

УДК 551.24

## СЕЙСМОГЕННЫЕ МОРФОСТРУКТУРЫ ЮЖНОГО СКЛОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Попков В. И., Крицкая О. Ю., Остапенко А. А., Дементьева И. Е.,  
Быхалова О. Н.

SEISMIC MORPHOSTRUCTURE SOUTHERN SLOPE NORTHWEST CAUCASUS

Popkov V. I.<sup>\*</sup>, Kritskaya O. Y.<sup>\*</sup>, Ostapenko A. A.<sup>\*</sup>, Dementieva I. E.<sup>\*</sup>, Byhalova O. N.<sup>\*\*</sup><sup>\*</sup> Kuban State University, Krasnodar, 350040, Russia<sup>\*\*</sup> State Nature Reserve "Utrish", Anapa, 353445, Russia

e-mail: geoskubsu@mail.ru

*Abstract.* Seismogravitational strain considered the Black Sea coast. It is shown that from Succo Vill. to Myskhako Cape southern slope of the North-West Caucasus has undergone total seismotectonic processing. Field studies and interpretation of satellite images allowed for a detailed map of the southern slope deformations seismogravitational Northwest Caucasus, have updated the morphometric parameters, examine the nature of the data making up the deposits, as well as spend typing patterns and outline the sequence of their formation.

There are two main types of deformations defining morforstruktural appearance described territory. The first type is difficult seismic excited gravitational flows completely disintegrated bedrock (Paleogene flysch) and consequent landslides-detruziv with great energy. These include most of the studied structures. The second type is typical consequent landslides slip with block structure. Development, they are generally at the periphery seismogravitational large deformations.

The results show repeated manifestation of seismic events in the study region. The extent of changes in the landscape indicate their high energy class and the probability of finding the centers of earthquakes at the junction of the North-West Caucasus and Black Sea basin within or very close to the territory considered. It is suggested that the high modern geodynamic activity in the region is related to the tectonic structures underthrusting bottom of the Black Sea under the fold-orogenic structures Caucasus. Identified cases of overlapping terraces Quaternary landslide bodies are talking about a very young age significantly last significant seismic events.

*Keywords:* seismotectonics, seismogravitational strain, landslides, morphological structure

### Введение

Зона сочленения складчато-орогенных сооружений Северо-Западного Кавказа и Черноморской впадины характеризуется высокой современной геодинамической активностью, обусловленной продолжающимся продвижением на север-северо-восток Аравийской плиты [1, 2 и др.]. Последнее привело к формированию здесь Туапсинского краевого прогиба и кайнозойской аккреционной призмы, образованной, вероятно, в результате поддви-

га черноморских структур под Кавказ [3, 4]. Одним из наиболее активных является участок Черноморского побережья между Анапой и Новороссийском. Здесь же сосредоточены уникальные для южного склона Кавказа крупные обвально-оползневые структуры, которые по ряду характерных признаков можно отнести к сейсмогравитационным деформациям.

Несмотря на масштабность этого явления, изучены деформации недостаточно. Нет един-

Попков Василий Иванович, д-р геол.-минер. наук, профессор декан геологического факультета Кубанского государственного университета; e-mail: geoskubsu@mail.ru

Крицкая Оксана Юрьевна, канд. геогр. наук, доцент кафедры региональной и морской геологии Кубанского государственного университета; e-mail: oksana\_krit@mail.ru

Остапенко Андрей Александрович, канд. геогр. наук, доцент кафедры региональной и морской геологии Кубанского государственного университета; e-mail: geoskubsu@mail.ru

Дементьева Ирина Евгеньевна, старший преподаватель кафедры геофизических методов поиска и разведки Кубанского государственного университета; e-mail: dementeva\_ie@mail.ru

Быхалова Ольга Николаевна, заместитель директора по научной работе Государственного природного заповедника "Утриш"; e-mail: bykhalovao@mail.ru

Работа выполнена при поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края (13-05-96507 р\_юг\_а).

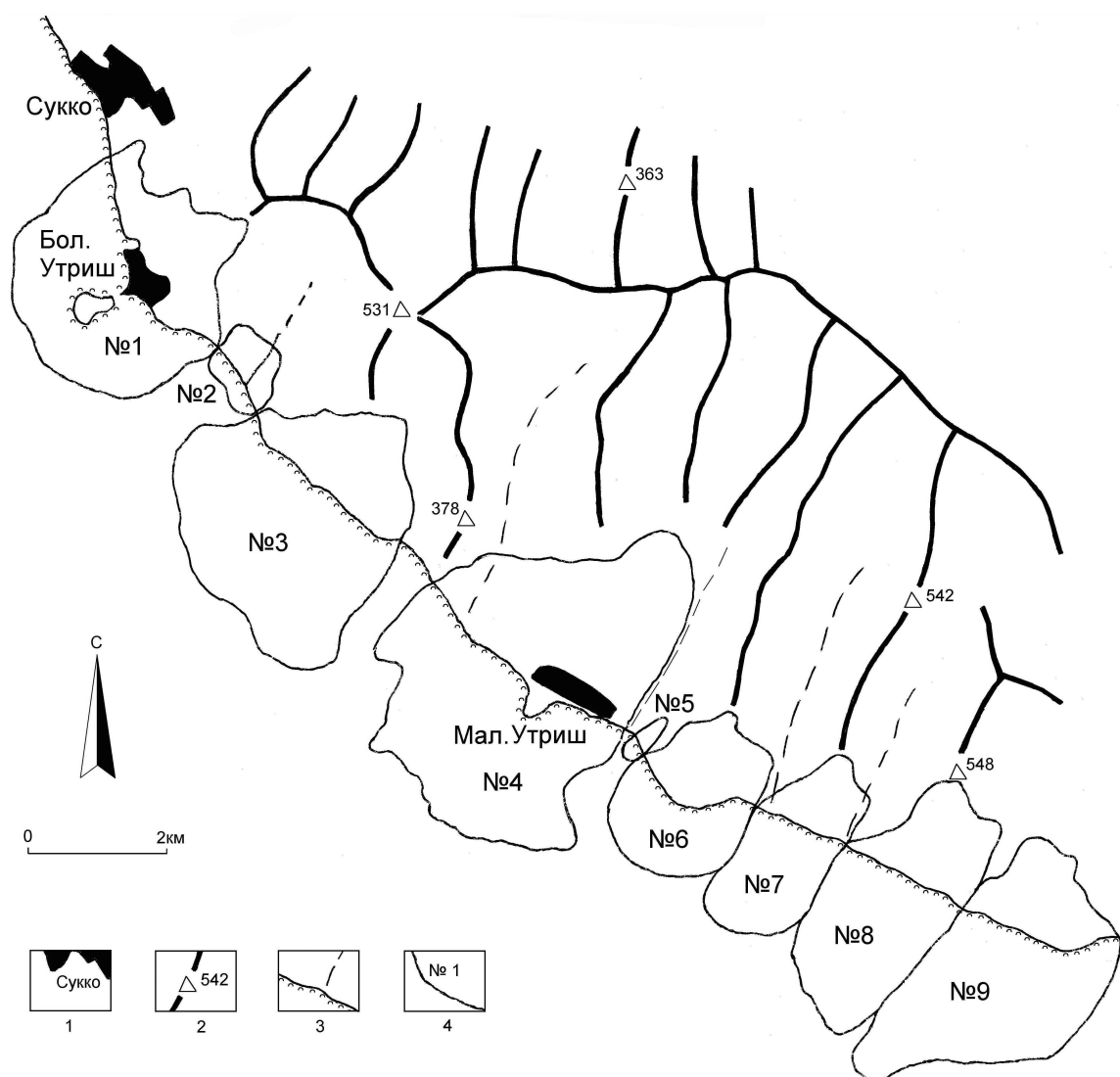


Рис. 1. Схема сейсмогравитационных деформаций побережья п-ова Абрау:  
 1 — населенные пункты; 2 — водоразделы и абсолютные отметки высот; 3 — береговая линия и тальвеги ущелий; 4 — наиболее крупные сейсмогравитационные деформации

ства среди исследователей во взглядах не только о количестве деформаций, их границах, но и о генезисе и условиях образования. При этом диапазон мнений достаточно широк: одни авторы считают их сеймотектоническими, другие — сугубо гравитационными [5–9 и др.].

Проведенные авторами в 2014–2015 гг. полевые исследования, а также дешифрирование космических снимков позволили составить детальную карту сейсмогравитационных деформаций южного склона Северо-Западного Кавказа, существенно уточнить их морфометрические параметры, изучить характер слагающих данные образования отложений, а также провести типизацию структур

и наметить последовательность их образования.

### 1. Основные типы сейсмогенных деформаций

В пределах исследованной территории получили широкое распространение сейсмогравитационные деформации, которые с большой очевидностью связаны с произошедшими здесь в недавнем геологическом прошлом сильными землетрясениями [8]. Даже поверхностные исследования дают возможность увидеть, что данными процессами была охвачена здесь почти вся территория, а смещения на склонах, вызванные сейсмическими толчками, являются ведущим фактором формиро-



Рис. 2. Внутренняя структура сейсмогравитационных потоков

вания современного рельефа, экзогенных геологических процессов и в целом ландшафтов данной территории.

Установлено, что южный склон Северо-Западного Кавказа на участке Черноморского побережья между устьем р. Сукко и м. Мысхако подвергся тотальной сейсмотектонической переработке (рис. 1). Сейсмогравитационные деформации достаточно четко выделяются в рельефе и на космоснимках. В верхней части склона расположены оползневые цирки, стенки отрыва и рвы отседания, в настоящее время в той или иной степени уже переработанные экзогенными процессами.

Намечается два главных типа деформаций, определяющих морфоструктурный облик описываемой территории. Первый тип — сложнопостроенные сейсмически возбужденные гравитационные потоки полностью дезинтегрированных коренных горных пород (палеогеновый флиш) и консеквентно-детрузивные оползни с большой энергией. К ним относится большая часть изученных структур. Второй — типичные консеквентные оползни скольжения, имеющие блоковое строение, как правило, развитые на периферии крупных сейсмогравитационных деформаций.

Сейсмогравитационные потоки состоят из отдельных разноразмерных оползневых тел, усложняющих их строение и отражающих, возможно, многоэтапность процесса об-

разования. Сложены они песчано-глинисто-щебенистым материалом, представляющим собой своеобразный матрикс, в который включены совершенно не окатанные обломки и глыбы песчаника и алевролита, а также блоки коренных пород, сохранивших свою исходную слоистую структуру (рис. 2). Размеры последних достигают нескольких десятков метров. Языки оползневых тел, подходящих к береговой линии, легко разрушаются волнами, тонкообломочный материал уносится в море, а на пляже остаются остроугольные глыбы.

Для обвально-оползневых тел характерен типичный для таких образований бугристый рельеф, отчетливо читающийся на космоснимках. Хорошо индицирует эти структуры и эрозионная сеть. Более древние и проработанные эрозионные долины коренных склонов резко срезаются границами отрыва, в пределах оползневых тел они отсутствуют. Здесь может иметь место своя сеть небольших слабо выраженных более молодых временных водотоков.

Выделяется три крупных сейсмогравитационных потока: Утришский, Малый Утришский и заключенный между ними Лагунный (на рис. 1 №№ 1, 4 и 3 соответственно). Причем самым крупным принято считать древний оползень в районе м. Утриш. Изучение прибрежных батиметрических карт показало, что значительная часть оползневых тел

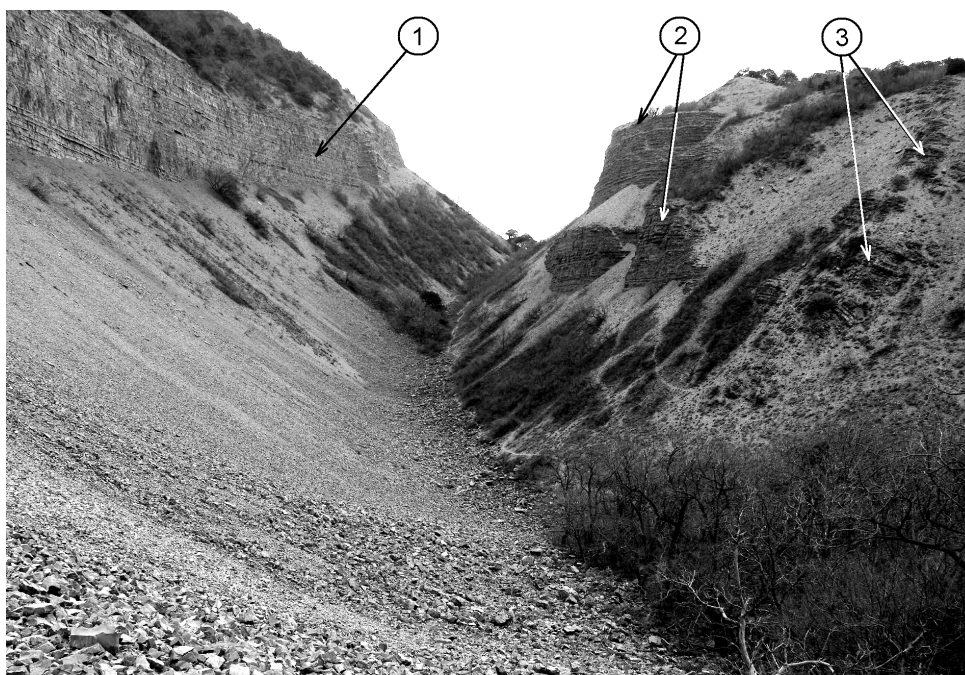


Рис. 3. Сейсмотектонический ров района Большого Утриша: 1 — верхняя стенка тектонического уступа; смещенные (2) и запрокинутые в сторону моря (3) блоки

располагается в море, формируя крупные веерообразно-мозаичные подводные формы рельефа на продолжении обоих Утришских мысов, прослеживающиеся до глубины 50 м. Амплитуда высот у всех обвальнo-оползневых структур примерно одинаковая — около 500 м (включая подводную часть). При этом наиболее крупным оказался Мало-Утришский оползень. Его длина (включая подводную часть) — 5,1 км при максимальной ширине 3,6 км.

Размеры Утришского оползня: длина — 3,3 км, ширина — 3,1 км. В верхней его половине располагается живописная стенка сейсмогенного отрыва высотой около 100–120 м (рис. 3). Утришский уступ резко несогласно разрезает древний рельеф морского склона, а также является зоной отрыва более молодой части Большого Утришского оползня. В бортах этого уступа представлены практически не нарушенные породы палеогенового флиша, ниже они прикрыты мощным коллювиальным шлейфом, а выше расположены сильно раздробленные массы с многочисленными трещинами и отдельными блоками коренных пород. По-видимому, последняя часть подверглась раздроблению и дезинтеграции на более ранних этапах развития данной структуры.

Между ней и отсевшим к югу блоком находится ров шириной в 100 м. Эту стенку

принято считать северной границей оползня. Однако полевые наблюдения и материалы космofотосъемки показали, что и выше стенки отрыва поверхность склона также имеет типичный оползневой рельеф. Здесь отмечается обширное понижение с бугристой поверхностью и отдельными отторженцами, отделившимися от основного склона по более древней линии отрыва, располагающейся выше по склону. Все это свидетельствует о более молодом времени образования нижнего отрыва, рассекшего основной оползень. Уверенно прослеживается данный отрыв как к северо-западу, так и юго-востоку от Утришского оползня примерно от меридиана п. Варваровка до Лобановской щели, осложняя на всем протяжении более ранние сейсмодетформации. Восточнее он проявляется не столь отчетливо, отделяя более крутой склон горного сооружения от слабонаклонной прибрежной полосы, сложенной дезинтегрированной массой горных пород. Его образование, несомненно, связано с более поздними крупными сейсмическими событиями.

Между сейсмогравитационными Утришскими структурами в районе так называемых лагун расположен еще один оползень. Его ширина 3,3 км, длина — 3,5 км. В пределах суши он отличается также хорошо выраженным бугристым рельефом. Слагающие его

более мелкие оползневые тела в виде языков вдаются в море. Между ними образуются заливы, отделенные в настоящее время от моря пересыпями, что приводит к формированию лагун и озер. Морфология подводной части оползня иная, чем у Утришских. Поверхность дна здесь практически плоская и не дифференцированная. Возможно, что этот оползень более древний и здесь успело «поработать» море, или же это обусловлено вещественным составом отложений, либо другими причинами.

Аналогичное строение имеет и морское продолжение более восточных оползней (рис. 1).

Между этими интенсивно переработанными участками склона Северо-Западного Кавказа располагаются относительно слабо нарушенные блоки с иной морфоструктурой. Склоны гор и слагающие их флишевые отложения палеогена хотя и подверглись серьезной сейсмической переработке, но это не привело к таким масштабным разрушениям коренных пород, как в вышеописанных деформациях. В результате здесь широко представлены деформации в виде отседания склонов гор с образованием обратных поверхностных наклонов, обвальные, оползне-обвальные, оползневые смещения, каменные осыпи. В береговых склонах и обрывах можно наблюдать небольшие подвисшие скальные оползни со скальзывания.

Строение оползших блоков, сложенных палеогеновым флишем, можно наблюдать в отвесных береговых обрывах. Залегание пород здесь практически не отличается от обычного и, если не знать, что мы имеем дело с крупным оползевым блоком, можно принять его за коренное. Характерной особенностью является высокая трещиноватость пород. Трещины молодые близвертикальные, расположенные вдоль азимута смещения блока. Часто по ним происходит выкалывание пород в обрыве с образованием небольших ниш. Вдоль обрывов развиты осыпи и обвалы, в том числе совсем свежие. Размеры глыб могут достигать первых метров. Пляж на таких участках сложен крупной галькой и валунами.

В береговых обнажениях виден контакт таких блоков с оползнями первого типа. Контакт резкий без видимых переходов.

К сеймотектоническим дислокациям помимо сейсмогенных уступов можно отнести также сейсмоотторженцы горных вершин и фрагментов склонов хребтов. Смещение гор-

ных масс при их образовании происходило по весьма пологим поверхностям, обычно совпадающим с плоскостями напластования флишевой толщи под воздействием горизонтальных составляющих сил сейсмических толчков. Присутствие латеральных тектонических подвижек подтверждается наличием внутрипластовых субгоризонтальных зеркал скольжения. Подобным образом, скорее всего, смещены макушки крупных вершин хребта Навагир между р. Сукко и оз. Абрау. Наиболее отчетливо такие структуры выделяются в верхней части оползня Малого Утриша и в районе котловины Сухого Лимана. В результате таких смещений могут формироваться подпрудные котловины горных озер, например, Сухого Лимана, Абрау. Сорванные вершины хорошо дешифрируются на космоснимках по смещенным и «перевернутым» фрагментам речной и овражной сети.

## 2. О времени формирования сейсмодеформаций

Чрезвычайно сложен вопрос о возрасте палеосейсмодислокаций и сейсмогравитационных деформаций, так как формирование их происходило не одновременно, а захватывало различной длительности периоды голоцена (а возможно и плейстоцена). В настоящее время имеются данные для установления лишь относительного геологического возраста одних групп сейсмогенных дислокаций и деформаций по сравнению с другими, а также верхнего предела времени образования связанных с ними форм рельефа. Абсолютных датировок пока не проводилось.

Так, можно уверенно утверждать, что в основной массе сейсмодислокации и сейсмодеформации Утришско-Абраусского района намного моложе аналогичных форм на других участках Черноморского побережья. Они отличаются свежестью форм и почти не затронуты новыми процессами рельефообразования, а также нигде не перекрываются отложениями древнее современных пойменных и пляжевых осадков. Верхний предел возраста Утришско-Абраусских дислокаций определяется отсутствием в области их развития голоценовой новочерноморской террасы, а также тем, что бугристо-западинный рельеф современного подводного склона сохранился, уже начиная с глубин 4–5 м, т.е. непосредственно ниже зоны современной волновой абразии [6]. Однако это утверждение в большей степени справедливо для самых молодых сейсмогравитационных структур или их отдельных

омоложенных частей, к которым относятся прежде всего дислокации Большого и Малого Утриша. Их подводные части не несут на себе следов воздействия даже 5–7-метровой фанагорийской регрессии, максимум которой приходится на середину первого тысячелетия до н.э.

Помимо этих структур, существуют и более древние. Это Лагунный оползень, а также крупные сейсмогравитационные оползни № 6, 8, 9 (см. рис. 1). Их подводная часть сильно сглажена и переработана, также здесь наблюдается отчетливая ступень на глубине около 9 м, а затем 19 м.

С другой стороны на отдельных участках более древних сейсмогравитационных деформаций развита нимфейская терраса [6], образование которой происходило между I–V вв. н.э.

Таким образом, можно предположить, что сейсмогенная переработка данного участка побережья происходила в несколько этапов. На более раннем этапе (более или менее точное время пока трудно установить) образовались практически все основные сейсмогравитационные формы изучаемой территории. Примерно в I–III вв. н.э. часть из них (прежде всего оползни Большого и Малого Утриша) испытали новые подвижки. На других участках, не вовлеченных вновь в сейсмогравитационные процессы, образовалась морская терраса, достаточно отчетливо выраженная в рельефе в районе Базовой и Водопадной щелей. О возрасте молодых сейсмогравитационных структур можно судить и по данным археологических и палеосейсмических исследований, которые также свидетельствуют о ряде сильных землетрясений (не менее 8 баллов), произошедших в конце первого тысячелетия до н.э. и в I–III вв. н.э. [10, 11].

### Заключение

Итак, результаты, полученные в рамках данного исследования, свидетельствуют о высокой новейшей и современной геодинамической активности тектонических структур в зоне сочленения Черноморской впадины и Северо-Западного Кавказа, образовавшихся в обстановке мощного тангенциального сжатия [12]. Закартированы основные сейсмогравитационные деформации, определены их границы, морфологические особенности, условия и последовательность образования. Полученные результаты свидетельствуют о неоднократном проявлении сейсмических событий в исследуемом регионе. Масштабы измене-

ния ландшафта указывают на их высокий энергетический класс и вероятное нахождение очагов землетрясений непосредственно в зоне сочленения Северо-Западного Кавказа и Черноморской впадины. Выявленные нами случаи перекрытия оползневых телами четвертичных террас говорят об очень молодом возрасте последних существенно значимых сейсмических событий.

Однако все изложенное выше является лишь первым шагом в исследовании сложной и многогранной проблемы формирования уникальных природных ландшафтов южного склона Северо-Западного Кавказа. Остается еще ряд проблем, решение которых дополнило бы и детализировало общую картину, позволило бы применить полученные результаты при оценке сейсмической опасности региона.

### Литература

1. Попков В. И. Складчато-надвиговые дислокации. М.: Научный мир, 2002. 148 с.
2. Popkov V. I. Collision tectonics of the north-western Caucasus // Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization. Book of abstracts the of World Forum – International Congress, September 19–21, Istanbul, Turkey–SWB. London. 2011. P. 78–79.
3. Попков В. И. Структурная геология зоны сочленения Черноморской впадины и Кавказа // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсах АН РБ. 2010. № 15. С. 21–28.
4. Попков В. И., Попков И. В., Дементьева И. Е. Структура и история развития Западно-Кавказских кайнозойских прогибов. В сб.: Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов. Т. 2. Бишкек: ИС РАН, 2012. С. 266–271.
5. Несмеянов С. А., Шмидт Г. А., Щеглов А. П. Морфоструктурное положение сейсмодислокаций южного склона Западного Кавказа // Геоморфология. 1987. № 3. С. 74–78.
6. Островский А. Б. Палеосеймотектонические дислокации на Черноморском побережье Северо-Западного Кавказа в связи с оценкой современной сейсмичности этой территории. В сб.: Комплексные исследования Черноморской впадины. М.: Наука, 1970. С. 46–58.
7. Хромовских В. С., Солоненко В. П., Семенов Р. М., Жилкин В. М. Палеосейсмогеология Большого Кавказа. М.: Наука, 1979. 187 с.
8. Попков В. И., Крицкая О. Ю., Остапенко А. А., Дементьева И. Е., Быхалова О. Н. Сейсмогравитационные деформации южного склона Северо-Западного Кавказа // Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: общие и региональные

- аспекты. Материалы XLVII Тектонического совещания. Т. 2. М.: ГЕОС, 2015. С. 44–49.
9. Щеглов А. П. К вопросу о возрасте палеосейсмодислокаций Черноморского побережья Кавказа // Сообщения АН ГССР. 1983. № 3. С. 549–551.
  10. Винокуров Н. И., Никонов А. А. О следах землетрясений античного времени на западе европейского Боспора // Российская археология. 1998. № 4. С. 98–106.
  11. Рогожин Е. А., Захарова А. И. Землетрясения голоцена и долговременный сейсмический режим Северо-Западного Кавказа // Вестник ОНЗ РАН. 2002. Том. 20. № 1. С. 122–128.
  12. Попков В. И. Чешуйчато-надвиговое строение Северо-Западного Кавказа // ДАН. 2006. Т. 411. № 2. С. 223–225.
- References**
1. Popkov V.I. *Skladchato-nadvigovye dislokacii* [Folded-thrusted dislocations]. Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2002, 148 p. (In Russian)
  2. Popkov V.I. Collision tectonics of the North-Western Caucasus. Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization. In /emphBook of abstracts the of World Forum – International Congress, September 19–21, Istanbul, Turkey. London, SWB, 2011, pp. 78–79.
  3. Popkov V.I. Strukturnaya geologiya zony sochleneniya chernomorskoj vpadiny i Kavkaza [Structural geology of the junction zone between the Black Sea basin and the Caucasus]. *Geologia. Izvestia otdeleniya nauk o zemle i prirodnykh resursach AN RB* [Geology. Proceedings of Earth Sciences and Natural Resources Sciences of Baskiria], 2010, no. 15, pp. 21–28. (In Russian)
  4. Popkov V.I., Popkov I.V., Dementieva I.E. Struktura i istoriya razvitiya Zapadno-Kavkazskikh kajnozoijskikh progibov [The structure and evolution of the Western Caucasus Cenozoic depressions]. In *Sovremennye problemy geodinamiki i geojekologii vnutrikontinental'nykh orogenov. Materialy mezhdunarodnogo simpoziuma, T. 2* [Modern problems of geodynamics and Geo-locked orogens. Proc. of International Symposium, vol. 2]. Bishkek, Council of RAS, 2012, pp. 266–271. (In Russian)
  5. Nesmeyanov S.A., Shmidt G.A., Scheglov A.G. Morfostrukturnoe pologenie seysmodislokaciy yugnogo sklona Zapadnogo Kavkaza [Morphostructural position of seismodislocations at the southern slope of the Western Caucasus]. *Geomorphology* [Geomorphology], 1987, no. 3, pp. 74–78. (In Russian)
  6. Ostrovskiy A. B. Paleoseismotektonicheskie dislokacii na Chernomorskom poberegje Severo-Zapadnogo Kavkaza v svyazi s ocenкой seysmichnosti etoy territorii [Paleoseismic fault scarps on the Black Sea coast of North-West Caucasus in connection with the assessment of the current seismicity of the territory]. In *Kompleksnyye issledovaniya Chernovorskoj vpadiny* [Complex studies of Black Sea basin]. Moscow, Nauka Publ., 1970, pp. 46–58. (In Russian)
  7. Khromovskikh V. S., Solonenko V. P., Semenov R. M., Zhilkin V. M. *Paleoseysmogeologija Bolshogo Kavkaza* [Paleoseismogeology of Greater Caucasus]. Moscow, Nauka Publ., 1979, 187 p. (In Russian)
  8. Popkov V. I., Krickaya O. Y., Ostapenko A. A., Dementjeva I. E., Byhalova O. N. Seismogravitacionnie deformacii yugnogo sklona Severo-Zapadnogo Kavkaza [Seismogravitational deformations of the southern slope of the North-West Caucasus]. In *Tektonika i geodinamika kontinentalnoy i okeanicheskoy litosferi: obshchie i regionalnye aspekty. Materiali XLVII tektonicheskogo soesania, T. 2* [Tectonics and geodynamics of continental and oceanic lithosphere: general and regional aspects. Proc. of XLVII Tectonic Conference, Vol. 2]. Moscow, GEOS Publ., 2015, pp. 44–49. (In Russian)
  9. Scheglov A. P. K voprosu o vozraste paleoseismodislokaciy Chernomorskogo poberegja Kavkaza [About the question of age paleoseismodislocations at the Black Sea coast]. *Soobsheniya AN GSSR* [Buletin of AN GSSR], 1983, no. 3, pp. 549–551. (In Russian)
  10. Vinokurov N. I., Nikonov A. A. O sledakh zemletrjaseniy antichnogo vremeni na zapade evropeyskogo Bospora [Traces of ancient times earthquakes in western European Bosphorus]. *Rossiiskai arheologia* [Russian archeology], 1998, no. 4, pp. 98–106. (In Russian)
  11. Rogogin E. A., Zaharova A. I. Zemletrjaseniya golocena i dolgovremenniy seysmicheskiy regim Severo-Zapadnogo Kavkaza [Earthquakes Holocene and lasting seismic regime of the North-West Caucasus]. *Vestnik ONZ RAN* [Bulletin of the Department of Earth Sciences RAS], 2002, vol. 20, no. 1, pp. 122–128. (In Russian)
  12. Popkov V. I. Cheshuychato-nadvigovoe stroenie Severo-Zapadnogo Kavkaza [Scaled-thrust structure of the North-West Caucasus]. *Doklady Akademii Nauk* [Reports of RAS], 2006, vol. 411, no. 2, pp. 223–225. (In Russian)

Статья поступила 24 июня 2015 г.

© Попков В. И., Крицкая О. Ю., Остапенко А. А., Дементьева И. Е., Быхалова О. Н., 2015