ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА

УДК 551.243

DOI: [10.23671/VNC.2020.1.59063](https://doi.org/10.23671/VNC.2020.1.59063)

Оригинальная статья

Этапы, механизмы и геодинамика формирования складчатой системы Большого Кавказа

Т. В. Гиоргобиани^{1,2}

¹Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили,
пр. Чавчавадзе, 1, г. Тбилиси 0179, Грузия;

²Геологический институт им. А. И. Джанелидзе, ул. Политковской, 31,
г. Тбилиси 0186, Грузия, e-mail: ciala_gugava@mail.ru

Статья поступила: 10.01.2020, после рецензирования: 06.02.2020, принята к публикации: 07.02.2020

Резюме: Актуальность работы. В статье рассмотрены основные важные особенности складчатой системы Большого Кавказа. Важнейшей особенностью Большого Кавказа является асимметричная латеральная структурная зональность его главной линейной складчатой системы. Она выражена в смене в поперечном сечении региона с юго-запада на северо-восток сильно сжатой складчатости умеренной, а затем слабой, переходящей в пологую моноклинали. Кроме основной линейной складчатости северо-западного простирания на Большом Кавказе развиты наложенные на нее поперечные структуры. **Цель работы** – изучение этапов и механизмов формирования складчатости Большого Кавказа. Установлено, что в складчатой структуре выделяются два главных этапа альпийской дислокации региона, которые происходили в различных геодинамических условиях. Первый этап деформации отвечает ранне-среднеальпийской и раннеорогенной стадиям развития и проходил в обстановке северо-восточного тангенциального сжатия Большого Кавказа. Второй этап дислокации, представляющий позднеорогенную стадию развития региона, проходил в условиях субмеридионального горизонтального сжатия и привел к образованию интерференционной складчатости и тектонических покровов. **Методы:** полевые геолого-структурные исследования складчатой системы Большого Кавказа, которые позволили установить его сложное и неоднородное строение. **Результаты.** По-новому рассмотрены динамика и механизмы формирования складчатости Большого Кавказа и на основании анализа ее структуры установлены условия складкообразования. Высказано мнение, что деформации внешнего сжатия были вызваны проявлением в регионе локальных, региональных и глобальных геодинамических процессов, обусловленных сближением Африкано-Аравийского континента с Евразийской. Выяснено, что в структурообразовании Большого Кавказа решающую роль играл прилегающий к нему с юга Черноморско-Закавказский микроконтинент и его кинематика на разных этапах деформации региона. Он перемещался на север и придвигался к Большому Кавказу вдоль плоскости Южного краевого глубинного разлома и обуславливал его альпийскую дислокацию. **Общим** региональным механизмом формирования складчатой системы Большого Кавказа был не общепринятый в настоящее время поддвиговый механизм образования деформации, а более обоснованный фактическим материалом придвиговый механизм тектогенеза.

Ключевые слова: Большой Кавказ, складчатая структура, этапы деформации, механизм формирования, геодинамика, тангенциальное сжатие, зональность, фаза складчатости.

Для цитирования: Гиоргобиани Т. В. Этапы, механизмы и геодинамика формирования складчатой системы Большого Кавказа. *Геология и геофизика Юга России*. 2020. 10 (1): 35-42. DOI: [10.23671/VNC.2020.1.59063](https://doi.org/10.23671/VNC.2020.1.59063).

DOI: [10.23671/VNC.2020.1.59063](https://doi.org/10.23671/VNC.2020.1.59063)

Original paper

Stages, Mechanism and Geodynamics of Formation of the Folded System of the Greater Caucasus

T. V. Giorgobiani^{1,2}¹Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, 1 Chavchavadze Ave., Tbilisi 0179, Georgia;²Al. Djanelidze Geological Institute, 31 A. Politkovskaia Str., Tbilisi 1086, Georgia,e-mail: ciala_gugava@mail.ru

Received: 10.01.2020, revised: 06.02.2020, accepted: 07.02.2020

Abstract: The relevance of the work. The article considers the main important features of the folding system of the Greater Caucasus. The most important feature of the Greater Caucasus is the asymmetric lateral structural zonality of its main linear folded system. It is expressed in the change in the cross section of the region from southwest to northeast of highly compressed folding of moderate and then weak folding into a gentle monocline. In addition to the main linear folding of the northwestern strike in the Greater Caucasus, superimposed transverse structures are developed. **The purpose of the work** is to study the stages and mechanisms of the folding of the Greater Caucasus. It is established that in the folded structure there are two main stages of the alpine dislocation of the region, which took place under different geodynamic conditions. The first stage of the deformation corresponds to the early-mid-Alpine and early-orogenic stages of development and took place in an atmosphere of northeast tangential compression of the Greater Caucasus. The second stage of dislocation, which represents the late orogenic stage of the region development, took place under conditions of submeridional horizontal compression and led to the formation of interference folding and tectonic covers. **Methods:** field geological and structural studies of the folded system of the Greater Caucasus, which made it possible to establish its complex and heterogeneous structure. **Results.** The dynamics and mechanisms of the folding of the Greater Caucasus are examined in a new way and the conditions of folding are established on the basis of an analysis of its structure. The opinion was expressed that the external compression deformations were caused by the manifestation of local, regional and global geodynamic processes in the region, due to the rapprochement of the African-Arabian continent with the Eurasian. It was found that the Black Sea-Transcaucasian microcontinent adjacent to it from the south and its kinematics at different stages of the region's deformation played a decisive role in the structural formation of the Greater Caucasus. It moved north and moved towards the Greater Caucasus along the plane of the Southern marginal deep fault and caused its alpine dislocation. The general regional formation mechanism of the fold system of the Greater Caucasus was not the currently widely accepted sub-thrust deformation mechanism, but the pre-thrust mechanism of tectogenesis that is more substantiated by the actual material.

Keywords: Greater Caucasus, folded structure, stages of deformation, formation mechanism, geodynamics, tangential compression, zonality, folding stage.

For citation: Giorgobiani T. V. Stages, Mechanism and Geodynamics of Formation of the Folded System of the Greater Caucasus. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2020. 10 (1): 35-42. DOI: [10.23671/VNC.2020.1.59063](https://doi.org/10.23671/VNC.2020.1.59063).

Введение

Детальными геолого-структурными исследованиями альпийской складчатой структуры Большого Кавказа (БК) было установлено значительно более сложное и неоднородное ее строение, чем это предполагалось ранее. Складчатость БК выражена разнотипными пликативными образованиями. Важнейшая особенность БК

заключается в асимметричной латеральной структурной зональности его главной линейной складчатой структуры, установление механизма возникновения которой представляется **актуальной** для изучения складчатости Большого Кавказа. Наиболее четко это проявлено в малым-эоценовом этаже Северо-Западного Кавказа, менее четко – на Юго-Восточном Кавказе. Зональность выражена в последовательной смене в поперечном сечении БК с юго-запада на северо-восток интенсивной линейной сильно сжатой складчатости умеренной, а затем слабой, переходящей в полого наклоненную на северо-восток моноклиналь [Гиоргобиани, Закарая, 1980; Gamkrelidze et al., 1998; Giorgobiani, 1995].

Кроме основной продольной складчатости северо-западного простираения на БК развиты поперечные более молодые изометричные или эллиптические в плане интерференционные складчатые структуры. Это характерно для зоны Южного склона БК, где, кроме того, значительное развитие имеют и тектонические покровы.

Этапы развития деформаций на Большом Кавказе

Развитие на БК разноориентированных и разновозрастных пликативных структур характеризует два этапа альпийской дислокации региона. Каждый этап деформации на БК проходил в определенной геодинамической обстановке и в различных кинематических условиях [Gamkrelidze, Giorgobiani, 1990]. Этапы в свою очередь, состоят из нескольких фаз деформации со сходными геодинамическими и кинематическими процессами, дифференциация которых является **целью** настоящей работы [Григорьянц, 1968].

Первый этап деформации БК отвечает ранне-среднеальпийской и раннеорогенной стадиям (юра-средний миоцен), характеризующимся региональным северо-восточным сжатием при проявлении в регионе батской (предкелловейской) пиренейской, штирийской фаз складчатости. Наложенные друг на друга одинаково направленные суммарные деформации привели к формированию главной региональной линейно-зональной складчатости БК [Giorgobiani, 2003]. Второй этап дислокации, представляющий позднеорогенную стадию (поздний миоцен-антропоген) развития БК, характеризуется сменой деформации северо-восточного сжатия субмеридиональным [Островский, Бурлакин, 1974]. Он включает проявления аттической, роданской, валахской и четвертичной фаз сжатия, приведших к образованию целого класса разнообразных коллизионных структур, в том числе интерференционной складчатости и тектонических покровов.

Основные альпийские деформации происходили в условиях различно ориентированного горизонтального давления [Мирчинк, Шурыгин, 1972]. Ранний этап деформации характеризовался северо-восточным тангенциальным сжатием и горизонтальным сокращением мощных слоистых мезозойско-кайнозойских толщ осадочного прогиба БК, вызывая их складчатость. Поздний этап проходил после формирования основной складчатости и консолидации региона в обстановке континентальной коллизии. Это сопровождалось формированием новых пликативных и разрывных тектонических образований, а также резким усилением орогенических движений на БК. Первый этап деформации условно можно назвать этапом «мягкой» коллизии, второй – этапом «жесткой» коллизии [Короновский, Демина, 1999]. На проявление складкообразовательных процессов в регионе в позднем сармате-антропогене уже давно указывал Е. Е. Милановский, который считал, что в новейшее время, главным образом в краевых зонах БК, продолжалось формирование складчатых структур [Милановский, 1968].

Методы геотектонического картирования и установления индикаторов геодинамических обстановок позволили установить причины проявления этапов деформации на БК, определить механизмы последовательного образования тектонических структур в регионе. Результаты детального анализа морфологии современной складчатой структуры БК, включающие изучение особенностей ее очертания в плане, показали, что в течение альпийского цикла развития БК испытывал односторонние, направленные с юга, горизонтальные деформации. Было установлено, что дислокации тангенциального внешнего сжатия, были вызваны проявлением на БК региональных и глобальных геодинамических процессов.

Зоны интенсивно сжатой ранней складчатости и новейших коллизионных складчатых структур на южном склоне БК, указывают на то, что в деформации этого региона решающую роль играл прилегающий к нему с юга Черноморско-Закавказский микроконтинент (ЧЗМ), его геодинамика и кинематика на разных этапах деформации БК.

Возникновение различных геодинамических обстановок в это время в регионе было обусловлено глобальными геодинамическими событиями [Гиоргобиани, 2015]. В течение альпийских этапов дислокации в Ирано-Кавказском регионе таким процессом было сближение Африкано-Аравийского континента с Евразией. Этот глобальный тектонический процесс является основным источником возникновения направленных с юга на север тангенциальных усилий, действовавших на всем протяжении альпийской эпохи.

К началу раннего этапа деформации (средняя юра) в связи с раскрытием Северной Атлантики, Африкано-Аравийский континент испытывал дрейф в северо-восточном направлении и воздействовал на Ирано-Кавказский регион [Giorgobiani et al., 1998].

Возникающее при этом ориентированное на северо-восток тангенциальное сжатие передавалась ЧЗМ, который в свою очередь, оказывал давление на БК. В процессе дислокации изученного региона решающую роль играл ЧЗМ, который прижимался к плоскости крутопадающего на север Южного краевого глубинного разлома (ЮКР) БК (в разных сегментах БК ЮКР носит разные названия), обуславливал его деформацию. Главной причиной регионального тангенциального сжатия было придвигание единого относительно жесткого ЧЗМ к заполненному мощными отложениями более пластичному осадочному прогибу БК [Рогожин, Шолпо, 1988].

Результаты работ дают возможность установить кинематику ЧЗМ при формировании складчатости на первом этапе деформации БК в виде придвига (термин Е. И. Паталахи) [Паталаха, 1976]. При этом ЮКР, характеризующийся многократным проявлением разнотипных смещений, приобретает новую складкообразующую функцию – он явился поверхностью приложения регионального северо-восточного давления, передающего его большекавказскому морскому бассейну.

Это одностороннее давление вызывало сжатие многокилометрового мезозойско-кайнозойского осадочного комплекса БК. В результате такой деформации происходило продольное изгибание разновеликих слоистых толщ и образование на БК главной региональной складчатости северо-западного простирания. В процессе складкообразования, очевидно, принимал участие и палеозойский фундамент, испытывающий, вероятнее всего, слабые складчатые изгибы [Сомин, 1982]. Придвиговая кинетика ЧЗМ и вызванное ею горизонтальное, направленное с юго-запада, сжатие определило асимметричную латеральную зональность складчатой структуры БК. В результате этого деформационного процесса в прилегающей к ЮКР

зоне возникала наиболее напряженная сильно сжатая складчатая структура. Интенсивность складчатости постепенно уменьшается в северо-восточном направлении. Сначала развита зона среднесжатой складчатости, а затем зона слабосжатых складчатых структур, которая в конце сменяется зоной моноклинали [Giorgobiani, 1995]. Очевидно, что происхождение поперечной односторонней зональности складчатой структуры БК обязано фактору спада складкообразующих усилий при удалении от ЮКР. Развитие асимметричной структурной зональности в пределах БК указывает на то, что отделенная от него Северным краевым разломом Скифская платформа в этом складкообразовательном процессе играла пассивную роль, оставалась относительно неподвижной и выполняла функцию жесткого упора.

Следовательно, общим региональным механизмом деформации БК на раннем этапе являлись придвиговые движения ЧЗМ и связанное с ними северо-восточное тангенциальное сжатие. Последнее, в свою очередь, вызывало совместное действие разных частых способов (механизмов) складкообразования (изгиб путем межпластового скольжения, ламинарное течение или их комбинация), обусловивших формирование самых разнообразных типов складчатости региона.

Главной фазой, обусловившей формирование основной линейной складчатой структуры БК, очевидно, являлась проявившаяся в конце эоцена пиренейская фаза активного сжатия, роль предкеловейской фазы значительно меньше. Деформации в условиях северо-восточного сжатия в регионе продолжались и в штирийскую фазу тектогенеза. Об этом свидетельствует наличие в периклинальных частях БК совместных деформаций, несогласно залегающих между собой эоцен-нижнемиоценовых и среднемиоценовых отложений, которые конформно смяты в единые складки северо-западного простирания (аз. 290-310°).

К началу позднего этапа деформации БК (с позднего сармата) произошел раскол Африкано-Аравийского континента и отделение от него Аравийской плиты.

Обособленная Аравийская плита начала дрейф на север в субмеридиональном направлении и внедрилась в Анатолийско-Кавказско-Иранскую складчатую область Средиземногорского пояса, что вызвало резкую смену плана тангенциальных деформаций от северо-восточного на долготное [Гиоргобiani, 2007]. В результате на новейшем этапе деформации БК и прилегающие к нему с юга регионы оказались в обстановке континентальной коллизии, характеризующейся интенсивным субмеридиональным стрессом.

На позднем этапе деформации в условиях долготного сжатия и субширотного растяжения БК и ЧЗМ совместно были рассечены крупными субмеридиальными разломами на отдельные части. БК был разделен на Северо-Западный, Центральный, Восточный и Юго-Восточный сегменты, а ЧЗМ – на одноименные наноплиты. Последние, в свою очередь, крутопадающими разломами были расчленены на отдельные поперечные блоки-шоли. В результате этого процесса в северной части ЧЗМ возник целый ансамбль блоков различных размеров, подвергающихся автономным дислокациям. Следовательно, на втором коллизионном этапе деформаций на южный край БК воздействовал не единый и целостный ЧЗМ, как на предыдущем этапе, а составляющие его разновеликие блоки-шоли и наноплиты, возникшие при его деструкции. Эти структуры совместно с соответствующими им отрезками ЮКР и складчатой системы БК образовали пары блоков ЧЗМ и БК. Они в обстановке субмеридионального давления испытывали разнообразные совместные деформации. Одни шоли и наноплиты, придвигались к разломной границе и внедрялись в складчатую структуру БК, а другие пододвигались под нее. Придвиг мог развиваться как

в альпийском чехле, так и в полеозойском фундаменте региона, обеспечивая при этом их совместное сжатие в процессе складчатости.

Однонаправленному северному движению шолей и наноплит, очевидно, способствовала тектоническая расслоенность земной коры ЧЗМ, допускающая возможность горизонтального перемещения ее различных слоев. Зависимости от кинематики долготного движения малых и мелких блоков ЧЗМ в пределах БК возникали разнотипные структуры. Придвиговые деформации вызывали вдавливание (вдвигание) отдельных шолей ЧЗМ в сформированную на раннем этапе главную линейную складчатость северо-западного простирания БК. Возникающее при этом субмеридиональное сжатие, наложенное на складчатые структуры северо-западного простирания, обусловило переориентировку и преобразование существующих линейных складок и формирования новых структур в виде нелинейной интерференционной складчатости. При поддвиговом перемещении шолей и наноплит ЧЗМ под БК формировались тектонические покровы. Новейшими деформациями были охвачены все сегменты БК, кроме Восточного. Субмеридиональное расчленение складчатой системы БК, а также ЧЗМ и образование наложенных структур здесь не происходило.

Заключение

Общим механизмом деформации БК на позднем этапе является субмеридиональное локальное сжатие за счет придвиговых и поддвиговых смещений под воздействием шолей и наноплит ЧЗМ на БК. Данный процесс на коллизионном этапе является главным источником давления на БК, а механизмы структурообразования определяются характером движения плит. При придвиговой кинематике блоков действует интерференционный механизм формирования складчатых структур, вызывающий возникновение, как отмечалось выше, пересекающейся – интерференционной складчатости [Гиоргобиани, 2012; Adamia et al., 1977; Giorgobiani, Zakaraia, 2010]. В условиях поддвиговой кинематики малых и мелких блоков ЧЗМ, формируются тектонические покровы. Главные коллизионные деформации на БК происходили в процессе плиоцен-плейстоценовых фаз складчатости и продолжаются ныне [Шолпо и др., 1993; Giorgobiani, Zakaraia, 2013].

Проведенный структурно-кинематический анализ складчатой структуры БК показал несостоятельность существующего и общепризнанного в настоящее время поддвигового механизма образования складчатости. Он достоверно не объясняет особенности происхождения структур, а также условия проявления альпийского тектогенеза и должен быть заменен более реальным и обоснованным фактическим материалом придвиговым механизмом деформации.

Литература

1. Гиоргобиани Т.В. Позднеальпийская пересекающаяся складчатость в структуре южного склона Большого Кавказа. // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле. Т. 1. – М.: ИФЗ РАН, 2012. – С. 344-348.
2. Гиоргобиани Т.В. Этапы альпийского складкообразования Большого Кавказа и их связь с геодинамикой Африкано-Аравийского континента. // Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы. Материалы XLV11 тектонического совещания. Т. 1. – М.: ГЕОС, 2015. – С. 93-97.
3. Гиоргобиани Т.В., Закарая Д.П. О зональности складчатой структуры Северо-Западного Кавказа. // Сообщения АН ГССР. – 1980. – №2. Т. 100. – С. 357-360.

4. Григорьянц Б. В. Условия образования прерывистой складчатости в геосинклинальных областях на примере востока Большого Кавказа. // Геотектоника. – 1968. – №4. – С. 128-136
5. Короновский Н. В., Демина Л. И. Коллизионный этап развития Кавказского сектора альпийского складчатого пояса. // Геотектоника. – 1999. – №2. – С. 17-35.
6. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа. – М.: Недра, 1968. – С. 350-373.
7. Мирчинк М. Ф., Шурыгин А. М. Формирование структуры третичных и меловых отложений юго-восточного погружения Кавказа. – М.: Наука, 1972. – 60 с.
8. Островский А. Б., Бурлакин В. Е. Об интерференционных тектонических структурах (на примере южного склона Западного Кавказа. // Тез. Докл. IV Конф. по геологии и полез. ископ. Северного Кавказа. – Ессентуки. – 1974. – С. 96-97.
9. Паталаха Е. И. Явление придвига в разломной тектонике. // ДАН СССР. – 1976. – Т. 228. №5. – С. 1175-1178.
10. Рогожин Е. А. Шолпо В. Н. Неоднородность зоны полной складчатости Большого Кавказа // Геотектоника. – 1988. – №5. – С. 79-93.
11. Сомин М. Л. О движениях формировавших структуру Большого Кавказа. // Проблемы геодинамики Кавказа. – М.: Наука, 1982. – С. 122-129.
12. Шолпо В. Н., Рогожин Е. А., Гончаров М. А. Складчатость Большого Кавказа. – М.: Наука, 1993. – 192 с.
13. Adamia S.A., Lortkipanidze M.B., Zakariadze G.S. Evolution of an active continental margin exemplified by the Alpine history of the Caucasus. // Tectonophysics. – 1977. – V. 40. No. 3-4. – Pp. 183-199.
14. Gamkrelidze I. P., Giorgobiani T. V. Kinematics of the Alpine deformation of the Caucasus and adjacent areas. Mechanics of Jointed and Faulted Rock. – Rotterdam. – 1990. – Pp. 183-186.
15. Gamkrelidze I., Giorgobiani T., Kuloshvili S., Lobjanidze G., Shengelaia G. Active Deep Faults Map and Catalogue for the Territory of Georgia. // Bulletin of the Georgian Academy of Sciences. – 1998. – Vol. 157. No. 1. – Pp. 80-85.
16. Giorgobiani T. Condition of formation of the Alpine structure of the North-Western Caucasus. // Geologica Balcanica. – 1995. – No. 25. – Pp. 27-34.
17. Giorgobiani T. V. Origin of horst-anticlinorium of the main range, the Eastern Caucasus. // Reports Earth Sciences. – 2003. – V. 388. №1. – Pp. 16-20.
18. Giorgobiani T., Basheleishvili L., Zakaraia D. The Northwest Drift of the Gondwanian Lithospheric Plates and Geodynamics of the Formation of the Caucasian Orogen. // Journal of African Earth Sciences. – 1998. – No. 27. 1A. – Pp. 88-89.
19. Giorgobiani T., Zakaraia D. Intersecting Fording of Some Tectonic Zones of the Greater Caucasus. The problems of Geology of the Caucasus. // International Science Conference. Proceedings. 25-27 November 2010. V. 1. – Tbilisi. – 2010. – Pp. 39-41.
20. Giorgobiani T., Zakaraia D. The Newest and Modern Tectonics of the Grater Caucasus and of the Adjacent Transcaucasus. // 1st International Conference and Workshop. Caucasus Active Tectonics and Magmatism. Hazards and Resources. 29 August-3 September. – Tbilisi. – 2013. – Pp. 17-18.

References

1. Giorgobiani T. V. Late Alpine intersecting folding in the structure of the southern slope of the Greater Caucasus. Tectonophysics and current issues of Earth sciences. Vol. 1. Moscow. IPE RAS, 2012. pp. 344-348. (In Russ.)
2. Giorgobiani T. V. Stages of alpine folding of the Greater Caucasus and their relationship with the geodynamics of the African-Arabian continent. Tectonics and geodynamics of the

continental and oceanic lithosphere. Proceedings of the XLV11 Tectonic Meeting. Vol. 1. Moscow. GEOS, 2015. pp. 93-97. (In Russ.)

3. Giorgobiani T.V., Zakaraya D.P. About the zonality of the folded structure of the Northwest Caucasus. Reports of GSSR Academy of Sciences. 1980. No. 2. Vol. 100. pp. 357-360. (In Russ.)

4. Grigor'yanc B.V. Conditions for the formation of intermittent folding in geosynclinal areas on the example of the east of the Greater Caucasus. *Geotektonika*. 1968. No. 4. pp. 128-136. (in Russ.)

5. Koronovskii N.V., Demina L.I. The collisional stage in the development of the Caucasian sector of the alpine folding belt. *Geotectonics*. 1999. No. 2. pp. 17-35. (In Russ.)

6. Milanovskii E.E. The latest tectonics of Caucasus. Moscow. Nedra, 1968. pp. 350-373. (In Russ.)

7. Mirchink M.F., SHurygin A.M. Formation of the structure of tertiary and Cretaceous sediments of the south-eastern depression of the Caucasus. Moscow. Nauka, 1972. 160 p. (in Russ.)

8. Ostrovskii A.B., Burlakin V.E. On interference tectonic structures (on example of the southern slope of the Western Caucasus). Proceedings of reports, IV Conference on geology and mineral deposits of North Caucasus. Essentuki. 1974. pp. 96-97. (in Russ.)

9. Patalakha E.I. The phenomenon of a shift in fault tectonics. Reports of USSR Academy of Sciences. 1976. Vol. 228. No. 5. pp. 1175-1178. (In Russ.)

10. Rogozhin E.A., Sholpo V.N. Heterogeneity of the complete folding zone of the Greater Caucasus. *Geotektonika*. 1988. No. 5. pp. 79-93. (in Russ.)

11. Somin M.L. About the movements that formed the structure of the Greater Caucasus. Problems of geodynamics of the Caucasus. Moscow. Nauka, 1982. pp. 122-129. (In Russ.)

12. Sholpo V.N., Rogozhin E.A., Goncharov M.A. The folding of the Greater Caucasus. Moscow. Nauka, 1993. 192 p. (in Russ.)

13. Adamia S.A., Lortkipanidze M.B., Zakariadze G.S. Evolution of an active continental margin exemplified by the Alpine history of the Caucasus. *Tectonophysics*. 1977. V. 40. No. 3-4. pp. 183-199.

14. Gamkrelidze I.P., Giorgobiani T.V. Kinematics of the Alpine deformation of the Caucasus and adjacent areas. *Mechanics of Jointed and Faulted Rock*. Rotterdam. 1990. pp. 183-186.

15. Gamkrelidze I., Giorgobiani T., Kuloshvili S., Lobjanidze G., Shengelaia G. Active Deep Faults Map and Catalogue for the Territory of Georgia. *Bulletin of the Georgian Academy of Sciences*. 1998. Vol. 157. No. 1. pp. 80-85.

16. Giorgobiani T. Condition of formation of the Alpine structure of the North-Western Caucasus. *Geologica Balcanica*. 1995. No. 25. pp. 27-34.

17. Giorgobiani T.V. Origin of horst-anticlinorium of the main range, the Eastern Caucasus. *Reports Earth Sciences*. 2003. Vol. 388. No. 1. pp. 16-20.

18. Giorgobiani T., Basheleishvili L., Zakaraia D. The Northwest Drift of the Gondwanian Lithospheric Plates and Geodynamics of the Formation of the Caucasian Orogen. *Journal of African Earth Sciences*. 1998. No. 27. 1A. pp. 88-89.

19. Giorgobiani T., Zakaraia D. Intersecting Folding of Some Tectonic Zones of the Greater Caucasus. The problems of Geology of the Caucasus. International Science Conference. Proceedings. 25-27 November 2010. Vol. 1. Tbilisi. 2010. pp. 39-41.

20. Giorgobiani T., Zakaraia D. The Newest and Modern Tectonics of the Grater Caucasus and of the Adjacent Transcaucasus. 1st International Conference and Workshop. Caucasus Active Tectonics and Magmatism. Hazards and Resources. 29 August-3 September. Tbilisi. 2013. pp. 17-18.