

УДК 551.24

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

© 2016 А.Н. Овсяченко, к. г.-м. н., А.И. Сысолин

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН,
123995, г. Москва, ул. Б. Грузинская, д.10, стр. 1, e-mail: ovs@ifz.ru

Кроме землетрясений, существенную опасность на Таманском полуострове представляют грязевые вулканы. Помимо медленного выделения газа, воды и грязи, грязевые вулканы демонстрируют и мощные взрывные извержения. На примере грязевого вулкана г. Карabetова показано, что на поверхности при таких извержениях образуются разрывы, обнаруживающие большое сходство с сеймотектоническими. Опасность представляют также смещения по разломам, к которым приурочены грязевые вулканы. Эти разломы имеют небольшую длину (сотни метров – первые километры), но отличаются высокой современной подвижностью и трассируются за пределы грязевулканических построек.

Ключевые слова: Таманский п-ов, грязевые вулканы, активные разломы, природные опасности.

Введение

Таманский п-ов – сейсмоактивный регион, однако в настоящее время уровень сейсмической активности здесь низкий. За период инструментальных сейсмологических наблюдений во всём Керченско-Таманском регионе было зарегистрировано лишь несколько слабых сейсмических событий с магнитудой не более 4,0. Но, на азовском побережье Керченского и Таманского п-овов, в зоне Южно-Азовского разлома, были обнаружены выразительные сеймотектонические разрывы и другие палеосейсмодислокации, образовавшиеся при сильных землетрясениях несколько сотен и тысяч лет назад [Овсяченко и др., 2015].

Кроме сейсмичности, существенную опасность в Керченско-Таманском регионе представляют грязевые вулканы, чем определяется региональная специфика изучения эндогенных природных опасностей. Деятельность грязевых вулканов демонстрирует большое разнообразие динамических процессов, варьирующих от извержений взрывного характера до незначительных пульсирующих излияний воды и грязи с медленной дегазацией. Очевидную опасность для любых инженерных сооружений представляют катастрофические извержения вулканов, сопровождающиеся взрывами, выбросами крупных кусков шлака и грязи, излияниями грязевых потоков, образованием трещин и изгибными деформациями обширных участков земной поверхности. В статье кратко изложены результаты сеймотектонических исследований проведённых в 2015 г. в районе Карabetовской антиклинальной гряды, на которой расположен широко известный одноимённый грязевой вулкан.

Методика исследований

Полевые сеймотектонические исследования включили маршрутные геолого-геоморфологические наблюдения и проходку горных выработок (канал и шурфов) с целью выявления и детального изучения активных тектонических деформаций. В качестве активных рассматриваются тектонические нарушения, отчётливо вы-

раженные в рельефе в виде линейных уступов, рвов, ложбин или валов различной протяженности, которые пересекают и смещают различные формы рельефа позднеплейстоцен-голоценового возраста, а также синхронные им отложения [Трифонов, Кожурин, 2010].

При заложении канав и шурфов тщательно выбирались участки лишённые оползневых форм рельефа, распашки, активного проявления эрозионных и склоновых процессов. Однако рельеф рассматриваемого района почти полностью изменён человеческой деятельностью, что сильно затрудняет прослеживание опорных геоморфологических уровней. Этому также препятствует широкое развитие мощного покрова лёссовидных суглинков. Суглинки имеют смешанное происхождение, представляя собой продукт выветривания и переноса коренных глинистых пород; не имеют чёткой стратификации, подвержены приповерхностным просадкам и вымыванию, что препятствует отчётливому выражению и сохранению в них следов тектонических смещений. Все эти обстоятельства представляют собой естественные ограничения в изучении молодых тектонических деформаций по разломам основными методами тектоники – анализом фаций и мощностей и структурным анализом.

Тектоническое строение района исследований

Основную роль в оформлении стиля тектонических деформаций Таманского п-ова сыграла олигоцен-раннемиоценовая майкопская серия, сложенная нефтеносными глинистыми осадками. Мощность серии достигает 6 км [Корсаков, Зарубин, 2001]. Толща кайнозойских осадков накопилась в условиях предгорного прогиба вдоль окраины зарождающихся горных сооружений Крыма и Большого Кавказа. Этот этап тектонического развития получил наименование раннеорогенного [Милановский, 1968]. С началом позднеорогенного этапа в позднем миоцене регион был вовлечён в интенсивные тектонические деформации. Появление в четвертичном периоде выраженной в рельефе возвышенности Керченского и Таманского п-овов объединило Крым и Кавказ в единую гряду орогенических поднятий. Возраст значительной части складок Тамани – позднеплиоценовый – нижнечетвертичный, а некоторые из них деформируют отложения вплоть до самых молодых (позднеголоценовых) [Несмеянов, Измайлов, 1995].

Широко развитые на Тамани пологие куполовидные возвышенности, вытянутые в гряды, являются поверхностным выражением складчатой структуры региона (рис. 1). Ориентированные в близширотном направлении, они образуют девять холмистых гряд, между которыми расположены плоские низменности, соответствующие широким синклинальным понижениям [Шарданов, 1962]. Выраженные в рельефе складки имеют общие черты, представляя собой овальные в плане брахиантиклинали по большей части диапирового типа, в ядрах которых обнажаются сильно перемятые глины майкопской серии, протыкающие более молодые слои. Большинство грязевых вулканов Таманского п-ова обнаруживает чёткую структурную приуроченность к осям таких антиклинальных складок. Разрывные нарушения на современном эрозионном срезе практически отсутствуют, за исключением коротких разрывов в пределах антиклинальных гряд [Корсаков, Зарубин, 2001].

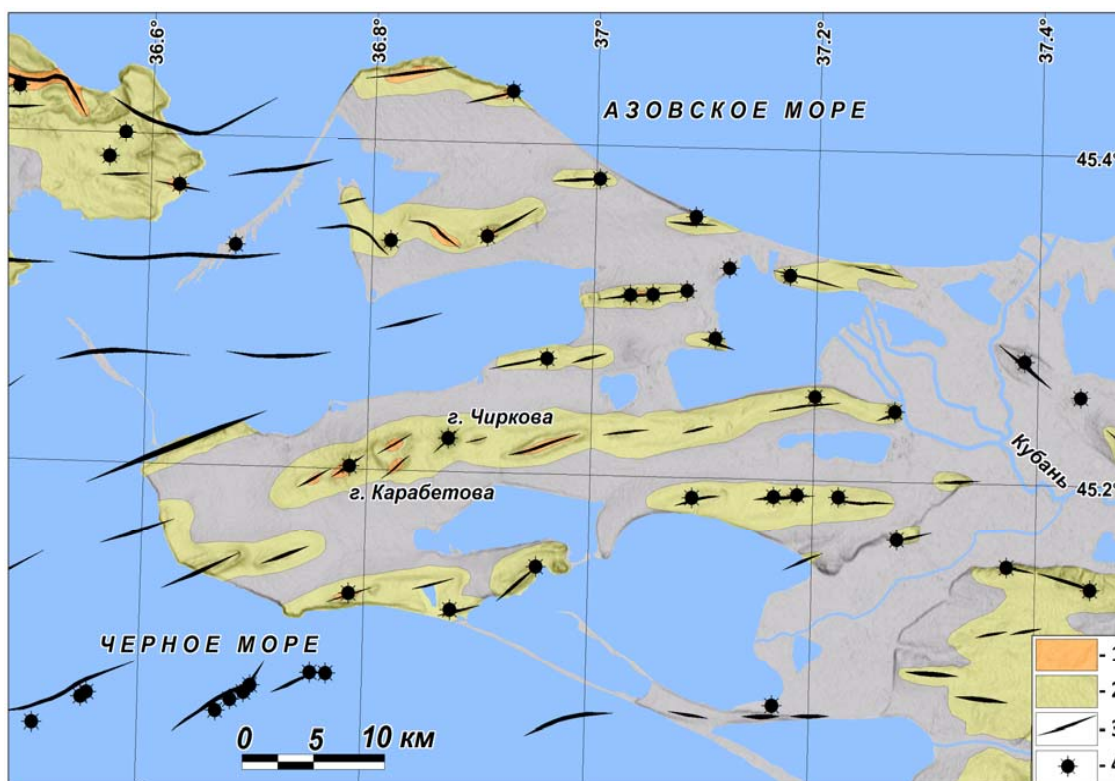


Рис. 1. Тектоническая схема Таманского п-ова. Составлена с использованием данных: [Шарданов, 1962; Самулева и др., 1970; Шнюков и др., 1981; Корсаков, Зарубин, 2001]

1 – майкопская серия (олигоцен-нижний миоцен); 2 – неогеновые (верхнемиоцен-плиоценовые) отложения; 3 – оси антиклинальных складок деформирующих верхнемиоцен-плиоценовые отложения; 4 – грязевые вулканы.

Для познания глубинного строения Таманского п-ова чрезвычайно важны фундаментальные исследования грязевого вулкана г. Карабетова методом микросейсмического зондирования (ММЗ) [Собисевич и др., 2008]. Основная область питания вулкана была выявлена на глубине 4,5-9 км, а на глубине примерно 0,8-1,5 км – приповерхностный флюидный резервуар. Аномалия, ассоциируемая с областью питания, возможно, продолжается до глубины около 14 км. В свете полученных результатов образование ядра диапировой Карабетовской антиклинали и одноименного грязевого вулкана можно интерпретировать как результат глубинных процессов – давления флюидов, проникающих вдоль относительно узкой зоны с большой глубины, приводящего к разуплотнению и течению глин майкопской серии. Образование антиклинальной структуры связывается в таком случае не столько с региональным сжатием, сколько с изгибом перекрывающих майкопскую серию осадков под давлением проникающих из глубины разуплотнённых подвижных масс.

Результаты полевых исследований

Карабетовская антиклинальная гряда образована отдельными мелкими диапировыми складками северо-восточной ориентировки, сгруппированными в эшелонированный ряд субширотного простирания. На западе гряды расположена Кара-

бетовская антиклиналь, имеющая ярко выраженную диапировую структуру – её сводовая часть прорвана интенсивно дислоцированными глинами майкопского возраста; облегающие ядро складки миоценовые слои залегают под углами до 60-70°, а на крыльях складки они быстро выполаживаются.

К Карабетовской антиклинали приурочен один из самых активных грязевых вулканов региона, демонстрирующий частые взрывные извержения. Извержения вулкана происходили в 1818, 1835, 1856, 1862, 1882, 1908, 1952 и 1982 гг. [Шнюков и др., 2006]. Последнее мощное извержение вулкана случилось 6 мая 2001 г. Оно сопровождалось сильным гулом, выбросами пламени и столбов дыма и пыли. Вокруг центра извержения были разбросаны крупные куски глины с бородами скольжения, обожжённой до кирпично-красного крепкого шлака, а на поверхности грязе-вулканического плато образовалась система трещин, имеющих много общего с поверхностными сейсмотектоническими разрывами [Кухарев и др., 2002; Овсяченко, 2005]. Основными элементами этой системы являются эшелонированные ряды открытых разрывов (рис. 2). Главный эшелонированный ряд поверхностных разрывов имеет северо-восточную ориентировку. Отдельные разрывы этой системы открыты на 0,3-0,5 м и образуют левосдвиговый эшелон. Амплитуда левого сдвига, измеренная по смещению микроформ рельефа, составила 0,2-0,3 м [Овсяченко, 2005].



Рис. 2. Поверхностные разрывы, образовавшиеся в результате взрыва горы Карабетова 6 мая 2001 г., фото 2003 г. [Овсяченко, 2005]

Новообразованные сдвиговые разрывы оказались вложены в заплывшие линейные ложбины прослеживаемые вдоль всего грязе-вулканического плато, которые, очевидно, являются следами прежних катаклизмов. По всей видимости, при прошлых извержениях разрывообразование сопровождалось смещениями с той же кинематикой, что и в 2001 году. Система поверхностных нарушений была закартирована в детальном масштабе (рис. 3).

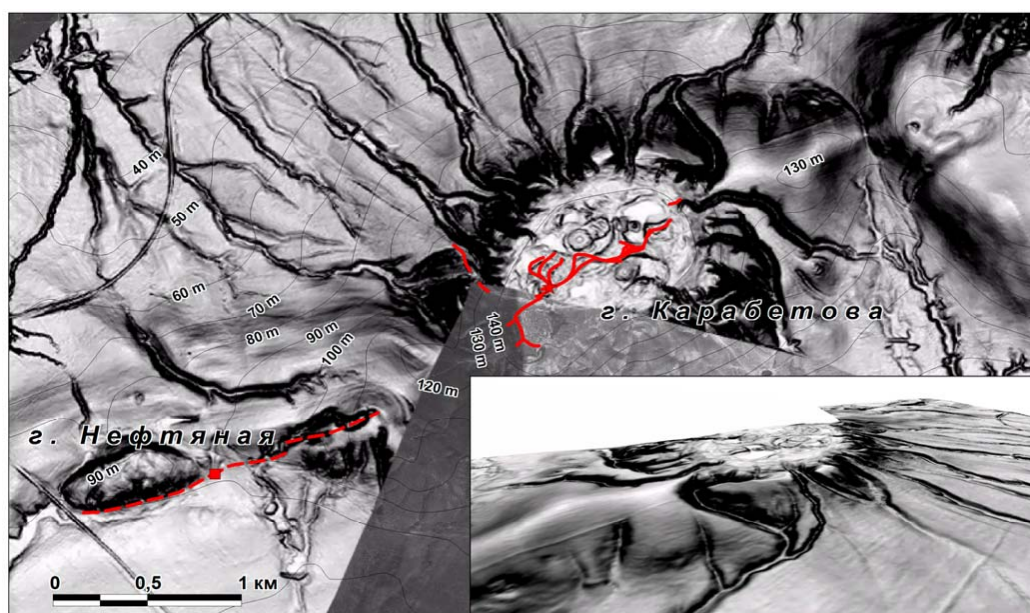


Рис. 3. Схема морфотектоники района г. Карabetова, построенная на основе материалов лазерного сканирования выполненного ЗАО «НИПИ «ИнжГео» и космоснимка Ресурс-ДК. Красными сплошными линиями показаны грязе-вулканические поверхностные разрывы, штриховыми – зона разлома, прослеженная в молодых и коренных отложениях, квадратом – канава, звёздочкой – центр взрывного извержения 2001 г. На врезке – трёхмерная модель рельефа грязе-вулканического плато г. Карabetова

В западном направлении, на простирании поверхностных разрывов грязе-вулканического плато г. Карabetова, в коренных породах сарматского яруса прослеживается тектонический разрыв с разнонаправленными бороздами скольжения (рис. 4). Он вытянут вдоль глубоко врезанной, спрямленной балочной долины, в днище и бортах которой расположено четыре небольших действующих грязевых грифона.



Рис. 4. Борозды скольжения вдоль плоскости тектонического разрыва в породах сарматского яруса.

По простиранию разрыва прослеживается серия ложбин, выделяющаяся среди окружающей степи красноватой растительностью, характерной для грязевых вулканов и солёных источников. Западнее, эта ложбина трассируется к основанию крутого южного склона Нефтяной горы, где протягивается извилистый уступ высотой до 2 м (рис. 5). У подножия уступа происходит отложение конусов выноса глубоко врезанных временных водотоков, что указывает на его постоянное подрастание.



Рис. 5. Тектонический уступ (между стрелками) в южном подножии Нефтяной горы

Внутреннее строение уступа было изучено в канаве, пройденной вкрест его простирания (рис. 6, 7). В канаве, под маломощным суглинистым покровом вскрыты перемятые глинистые отложения майкопской серии с запахом нефти, нарушенные разрывами взбросо-надвигового типа с бороздами скольжения. Разрывы имеют пологое ($20-45^{\circ}$) падение в северном направлении. Они изгибают подошву покровных суглинков, а в двух случаях разрывают и почвенный покров, выходя на дневную поверхность. К бровке уступа приурочен диапир сложенный голубыми, пластичными глинами с запахом сероводорода. Он имеет пространственные параметры аналогичные разрывам взбросо-надвигового типа. Можно полагать, что диапир развит вдоль основного сместителя. В его опущенном, северном крыле резко нарастает мощность покровных суглинков. Здесь они содержат многочисленные обломки песчаников и фрагменты глин и аргиллитов, переотложенные с поднятого крыла. Горизонты погребённых палеопочв в переотложенных слоях отсутствуют, что свидетельствует о медленном характере движений по разлому, без резких вертикальных подвижек. В то же время, смещения современной почвы и покровных отложений свидетельствует о высокой современной подвижности разлома.

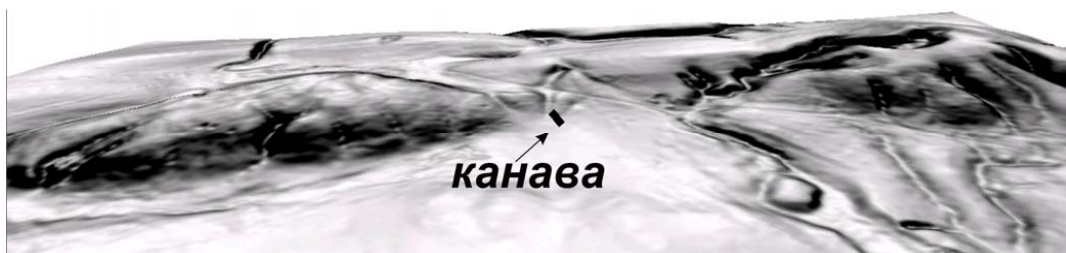


Рис. 6. Трёхмерная цифровая модель рельефа района проходки канавы, построенная на основе материалов лазерного сканирования выполненного ЗАО «НИПИ «ИнжГео»

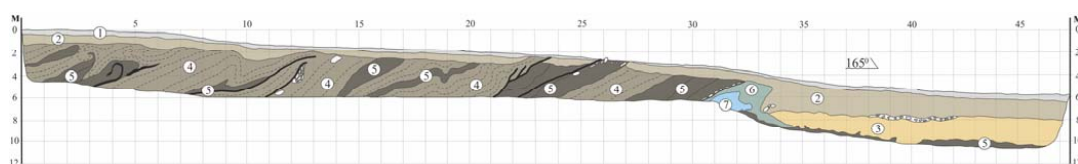


Рис. 7. Зарисовка стенки канавы пройденной вкрест простирания тектонического уступа в южном подножии Нефтяной горы

- 1 – почвенный покров (серозём); 2 – светло-серые пылеватые покровные суглинки; 3 – переотложенные буровато-коричневые, тяжелые, тугопластичные суглинки с щебней и дресвой песчаников; 4 – черные аргиллиты с примазками ярозита и запахом нефти, штриховыми линиями показана слоистость (майкопская серия); 5 – черные, тёмно-серые пластичные слоистые глины (майкопская серия); 6 – пёстрые (бурые, голубые) глины с щебнем, дресвой песчаников и примазками охры; 7 – голубые, пластичные глины с запахом сероводорода.
Черные линии – сместители с плоскостями скольжения.

На востоке Карабетовской антиклинальной гряды выделено три коротких разрыва, также тесно связанных с грязевым вулканизмом и диапировыми складками (рис. 8).

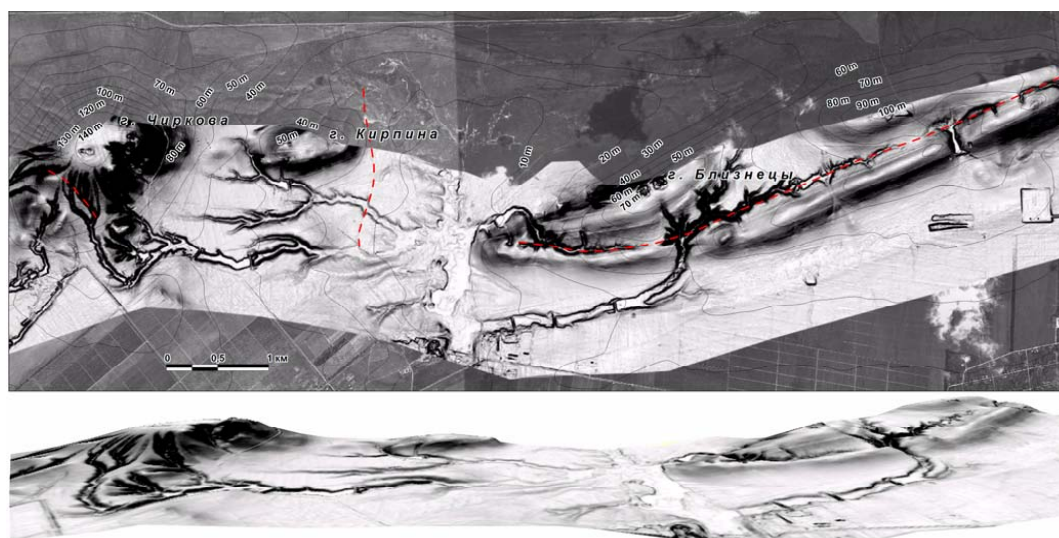
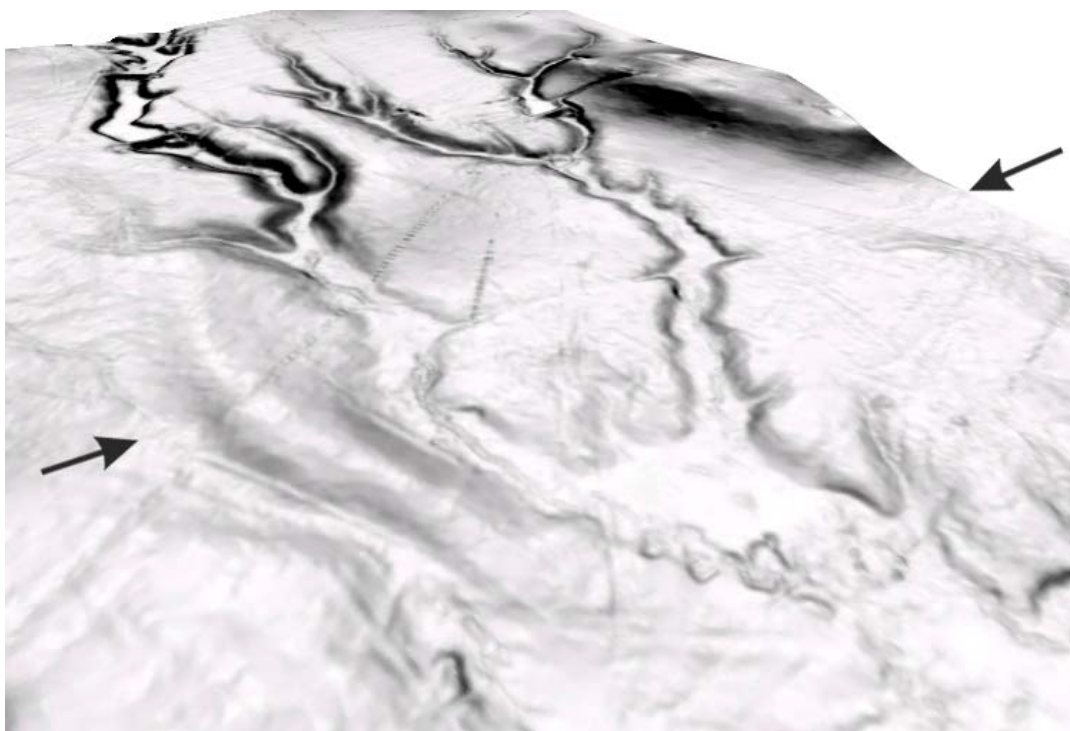


Рис. 8. Плоская и трёхмерная модели рельефа восточной части Карабетовской антиклинальной гряды, построенные на основе материалов лазерного сканирования выполненного ЗАО «НИПИ «ИнжГео» и космоснимка Ресурс-ДК. Штриховыми линиями показаны разломы.

В осевой части антиклинали г. Близнецы расположен разрыв взбросового типа нарушающий отложения от майкопских до позднемиоценовых [Кандауров и др., 2000]. Вдоль него прослежен тектонический контакт майкопских аргиллитов (обожжённых глин) и сарматских алевролитов. К нему приурочены грязевые источники и активные бугры пучения высотой от 0.5 до 2 м. О современном росте бугров свидетельствует задирание почвенного покрова вдоль их окраин.

В районе г. Кирпина по предположительному правосдвиговому смещению осевой плоскости Карабетовской антиклинальной гряды величиной около 1 км выделен предполагаемый (погребённый) разлом [Кандауров и др., 2000]. На поверх-

ности он проявлен линейной ложбиной, вдоль которой долины временных водотоков испытывают резкий правосторонний изгиб (рис. 9). Эта линейная ложбина прослеживается на плоской поверхности котловины, сложенной мощной (10 м и более) толщей покровных лёссовидных суглинков, которая разделяет антиклинали г. Кирпина и г. Близнецы. Поверхность котловины обнаруживает признаки опускания – здесь преобладает аккумуляция материала, сносимого с окружающих антиклинальных возвышенностей. Долины временных водотоков в пределах котловины имеют широкие, плоские днища, заполненные песчано-глинистыми осадками, без активных эрозионных врезов. Вкрест простирания ложбины была пройдена канава, в которой под мощным (до 1 м) степным серозёмом вскрыты лёссовидные суглинки со столбчатой отдельностью. Явных признаков тектонических деформаций в них не обнаружено, что может быть связано с вышеописанными обстоятельствами. Таким образом, несмотря на очевидные признаки сдвиговых смещений, природа этой ложбины осталась не ясной.



*Рис. 9. Трёхмерная модель рельефа, построенная на основе материалов лазерного сканирования выполненного ЗАО «НИПИ «ИнжГео» в районе г. Кирпина.
Между стрелками – поверхностное выражение предполагаемого разлома*

На юго-западном склоне грязе-вулканической горы Чиркова по дистанционным данным выделен короткий разлом северо-западного простирания (рис. 10). Здесь прослеживается линейный вал с поднятым юго-западным крылом, расположенным ниже по склону. Вдоль вала прослеживается линейная взрыхленная и растресканная полоса. Часто вдоль трещин наблюдаются небольшие бугры пучения высотой до 0,5 м. Длина трещин – до 3 м, ориентировка системы трещин – ССЗ. Не явно выраженная полигональная структура системы трещин указывает на их происхождение в основном в результате усыхания. Однако, по смещению краёв одной тре-

щины наблюдается правый сдвиг до 5 см. Также вдоль трещин наблюдаются следы временных грязевых источников. Судя по отсутствию растительности вдоль трещин, вода была солёной. Все эти признаки указывают на медленные современные смещения по короткому разрыву.

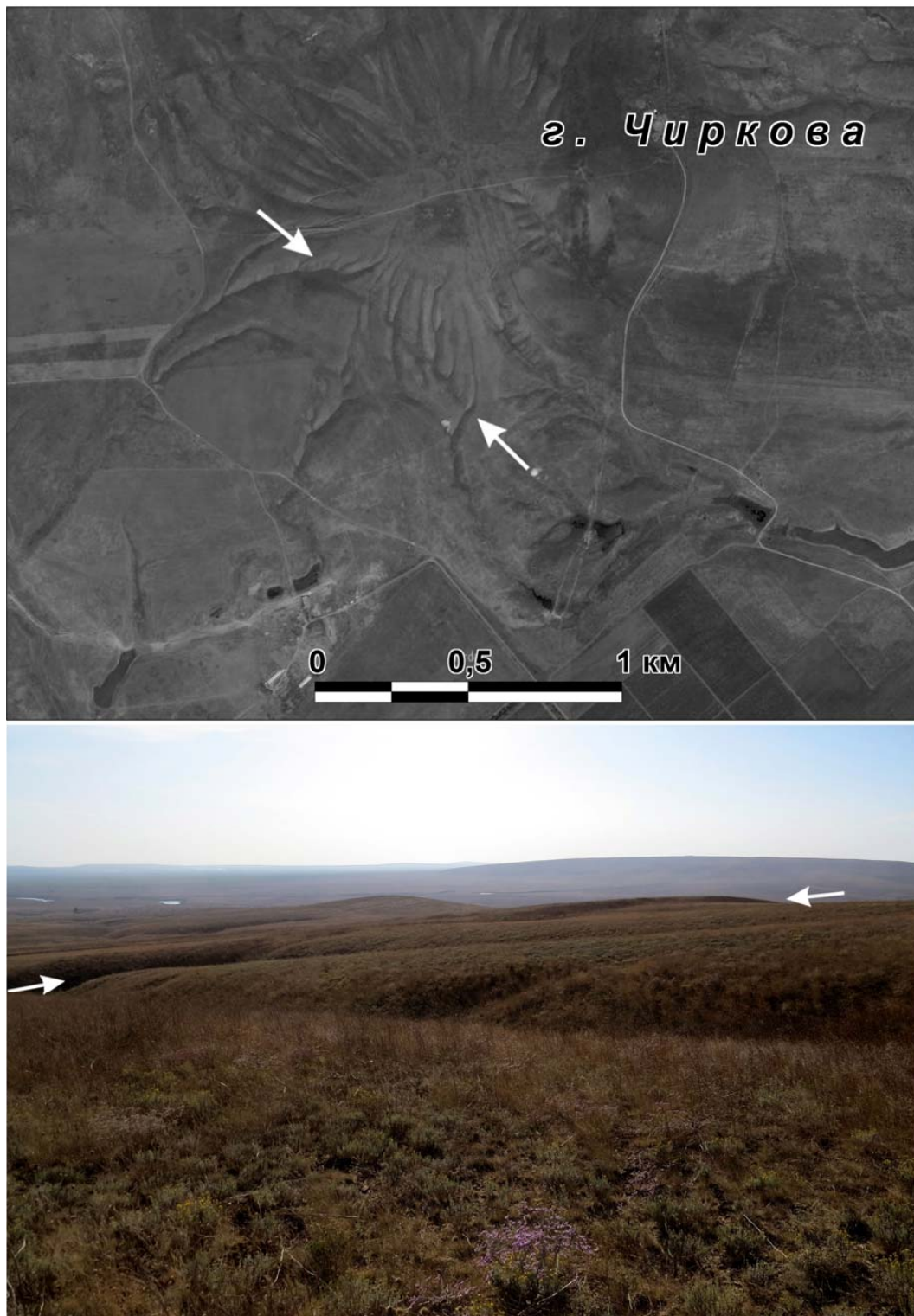


Рис. 10. Космоснимок QuickBird района горы Чиркова и фото вала на юго-западном склоне (между стрелками)

Таким образом, разлом на горе Чиркова имеет очень небольшую длину (около 600 м), но выразительно проявлен в рельефе. Этот короткий разрыв, по всей видимости, тесно связан с грязе-вулканической деятельностью и порождёнными ею изгибами поверхности горы Чиркова.

Заключение

Традиционно к опасным сейсмическим и тектоническим явлениям относятся собственно сейсмические сотрясения, вторичные эффекты (порожденные землетрясением оползни, обвалы и разжижения грунта), сеймотектонические разрывы, возникающие моментально, и медленные смещения по разломам. В процессе сеймотектонических исследований на Таманском п-ове выяснилось, что помимо этих явлений серьёзную опасность представляют также деформации связанные с грязе-вулканической деятельностью. Помимо медленного выделения газа, воды и грязи, грязевые вулканы демонстрируют и мощные взрывные извержения, сопровождаемые не только катастрофическими выбросами шлака и грязи, но и деформациями обширных участков земной поверхности. На поверхности при таких извержениях образуются разрывы, обнаруживающие большое сходство с сеймотектоническими. Сходство заключается, прежде всего, в импульсном характере подвижки и смещениях земной поверхности с устойчивой кинематикой вдоль всего разрыва.

Грязевые вулканы безусловно являются неблагоприятными участками для размещения любых инженерных сооружений. Кроме того, при исследованиях на Таманском п-ове выяснилось, что опасность представляют смещения по разломам, к которым приурочены грязевые вулканы. Эти разломы имеют небольшую длину в сотни метров – первые километры и трассируются за пределы грязе-вулканических построек. Они отличаются высокой современной подвижностью, с ними связаны разнообразные деформации земной поверхности, включая активные бугры пучения неясной природы.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 15-05-06197).

Литература

1. Кандауров А.С., Молчанов Е.Г., Брижатая Н.П. и др. Геологическая карта Таманского полуострова масштаба 1:100 000. Краснодар: ГУП «Кубаньгеология», 2000.
2. Корсаков С.Г., Зарубин В.В. Геологическая карта РФ масштаба 1:200 000. Изд. 2-ое. Серия Кавказская, листы L-37-XIX, L-37-XXV (Тамань). Ессентуки: Кавказгеолсъёмка, 2001.
3. Кухарев И.Л., Соколов А.А., Шереметьев В.М., Лозовой С.П. Геологическое описание последствий взрыва вулкана Карабетова. // V международный семинар «Стихия –2002», Севастополь, 2002. С. 112-114.
4. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 483 с.
5. Несмеянов С. А., Измайлов Я. А. Тектонические деформации черноморских террас Кавказского побережья России. М.: ПНИИИС, 1995. 239 с.
6. Овсяченко 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.

7. Овсюченко А.Н., Шварев С.В., Ларьков А.С., Мараханов А.В. Следы сильных землетрясений Керченско-Таманского региона по геологическим данным. // Вопросы инженерной сейсмологии. 2015. Т.42, № 3. С. 33-54.

8. Самулева В.И., Балакина А.А., Алейникова П.К. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Крымская, листы L-37-XIX/XXV (Керчь). Ред. М.В. Муратов. К.: Киевгеология, 1970.

9. Собисевич А.Л., Горбатиков А.В., Овсюченко А.Н. Глубинное строение грязевого вулкана горы Карabetова. // Доклады АН, 2008. Т. 422, № 4. С. 542-547.

10. Трифонов В.Г., Кожурин А.И. Проблемы изучения активных разломов. // Геотектоника. 2010. № 6. С. 79-98.

11. Шарданов А.Н. Тектоническая карта Краснодарского края. // Вопросы тектоники нефтегазоносных областей. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 149-157.

12. Шнюков Е.Ф., Аленкин В.М., Путь А.Л. и др. Геология шельфа УССР. Керченский пролив. Киев: Наукова думка, 1981. 160 с.

13. Шнюков Е.Ф., Шереметьев В.М., Маслаков Н.А., Кутний В.А., Гусаков И.Н., Трофимов В.В. Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона. Краснодар: Глав-Медиа, 2006. 176 с.

GEOLOGICAL RESEARCHES FOR ENDOGENOUS NATURAL HAZARDS OF THE TAMAN PENINSULA

© 2016 A.N. Ovsyuchenko, Sc. Candidate (Geol.), A.I. Sysolin

Schmidt Institute of Physics of the Earth of RAS, 123995, Moscow, B. Gruzinskaya 10,
e-mail: ovs@ifz.ru

Except for the earthquakes, essential hazard on Taman peninsula is represented with mud volcanoes. Besides slow liberation of gas, water and a mud, volcanoes show also powerful explosive eruptions. On an example of a Karabetova mud volcano it is shown, that on a surface at such eruptions the fissures which are finding out the big similarity with seismic ruptures are formed. Hazard is represented also with displacement on faults for which mud volcanoes are dated. These faults have small length (hundreds meters – the first kilometers), but differ high modern activity and are traced for limits of mud-volcanic constructions.

Keywords: Taman peninsula, mud volcanoes, active faults, natural hazards.