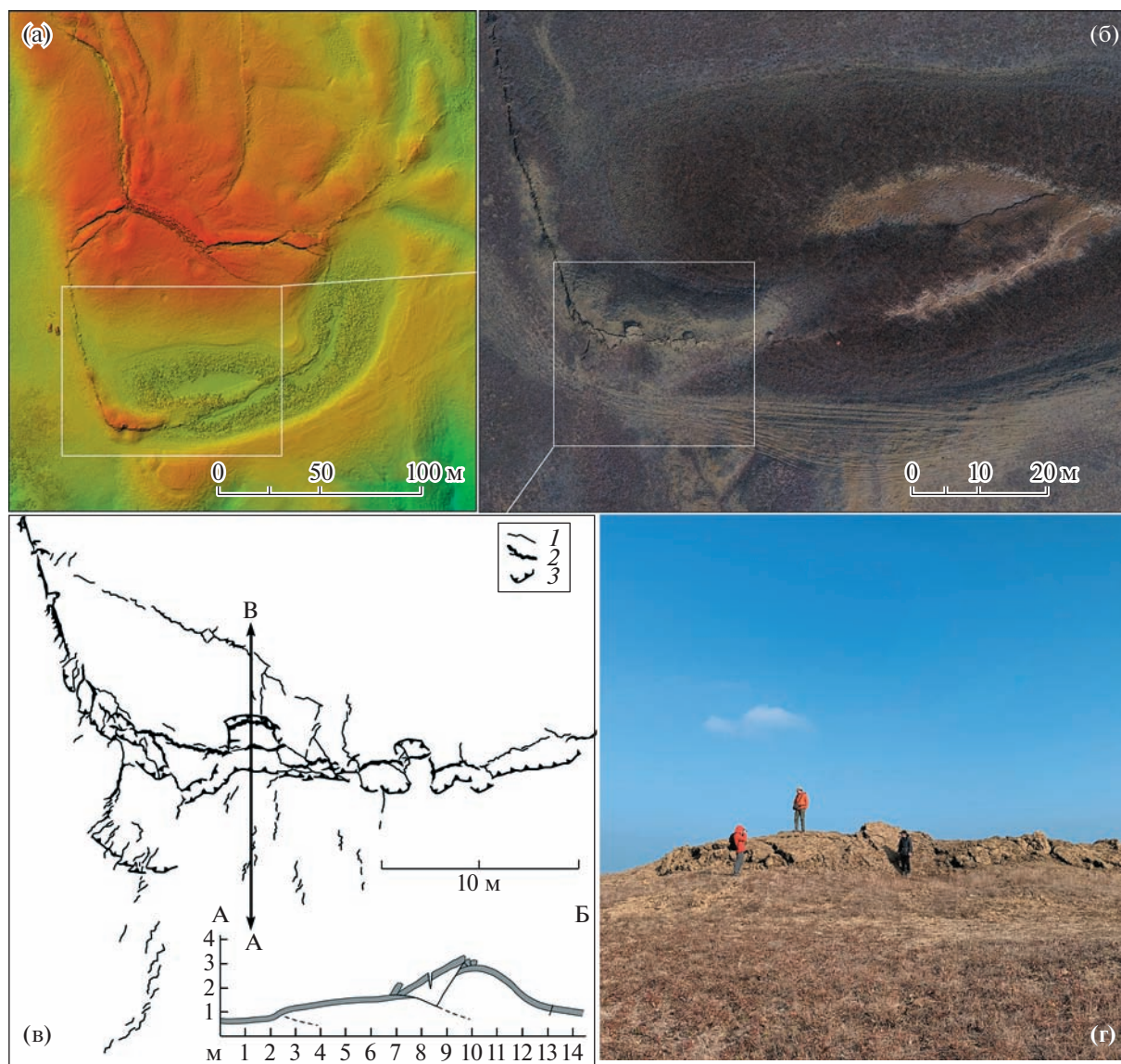
В конце октября 2019 г. нами был заложен полигон реперных точек для оценки величин и скоростей смещений по разрывам (см. рис. 2). Повторные замеры выполнены ровно через три месяца, в конце января 2020 г. Профили 1–3 показали растяжение по соответствующим сбросам: профиль 1 на 140 см; профиль 2 – на 70 см; профиль 3 – на 90 см. Профиль 4 показал правый сдвиг на 80 см (рис. 4г). Профиль 5 продемонстрировал сжатие по взбросо-надвигу на 50 см.

В целом отсутствие значимого перепада рельефа и типично тектонические структурные рисунки исключают влияние оползневых процессов в формировании разрывов. Вдоль разрывов отмечена минерализация – белые порошковидные налеты, покрывающие свежие плоскости скольже-

ния. На северном окончании разрывы вложены в заплывшие рвы, образовавшиеся при извержении 6 мая 2001 г. Важно, что в 2001 г. нарушения также продемонстрировали левосдвиговые смещения на 20–30 см [2]. Ранее заплывшие поверхностные разрывы с общей левосдвиговой кинематикой смещений были закартированы через все плато грязевулканической постройки, а разломная зона, к которой они приурочены, прослежена и за пределами вулкана [3].

Грязевой вулкан расположен в своде локальной диапировой антиклинальной складки на западном окончании Карabetовской антиклинальной гряды. Вдоль гряды наблюдается группирование локальных антиклинальных складок северо-восточной ориентировки в эшелониро-





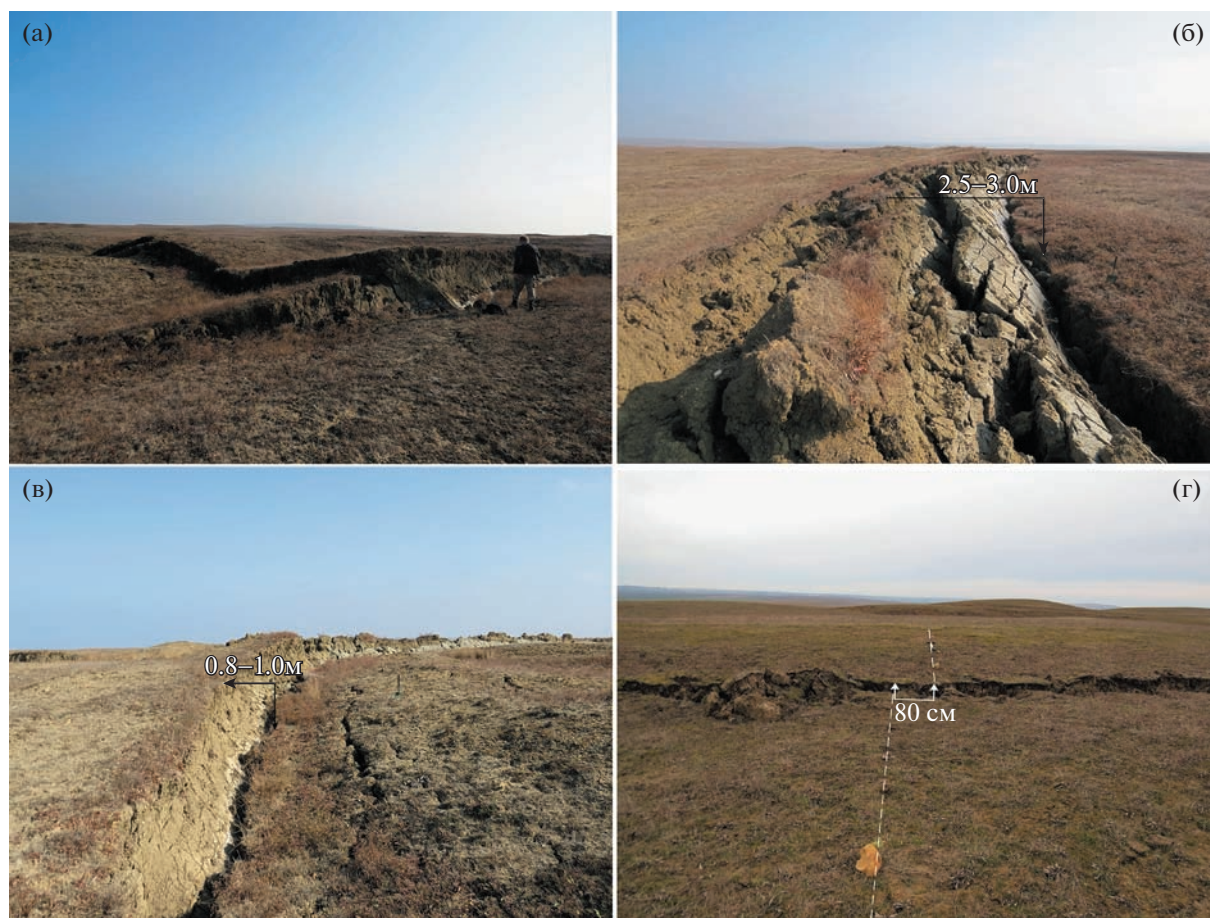
**Рис. 3.** Пример детального картирования разрывов – принадвиговый вал на южном фланге системы разрывов. а, б – положение вала на цифровой модели рельефа (а) и аэрофотоснимке (б). в – детальный план и разрез. 1 – трещины без значительного зияния; 2 – зияющие трещины (раздвиги); 3 – взбросо-надвиги. г – фото октября 2019 г., вид на север.

ванный левосдвиговый ряд субширотного простирания. Можно полагать, что левосдвиговый режим смещений характерен для всей гряды и определяется региональным полем напряжений.

Помимо регионального поля напряжений, структурный стиль современных тектонических деформаций в регионе формируется движениями в пластичной, флюидонасыщенной глинистой толще олигоцен-раннемиоценового возраста (майкопская серия), в которой широко развиты диапиры, структуры течения, дисгармоничная складчатость, сдваивания разреза и другие внутрислойные деформации. Современные проявления этих движений наиболее ярко представлены

пульсирующими внедрениями разуплотненных, насыщенных газами, текучих глинистых масс, что приводит к диапировой складчатости и разрывным смещениям.

Важно, что свежие разрывы продолжили развитие более древних аналогичных форм рельефа, т.е. обусловлены уже существующей структурой и могут быть распознаны в качестве потенциально опасных объектов на других вулканах до их следующей активизации. Образование обнаруженных разрывов растянуто во времени (около 1.5 лет), но в долгосрочном аспекте представляет собой кратковременный импульс.



**Рис. 4.** Общий вид разрывов в местах определения величины смещений и на профиле повторных измерений 4, положение см. на рис. 2а — левый сбросо-сдвиг на 50 см с вертикальным смещением 1 м, вид на восток, фото октября 2019 г.; б — сброс с вертикальным смещением 1.5 м, растяжением — 2.5–3 м, вид на восток, фото октября 2019 г.; в — сброс с вертикальным смещением и растяжением — 0.8–1 м, вид на восток, фото октября 2019 г.; г — правый сдвиг на профиле 4, вид на запад, фото января 2020 г.

Решение вопроса о природе и длительности этой активизации требует проведения режимных наблюдений, которые могут дать уникальные данные для прогноза грязевулканической деятельности. Рассматривая образование разрывов как часть глиняного диапиризма, можно полагать, что они могут быть следствием повышения давления в очаге грязевого вулкана и являются прогнозным признаком готовящегося извержения.

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 18–05–01004, 19–55–53017 ГФЕНа и при финансовой поддержке Государственного фонда естественных наук Китая (гранты 41911530109).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богатилов О.А., Войтов Г.И., Собисевич Л.Е., Собисевич А.Л., Науменко-Бондаренко И.И., Пузич И.Н., Коробейник Г.С.* О пароксизмальном извержении грязевого вулкана горы Карabetова 6 мая 2001 г. (Таманская грязевулканическая провинция) // ДАН. 2003. Т. 390. № 6. С. 805–808.
2. *Овсюченко А.Н.* Проявления молодой тектонической активности в структуре грязевых вулканов Тамани и Северо-Западного Кавказа // Современные методы геолого-геофизического мониторинга природных процессов на территории Северного Кавказа. М.: ИФЗ РАН, 2005. С. 235–248.
3. *Овсюченко А.Н., Собисевич А.Л., Сысолин А.И.* О взаимосвязи современных тектонических процессов и грязевого вулканизма на примере горы Карabetова (Таманский п-ов) // Физика Земли. 2017. № 4. С. 118–129.
4. *Рогожин Е.А.* Очерки региональной сейсмотектоники. М.: ИФЗ РАН, 2012. 340 с.
5. *Шнюков Е.Ф., Шереметьев В.М., Маслаков Н.А. и др.* Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона. Краснодар: ГлавМедиа, 2006. 176 с.

## RECENT TECTONIC RUPTURING ON THE MUD VOLCANO OF MOUNT KARABETOVA, TAMAN PENINSULA

**A. N. Ovsyuchenko<sup>a,#</sup>, A. S. Larkov<sup>a</sup>, A. I. Sysolin<sup>a</sup>, E. A. Rogozhin<sup>a</sup>,**

**Corresponding Member of the RAS A. L. Sobisevich<sup>a</sup>, J. Chen<sup>b</sup>, J. Liu<sup>b</sup>, and J. Qin<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> *Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

<sup>b</sup> *Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing, China*

<sup>#</sup> *E-mail: ovs@ifz.ru*

In October 2019, extremely expressive, fresh ruptures of the day surface on the mud volcano of Mount Karabetova were discovered. Ruptures are characterized by all the main kinematic types and show structural patterns typical for tectonic deformations. The total length of the ruptures from south to north is a little less than 600 m. Repeated measurements showed high displacement rates – from 50 to 140 cm in three months. Fresh ruptures continued the development of more ancient similar landforms. They are caused by an existing structure and can be recognized as potentially hazardous objects on other mud volcanoes. It is inferred that the ruptures may be the result of increased pressure in the focus of a mud volcano and are a precursor of an upcoming eruption.

*Keywords:* mud volcanoes, modern rupturing, active tectonics, Taman Peninsula, Mount Karabetova