

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСОБЕННОСТЕЙ АКТИВНОЙ ТЕКТониКИ ВОСТОЧНОЙ ВЕТВИ СЮНИКСКОЙ СТРУКТУРЫ PULL-APART.

© 2017 г. С.В. Баласанян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: sergeybalasanyan6@gmail.com
Поступила в редакцию 04.09.2017г.*

В 2016 году, в рамках проекта Laboratoires Internationaux Associés (LIA), были проведены детальные исследования с целью картирования активных разломов восточной ветви Сюникской структуры pull-apart. Полевые обследования были проведены на 3 участках, расположенных на скарпах разломов восточной ветви структуры pull-apart к северу от озера “Севлич”. Здесь два главных разлома формируют между собой крупную депрессию шириной от 0,8 до 1,3 км, вытянутую в направлении север-юг. Между главными разломами имеются 3-4 ветви второстепенных разломов, также имеющих компоненту правостороннего сдвига и сброса. Горизонтальные правосдвиговые смещения по второстепенным разломам достигают 50 м. Были составлены топографические профили рельефа с разрешением 1.5-2 м вдоль нескольких второстепенных скарпов активных разломов. На профилях выделяются хорошо выраженные вертикальные аномалии топографии на скарпах разломов, а также фиксируется наличие небольших приразломных депрессий. Кроме того, скарпы второстепенных разломов пересекают многочисленные древние курганы и стены, осмотр которых не выявил каких-либо деформаций, которые можно было бы связать с подвижками при сильных землетрясениях.

Как показали исследования ИГН НАН РА в 2015 г. (в рамках Франко-Армянского проекта совместной научной лаборатории Laboratoires Internationaux Associés (LIA), NHASA Project - Natural Hazards and Adaptation Strategies in Armenia, from 10 000 BC onward), западная ветвь Сюникской структуры pull-apart проявляла тектоническую и сейсмическую активность в совсем недавнем историческом прошлом. В трех пунктах на ней были зафиксированы горизонтальные смещения кургана, датированного XII-XI веками до РХ, и стены загон для скота такого же возраста с амплитудой 7.5-8 м. Результаты комплексных изысканий позволили сделать вывод о том, что смещения образовались во время землетрясения в 368 году н.э. с магнитудой $M=7.5$ (Karakhanyan et al., 2016). Следует отметить, что, в регионе Сюникской структуры pull-apart уже неоднократно проводились исследования (Karakhanyan et al., 2002; Трифонов и Караханян, 2008; Avagyan, 2013; Davtyan, 2007; Karakhanian et al., 2004; Ritz et al., 2013).

Основные задачи полевых работ в 2016 году сводились к следующему:

а) выяснить, проявились ли поверхностные разрывы от сильного землетрясения 368 года н.э. или других сейсмических событий на Восточной ветви, как это было на Западной;

б) определить наличие следов других сильных землетрясений на Восточной ветви. Для этого нами были проведены следующие исследования:

1. Детальное картирование активных разломов Восточной ветви структуры pull-apart к северу от озера “Севлич”.

2. Визуальное обследование расположенных на скарпах археологических объектов и определение наличия следов их деформации при возникновении поверхностных разрывов в процессе реактивации активных разломов восточной ветви.

3. Проведение раскопок археологических сооружений в зоне активных разломов восточной ветви Сюникской структуры pull-apart, там, где это могло быть связано с наличием сильных сейсмических событий в прошлом.

Для выполнения 1-го пункта исследований с помощью анализа данных аэрофотосъемки были выбраны 3 участка исследований, расположенные на скарпах разломов восточной ветви к северу от озера “Севлич” (рис.1).

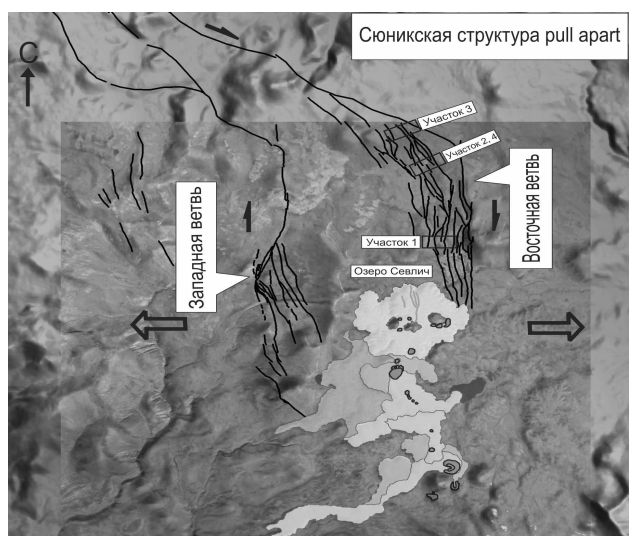


Рис.1. Сюникская структура pull-apart. На линиях разломов прямоугольниками выделены участки полевых работ в 2016г.

Участок 1.

Участок расположен к северу от озера “Севлич”. Здесь два главных разлома, ограничивающих Восточную ветвь структуры pull-apart, формируют между собой крупную депрессию, вытянутую в направлении северо-юг (рис.2). Ширина депрессии колеблется от 0.8 до 1.3км. Оба главных разлома имеют компоненты правого сдвига и сброса, причем вертикальная компонента превышает горизонтальную и составляет 40-45м. Между главными разломами имеются 3-4 ветви второстепенных разломов, также имеющих компоненту правостороннего сдвига и сброса.

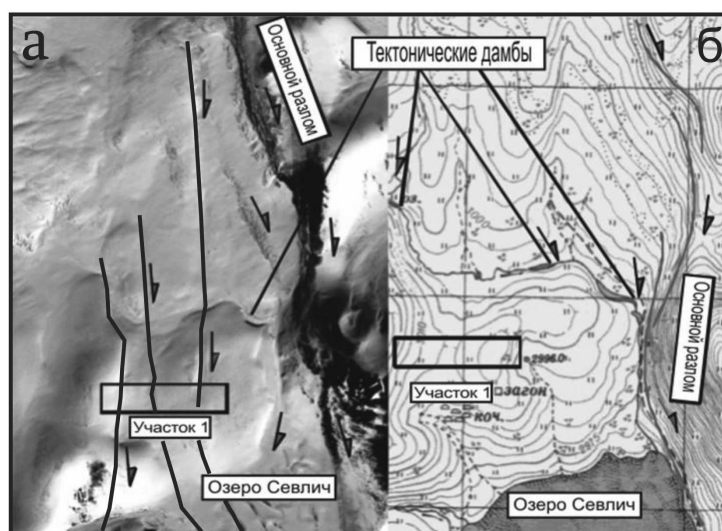


Рис.2. а – космоснимок участка 1; б – топографическая карта масштаба 1:25000 местности близлежащей к участку 1.

Сбросовые вертикальные подвижки по второстепенным разломам образовали небольшие тектонические дамбы с небольшими запруженными водными бассейнами перед ними. Горизонтальные правосдвиговые смещения по второстепенным разломам достигают 50м (рис.3).

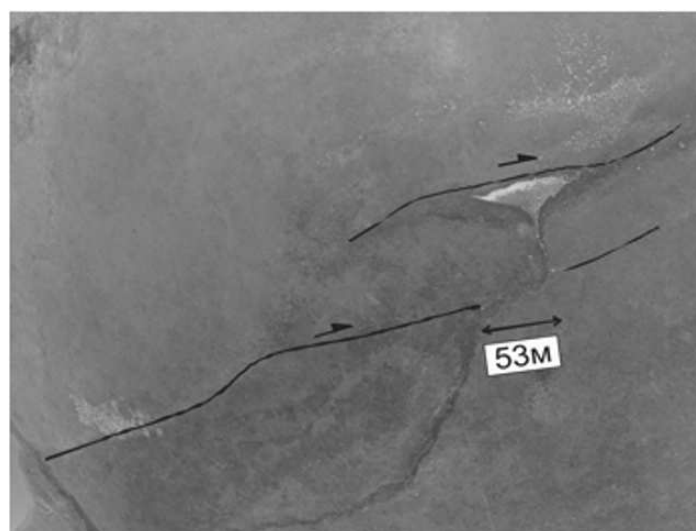


Рис.3. Горизонтальные правосдвиговые смещения по второстепенным разломам на участке 1. Снимок с дрона.

Скары второстепенных разломов пересекают многочисленные древние курганы и стены. Осмотр стен и курганов не выявил каких-либо деформаций, которые можно было бы связать с подвижками при сильных

землетресениях. Поперек второстепенных скарпов активных разломов был проведен детальный топографический профиль с разрешением 1.5-2м (рис.4).

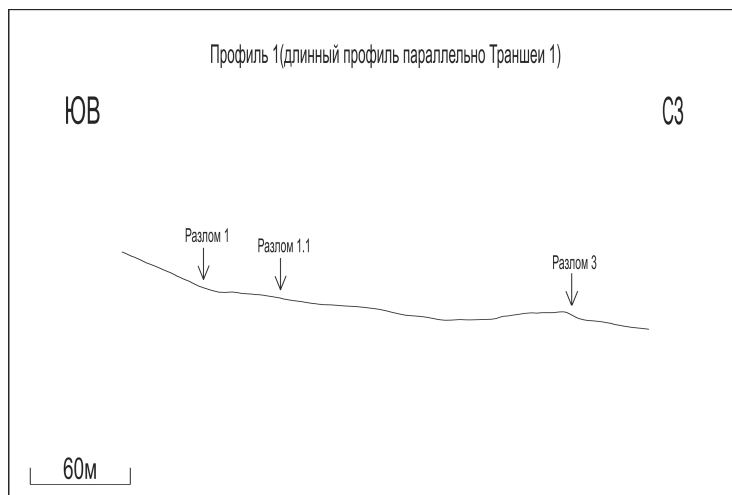


Рис.4. Топографический профиль рельефа на участке 1 (вдоль скарпов второстепенных разломов).

Профиль продемонстрировал хорошо выраженные вертикальные аномалии топографии на скарпах разломов, а также наличие многочисленных небольших депрессий, вытянутых длинной осью вдоль направлений разломов. 2-й и 3-й участки расположены к северу от участка 1 на расстоянии 3 и 4км, соответственно. На этих участках главные разломы восточного фланга Сюникской структуры pull-apart изменяют простирание в направлении север-запад, однако сохраняют ту же внутреннюю структуру (рис.5). Фланговые разломы с правосдвиговой и сбросовой компонентой смещения ограничивают депрессию длиной 2км и шириной 0.92 -0.95км. Амплитуды вертикального смещения по главным разломам меньше, чем на участке 1, и составляют 10-12м. Геометрия зоны северо-восточной ветви главного разлома демонстрирует отчетливый левосторонний тренд отдельных скарпов поверхностных разрывов. Внутри депрессии имеются разломы с меньшей амплитудой вертикальных и горизонтальных смещений. Вдоль разломов вытянуты небольшие приразломные депрессии.

Участок 2.

На территории участка 2 зона северо-восточной ветви главного разлома состоит из двух сегментов 1 и 2, расположенных на расстоянии 140м друг от друга. Вертикальная амплитуда смещений по сегменту 1 составляет 4-5м, а по сегменту 2 - 9-12м. Между этими сегментами и вдоль них расположены многочисленные археологические сооружения (курганы, стены), осмотр которых не выявил смещений и сейсмодиформаций от сильных землетрясений.

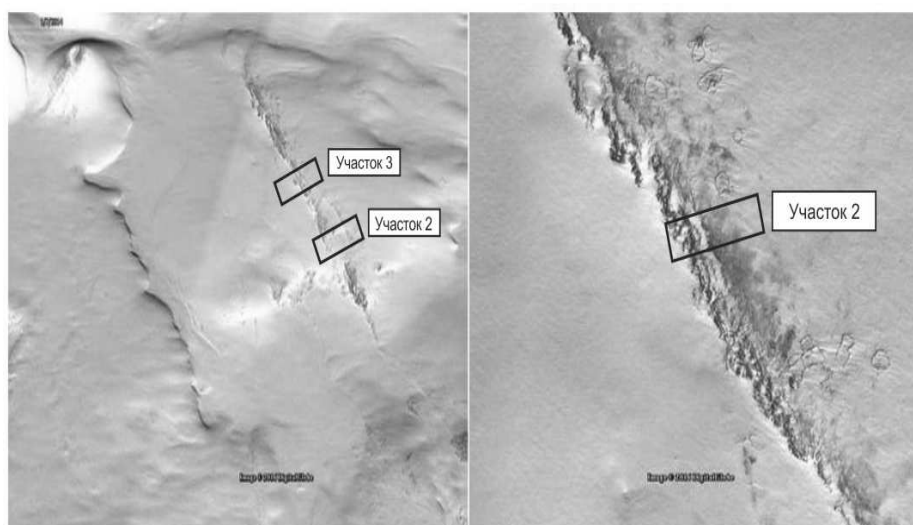


Рис.5. Космоснимки участков 2 и 3 в зоне полевых работ на восточной ветви Сюникской структуры pull-apart.

Поперек сегментов 1 и 2 был проведен подробный топографический профиль с резoluцией 1.5 – 2м. На профиле хорошо фиксируются значительные топографические аномалии в местах скарпов разломов сегментов 1 и 2, а также приразломных депрессий.

Участок 3.

Расположен в 1км к северо-западу от участка 2, на сегменте 3 северо-восточной ветви главного разлома. Поперек сегмента 3 и 2 был проведен топографический профиль высокой резoluции.

На участке 3 - вдоль скарпа разлома 2 и на юго-восточном продолжении скарпа разлома 3 - имеется большое количество археологических сооружений (могильных курганов и остатков стен). Ниже приводится описание раскопок одного из курганов, насыпь которого была расположена прямо на продолжении скарпа разлома. Диаметр кургана (по оси запад – восток) – 8,4м. Гомогенная насыпь кургана целиком состоит из фрагментов андезито-базальтовых плит, совершенно лишена почвенного покрова или заполнения. Насыпь покрывали бессистемно уложенные естественные плиты, образующие перекрытие камеры. Последняя представляла собой грунтовую камеру размерами 1,35м x 1,20м, ориентированную по оси СЗ – ЮВ (рис.6а).

Камера была заполнена обломками плит, среди которых на разных отметках встречены многочисленные фрагменты керамики и мелкие фрагменты костей скелета. Наряду с керамикой, инвентарь погребения составляют бронзовый черенковый наконечник стрелы (длина - 6,45см, вес - 7,9г), сердоликовые и пастовые бусы (рис.6б). Датирующими элементами

комплекса являются прежде всего керамика и наконечник стрелы. По морфологии, декору и технике изготовления сосуд полностью аналогичен образцам керамики, в частности, кургана Гехакара (A.Karakhanyan et al., 2016). На основании аналогий, данный курган предварительно может быть отнесен к временному периоду раннего железа и датирован XII – XI вв. до н.э.



Рис.6. а–вскрытая грунтовая камера кургана; б–археологические артефакты, найденные в камере кургана(фрагменты керамического сосуда, бронзовый черенковый наконечник стрелы, сердоликовые бусы).

Следует отметить, что скарп основного разлома восточной ветви Сюникской структуры pull-apart южнее озера “Севлич” перекрывается Каркарским вулканическим лавовым потоком 2-ой генерации. Именно отсюда (рис.7) были отобраны образцы для проведения **Ar-Ar** анализа в лаборатории Орегонского университета. В итоге были получены следующие результаты по датировке: базальтовый трахиандезит (3-3-10) $\leftrightarrow$ 8.3ka ($\pm 2\sigma = \pm 1.5$)

Таким образом, во время полевых работ 2016г. обследование многочисленных древних археологических сооружений (могильные курганы и стены загона для скота из лавовых блоков), расположенных прямо на скарпах активных разломов восточной ветви Сюникской структуры pull-apart (в зоне участков 1-3), не выявили явных признаков археосейсмической активности района исследований в течение последних 3100-3200лет. Более того, результаты **Ar-Ar** анализа отодвигают временную планку периода отсутствия сильных землетрясений в районе наших исследований еще на 8.3ka ($\pm 2\sigma = \pm 1.5$).



Рис.7. Участок, где лавовый поток перекрывает скарп разлома. Выделено место взятия образца для анализа **Ar-Ar**.

В заключение отметим контрастное различие сейсмической и тектонической активности на 2-х ветвях Сюникской структуры pull-apart:

а) на западной ветви структуры pull-apart были зафиксированы горизонтальные смещения кургана и стены загона для скота амплитудой 7.5-8м, образовавшиеся во время землетрясения 368 года после РХ с магнитудой $M=7.5$ (Karakhanyan et al., 2016);

б) на восточной ветви структуры pull-apart нет признаков проявления сильной сейсмичности, по крайней мере в течение $8.3\text{ka} (\pm 2\sigma = \pm 1.5)$.

Благодарности

Автор выражает благодарность: своему научному руководителю А.С. Караханяну за помощь в планировании исследования, а также за ценные советы и рекомендации по оформлению статьи; Х.Б.Меликсетяну за предоставленный для $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования образец Каркарского лавового потока 2-ой генерации; Р.С. Бадалян за помощь в раскопках и дальнейшей интерпретации полученных археологических данных; отдельную благодарность Г.А. Алавердяну за проведение аэрофотосъемки местности. Также автор выражает благодарность Т.Е.Григоряну, С.С.Варданяну и М.П.Мартirosяну за помощь в проведении топографических профилей рельефа. Отдельную благодарность автор выражает А.В.Авакяну за рецензию статьи и полезные советы.

Լիտերատուրա

- Трифонов В. Г., и Караханян А.С., 2008. Динамика Земли и развитие общества. Труды Геологического института РАН (рецензенты – Д. В. Рунквист, А. М. Городницкий), вып. 585. ОГИ, Москва, 435с.
- Avagyan A. Subsurface manifestation of active faults in environment / Doctoral thesis, IGS of NAS RA, 2013, 292p.
- Davtyan V. Active faults of Armenia: slip rate estimation by GPS, paleoseismological and morphostructural data. PhD Thesis, Montpellier II University, France, 2007, 210p.
- Karakhanyan A., Badalyan R., Harutyunian A., Avagyan A., Philip H., Davtyan V., Alaverdyan G., Makaryan K., Martirosyan M. Archaeoseismological studies at the Pambak-Sevan-Syunik fault system, Armenia, in Sorkhabi, R., ed., Tectonic Evolution, Collision, and Seismicity of Southwest Asia: In Honor of Manuel Berberian's Forty Years of Research Contributions: Geological Society of America Special Paper 525-15, 2016, p.21.
- Karakhanyan A., Djrbashyan R., Trifonov V., Philip H., Arakelyan S., Avagyan A. Holocene-historical volcanism and active faults as natural risk factors for Armenia and adjacent countries. Journal of Volcanology and Geothermal Research 133 (2002).
- Karakhanyan A., Djrbashyan R., Trifonov V., Philip H., Arakelyan S., Avagyan A., Baghdassaryan A., Davtyan V. Active volcanoes and volcanic hazard in the Armenian highland and adjacent areas / NAS of RA, Earth sciences, 2004, LVII, N1: p.3-24. (in Russian).
- Ritz J., Mkrtchyan M., Avagyan A., Nazari H., Karakhanyan A., Blard P., Mahan S., Peyret M., Doerflinger E., Vernant P. Impact of active faulting and large earthquakes on the landscape of Syunik and Shirak regions, Colloque LIA HEMHA: "Environments and Societies in the Southern Caucasus during the Holocene", Lyon, p.28-29 Nov. 2013.

Рецензент А. Авакян

ՄՅՈՒՆԻՔԻ “PULL-APART” ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԱՐԵՎԵԼՅԱՆ ՃՅՈՒՂԻ ԱԿՏԻՎ ՏԵԿՏՈՆԻԿԱՅԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

Ս.Վ. Բալասանյան

Ամփոփում

2016թ. ընթացքում կատարված դաշտային աշխատանքների ժամանակ Սյունիքի “փուլ-ապարտ” կառուցվածքի արևելյան ճյուղի ակտիվ խզվածքների սկարպերի (1-3 տեղամասերում) վրա տեղակայված բազմաթիվ պատմամշակութային կոթողների (կուրգաններ և լավային բլուրներից կազմված անասնատեղի պատեր) ուսումնասիրությունը և հետազոտությունը ի հայտ չբերեցին հետազոտվող տեղամասերի հնէասելյամիկ ակտիվության բացահայտ նշաններ վերջին 3100-3200 տարիների ընթացքում: Դեռ ավելին, *Ar-Ar* վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ մեր հետազոտությունների տեղամասում բացակայում են ուժեղ երկրաշարժեր արդեն մոտ 8.3ka ($\pm 2\sigma = \pm 1.5$):

Ամփոփելով նշենք, որ Սյունիքի “pull-apart” կառուցվածքի արևմտյան և արևելյան ճյուղերի սելամիկ և տեկտոնիկ ակտիվության միջև կա հակադրական տարբերություն.

ա) Սյունիքի “փուլ-ապարտ” կառուցվածքի արևմտյան ճյուղի վրա արձանագրվել են կուրգանի և անասնատեղի պատերի հորիզոնական

տեղաշարժեր 7.5-8մ: Այս տեղաշարժերը ձևավորվել են մ.թ. 368թ. տեղի ունեցած երկրաշարժի (ուժգնությունը $M=7.5$) հետևանքով;

բ) Սյունիքի “փուլ-ապարտ” կառուցվածքի արևելյան ճյուղի վրա ուժեղ սեյսմիկություն չի դրսևորվում 8.3ka ($\pm 2\sigma = \pm 1.5$) ժամանակահատվածի ընթացքում:

THE RESULTS OF STUDY OF THE TECTONIC FEATURES OF THE EASTERN BRANCH OF THE SYUNIK PULL-APART STRUCTURE.

S.V. Balasanyan

Abstract

During the field studies of 2016, the survey and examination of numerous ancient archaeological structures (burial mounds and cattle-enclosure walls made of lava blocks), located directly on the scarps of active faults in the eastern branch of the Syunik pull-apart structure (at Sites 1-3) did not reveal any obvious signs of archeoseismic activity within the study area during the last 3100-3200 years. Moreover, the results of **Ar-Ar** analysis suggest that strong earthquakes have not occurred in the study area since 8.3 ka ($\pm 2\sigma = \pm 1.5$). In conclusion, the contrasting difference of the seismic and tectonic activities between the eastern and western branches of the Syunik pull-apart structure is noted.

- a. On the western branch of the Syunik structure, horizontal displacements of a mound and cattle enclosure walls by 7.5-8m were recorded (produced by a 7.5_{mb}- magnitude earthquake in 368 A.D.);
- b. On the eastern branch of the Syunik structure, no signs of strong seismicity were manifested during 8.3 ka ($\pm 2\sigma = \pm 1.5$).