

УДК 550.34:551.1(082)

DOI: 10.46698/VNC.2023.96.83.001

Оригинальная статья

Южная граница Скифской плиты в системе блоковой делимости консолидированной коры Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа

Г.А. Стогний , В.В. Стогний 

Геофизический институт Владикавказского научного центра Российской академии наук,
Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а,
e-mail: stogny_vv@mail.ru

Статья поступила: 05.06.2023, доработана: 02.09.2023, принята к публикации: 08.09.2023

Резюме: Актуальность работы. В региональном плане граница кристаллической коры сближающихся плит определяет стиль коллизионного процесса и особенности его эволюции. В большинстве предложенных коллизионных моделей формирования структуры Большого Кавказа предполагается, что Скифская плита является упором для смещающейся в северном направлении Аравийской плиты. Граница Скифской плиты и Закавказской микроплиты также во многом определяла региональную тектонику Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа. В связи с этим установление южной границы Скифской плиты на уровне кристаллического основания является актуальной проблемой. **Цель работы** заключается в оценке положения глубинной южной границы Скифской плиты, перекрытой осадочными породами Центрального и Восточного сегментов мегаантиклинория Большого Кавказа, по анализу блокового строения консолидированной коры. **Методы исследования.** С целью оценки южной глубинной границы Скифской плиты выполнена интерпретация геолого-геофизических материалов на площади в тектоническом отношении отвечающей Центральному, Восточному и Юго-Восточному сегментам, обрамляющим их предгорным прогибам и структурам Скифской плиты на севере, а в южной части – Закавказской системе впадин и срединных массивов. Методы и методика работы заключались в комплексной интерпретации материалов (гравиметрических, сейсмических исследований по профилям ГСЗ и ММЗ, обобщения данных по тектоническому строению). **Результаты работы.** Показано, что консолидированная кора Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа принадлежит к Черноморско-Каспийскому геоблоку, разделенному продольным Сването-Алазанским разломом на Тырныауз-Кубачинский и Джава-Ширакский мегаблоки, характеризующие соответственно южный фланг Скифской плиты и северный фланг Закавказской микроплиты. К южному флангу Скифской плиты приурочена большая часть мезозой-кайнозойского осадочного комплекса Центрального и Восточного сегментов. Южная граница Скифской плиты на уровне консолидированной коры в пределах Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа выражена Сването-Алазанским фрагментом Большекавказского межплитного разлома, который разграничивает Скифскую плиту от Восточно-Черноморской и Закавказской микроплит.

Ключевые слова: Большой Кавказ, Скифская плита, Закавказская микроплита, консолидированная кора, межплитный разлом, тектонический блок, гравитационное поле.

Благодарности: Работа выполнена по госзаданию Геофизического института Владикавказского научного центра Российской академии наук, код: FMSM-2022-0013.

Для цитирования: Стогний Г.А., Стогний В.В. Южная граница Скифской плиты в системе блоковой делимости консолидированной коры Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа. *Геология и геофизика Юга России*. 2023. 13(3): 6-18. DOI: 10.46698/VNC.2023.96.83.001.

GEOTECTONICS AND GEODYNAMICS

DOI: 10.46698/VNC.2023.96.83.001

Original paper

The Scythian plate southern boundary in the system of block divisibility consolidated crust of the Greater Caucasus Central and Eastern segments

G.A. Stogny , V.V. Stogny 

Geophysical Institute, Vladikavkaz Scientific Centre, Russian Academy of Sciences,
93a Markova Str., Vladikavkaz, 362002, Russian Federation,
e-mail stogny_vv@mail.ru;

Received: 05.09.2023, revised: 02.09.2023, accepted: 08.09.2023

Abstract: Relevance. In regional terms, the boundary of the crystalline crust of the approaching plates determines the style of the collision process and the features of its evolution. Most of the proposed collision models for the formation of the Greater Caucasus structure assume that the Scythian plate is a stop-block for the northward shifting Arabian plate. The boundary of the Scythian plate and the Transcaucasian microplate also largely determined the regional tectonics of the Greater Caucasus Central and Eastern segments. In this regard, the establishment of the Scythian plate southern boundary at the level of the crystalline base is an urgent problem.

Aim. The purpose of this work is to estimate the position of the deep southern boundary of the Scythian plate, overlain by sedimentary rocks of the Central and Eastern segments of the Greater Caucasus megaanticlinorium, by analyzing the block structure of the consolidated crust. **Methods.** In order to assess the southern deep boundary of the Scythian plate, an interpretation of geological and geophysical materials was carried out in the area tectonically corresponding to the Central, Eastern and South-Eastern segments, framing their of the foothill troughs of Scythian plate and structures in the north, and in the southern part – the Transcaucasian system of depressions and median arrays. The methods and methodology of the work consisted in the complex interpretation of materials (gravimetric, seismic studies on the DSS and MMS profiles, generalization of data on the tectonic structure). **Results:** It is shown that the consolidated crust of the Greater Caucasus Central and Eastern segments belongs to the Black Sea-Caspian geoblock, divided by the longitudinal Svaneto-Alazani fault into Tyrnyauz-Kubachi and Java-Shirak megablocks, characterizing the southern flank of the Scythian plate and the northern flank of the Transcaucasian microplate, respectively. Most of the Mesozoic-Cenozoic sedimentary complex of the Central and Eastern segments is confined to the southern flank of the Scythian Plate. The southern boundary of the Scythian plate at the level of the consolidated crust within the Central and Eastern segments of the Greater Caucasus is expressed by the Svaneto-Alazani fragment of the Bolshekavkazsky interplate fault, which delimits the Scythian plate from the Eastern Blackseas and Transcaucasian microplates.

Keywords: Greater Caucasus, Scythian plate, Transcaucasian microplate, consolidated crust, interplate fault, tectonic block, gravity field.

Acknowledgment: This work was carried out according to the state assignment of the Geophysical Institute of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, code: FMSM-2022-0013.

For citation: Stogny G.A., Stogny V.V. The Scythian plate southern boundary in the system of block divisibility consolidated crust of the Greater Caucasus Central and Eastern segments. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2023. 13(3): 6-18. DOI: 10.46698/VNC.2023.96.83.001.

Введение

В формировании региональной тектонической структуры Большого Кавказа основную роль играет конфигурация границ Скифской и Черноморско-Закавказской плит [Расцветаев и др., 2010]. Скифская плита в предложенных коллизионных мо-

делях Большого Кавказа [Казьмин и др., 2004; Копп, 2007; Патица и др., 2017; Хаин, 2009] служит упором для Восточно-Черноморской и Закавказской микроплит, которые поддвигаются в условиях движения Аравийской плиты в север-северо-восточном направлении [Reilinger et al., 2006; Tibaldi et al., 2020; Tseng et al., 2016]. Формирование северного крыла Центрального сегмента Большого Кавказа за счет надвинутой пластины земной коры Скифской плиты в результате поддвига Закавказской микроплиты рассмотрено в [Дотдугев, 1986].

Доальпийское основание Большого Кавказа согласно [Сомин, 2007] Главным Кавказским разломом разделено на два различающихся историей становления и преобразования тектонических домена: Северо-Кавказский и Сванетский. В Северо-Кавказском домене в отличие от южнее расположенного Сванетского проявился вариссийский тектогенез, выраженный в региональном метаморфизме, гранитоидном магматизме и наличии деформаций на рубеже среднего и позднего палеозоя. К выходу на поверхность палеозойского фундамента привело аномальное поднятие Центрального Кавказа в киммерийскую тектоническую эпоху [Трифонов и др., 2020]. Модель поднятия Центрального сегмента в олигоцен-миоцене предложена в работе [Vinsent et al., 2020].

Консолидированная кора Большого Кавказа изучена в пределах выходов метаморфических пород в зонах Передового и Главного хребтов Центрального сегмента [Сомин, 2007; Камзолкин и др., 2018] и в Дзирульском кристаллическом массиве [Adania et al., 2017].

Основные региональные напряжения сжатия в зоне межплитного разлома при коллизионном процессе приурочены к уровню консолидированной коры, поэтому проблема положения и характера южной глубинной границы Скифской плиты, перекрытой осадочным чехлом мегаантиклинория Большого Кавказа, является актуальной. Данная проблема решалась на основе анализа схемы блоковой делимости консолидированной коры Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа, разработанной по результатам интерпретации геолого-геофизических материалов.

Материалы и методы исследований

С целью обоснования южной глубинной границы Скифской плиты выполнена интерпретация геолого-геофизических материалов на площади в тектоническом отношении отвечающей Центральному, Восточному и Юго-Восточному сегментам, обрамляющим их предгорным прогибам и структурам Скифской плиты на севере, а в южной части – Закавказской системе впадин и срединных массивов. Методы и методика работы заключались в комплексной интерпретации геолого-геофизических материалов. В качестве основной информации служили результаты интерпретации структуры гравитационного поля и материалов сейсмических исследований по профилям ГСЗ Степное-Бакуриани и Волгоград-Нахичевань [Павленкова, 2012] и метода микросейсмического зондирования (ММЗ) по Осетинскому профилю [Горбатики и др., 2015; Рогожин и др., 2015]. Материалы по анализу гравитационного поля включали изданные гравиметрические карты, а также результаты авторов по тематическим работам, в том числе по проекту РФФИ № 16-45-230343.

Районирование гравитационного поля (редукция Буге, $\sigma = 2,67 \text{ г/см}^3$) Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа выполнено на уровнях аномальной области, региональных и локальных максимумов и минимумов (рис. 1).

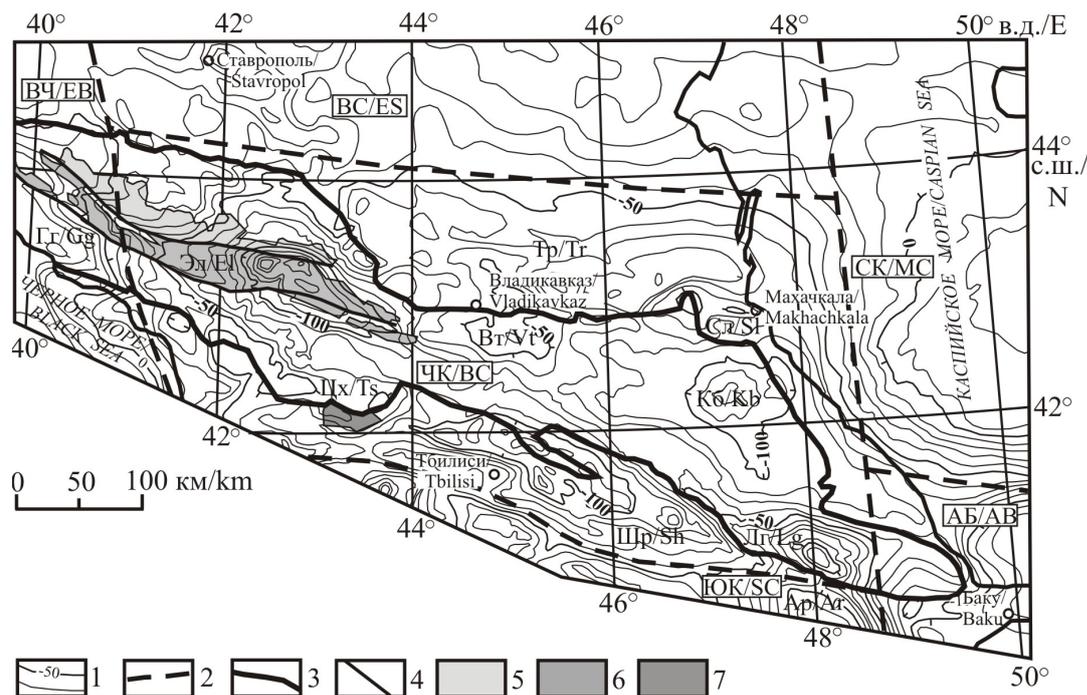


Рис. 1. Схема районирования гравитационного поля Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа с учетом [Стогний Г., Стогний В., 2017]. 1 – изоаномалы гравитационного поля по [Гравиметрическая..., 1990]; 2 – границы аномальных областей; 3 – контур мегаантиклинория Большого Кавказа; 4 – разломы по [Геологическая..., 1992]; 5–7 – выходы раннедокембрийских метаморфических пород и палеозойских гранитов по [Геологическая..., 1992]: 5 – зоны Передового хребта, 6 – зоны Главного хребта, 7 – Дзирульского кристаллического массива. Аномальные области: ВЧ – Восточно-Черноморская, ВС – Восточно-Скифская, ЧК – Черноморско-Каспийская; СК – Средне-Каспийская, АБ – Апшероно-Бакинская и ЮК – Южно-Кавказская. Региональные минимумы: Эл – Эльбрусский, Кб – Кубачинский, Тр – Терский, Шр – Ширакский, максимумы: Ар – Аракский, Вр – Верхнетерский. Локальные максимумы: Гг – Гагринский, Цх – Цхинвальский, Лг – Лагинский, Сл – Сулакский /

Fig. 1. Scheme of the gravity field zoning of the Greater Caucasus Central and Eastern segments, taking into account [Stogny G., Stogny V., 2017]. 1 – isoanomalies of the gravitational field according to [Gravimetric..., 1990]; 2 – boundaries of anomalous regions; 3 – outline of the megaanticlinorium of the Greater Caucasus; 4 – faults after [Geological..., 1992]; 5–7 – outcrops of Early Precambrian metamorphic rocks and Paleozoic granites after [Geological..., 1992]: 5 – zones of the Fore Range, 6 – zones of the Main Range, 7 – Dzirulskiy crystalline massif. Anomalous areas: EB – Eastern-Blackseas, ES – Eastern-Scythian, BC – Blackseas-Caspian; MC – Middle-Caspian, AB – Apsheron-Bakinskiy and SC – Southern-Caucasus. Regional minima: El – Elbrusskiy, Kb – Kubachinskiy, Tr – Terskiy, Sh – Shirakskiy, maxima: Ar – Arakskiy, Vt – Verkhneterskiy. Local maxima: Gg – Gagrinskiy, Ts – Tskhinvalskiy, Lg – Laginskiy, Sl – Sulakskiy

В структуре гравитационного поля выделены Восточно-Скифская, Восточно-Черноморская, Средне-Каспийская, Черноморско-Каспийская, Апшероно-Бакинская и Южно-Кавказская аномальные области, представляющие собой крупные, до 500 км в поперечнике, участки гравитационного поля мозаичного строения, отличающиеся уровнем поля и включающие региональные максимумы и минимумы.

Восточно-Скифская аномальная область в тектоническом отношении соответствует юго-восточной части Скифской плиты. Структура ее мелко-мозаичная, многочисленные локальные аномалии амплитудой 5–10 мГал имеют разное простирание. Восточно-Черноморская аномальная область в низкочастотной составляющей представлена крупным (300×600 км) гравитационным максимумом амплитудой до 200 мГал, в пределах изучаемой площади она частично захватывает Восточно-Чер-

номорскую впадину, Северо-Западный сегмент Большого Кавказа и Индоло-Кубанский прогиб. Юго-западная часть Северо-Каспийской аномальной области включает крупный региональный максимум Среднего Каспия, а Апшероно-Бакинская аномальная область отражает структуры Южного Каспия и Апшеронского полуострова.

Черноморско-Каспийская аномальная область, в низкочастотной составляющей представляющая собой крупный гравитационный минимум амплитудой более 100 мГал, в плане соответствует Центральному и Восточному сегментам Большого Кавказа, Терско-Каспийскому предгорному прогибу и системе Закавказских предгорных впадин. К региональным аномалиям отнесены Эльбрусский, Кубачинский, Терский и Ширакский минимумы, а также Верхнетерский максимум (рис. 1). Региональные гравитационные аномалии Большого Кавказа имеют разную морфологию, так длинные оси Эльбрусского и Ширакского гравитационных минимумов подчинены «кавказскому» направлению, а Кубачинский минимум и Верхнетерский максимум можно отнести к изометричным.

К осевой зоне Эльбрусского гравитационного минимума амплитудой более 50 мГал приурочены выходы раннедокембрийских метаморфических пород и палеозойских гранитов зон Главного и Передового хребтов (рис. 1). Южная гравитационная ступень Эльбрусского минимума осложнена Кутаисским и Цхинвальским локальными максимумами Анапа-Рачинской зоны [Стогний Г., Стогний В., 2017]. Анапа-Рачинская зона объединяет локальные максимумы амплитудой до 20–25 мГал и размером по длинной оси до 60 км южного склона Северо-Западного и Центрального сегментов. В пределах Северо-Западного сегмента она включает Новороссийский, Сочинский и Гагринский максимумы, а в пределах южной части Центрального сегмента – Кутаисский и Цхинвальский максимумы, отражающие высокоплотные блоки консолидированной коры [Стогний и др., 2023].

Верхнетерский максимум амплитудой более 30 мГал и размером в поперечнике до 100 км является пограничной аномалией Эльбрусского и Кубачинского региональных минимумов.

Гравитационное поле Восточного сегмента Большого Кавказа представлено Кубачинским и Ширакским региональными минимумами, а также Сулакским локальным максимумом. Ширакский гравитационный минимум пространственно отвечает северному крылу Чиауро-Дибрарского синклиория зоны Южного склона Большого Кавказа и Ширакско-Аджиноурской зоне Закавказской системы впадин.

Западная часть Юго-Восточного сегмента проявляется интенсивным, амплитудой более 65 мГал, Лагинским локальным максимумом, локализованным в северной части крупного субдолготного Аракского регионального максимума протяженностью до 400 км.

Терский региональный гравитационный минимум, детальная характеристика которого приведена в [Керимов, Бадаев, 2021], отвечает Терско-Каспийскому предгорному прогибу.

Профиль ГСЗ Степное-Бакуриани в своей южной части на отрезке Хашури-Джава пересек структуры, контролируемые Цхинвальским локальным максимумом, соответствующим Дзирульскому блоку, далее в северном направлении Ширакский минимум и Верхнетерский максимум, а профиль ГСЗ Волгоград-Нахичевань – Ширакский и Кубачинский минимумы Восточного сегмента, соответствующие определенным блокам кристаллического фундамента.

Выходы раннедокембрийских метаморфических пород и палеозойских гранитов зон Главного и Передового хребтов Центрального сегмента Большого Кавказа в плане соответствуют осевой части Эльбрусского минимума, что позволяет региональные аномалии гравитационного поля отождествлять с плотностными неоднородностями консолидированного слоя земной коры.

Блоковая делимость консолидированной коры

Интерпретация геолого-геофизических материалов с целью разработки схемы строения кристаллического фундамента Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа проведена на базе концепции блоковой (геоблок, мегаблок, блоки более высоких порядков) делимости земной коры.

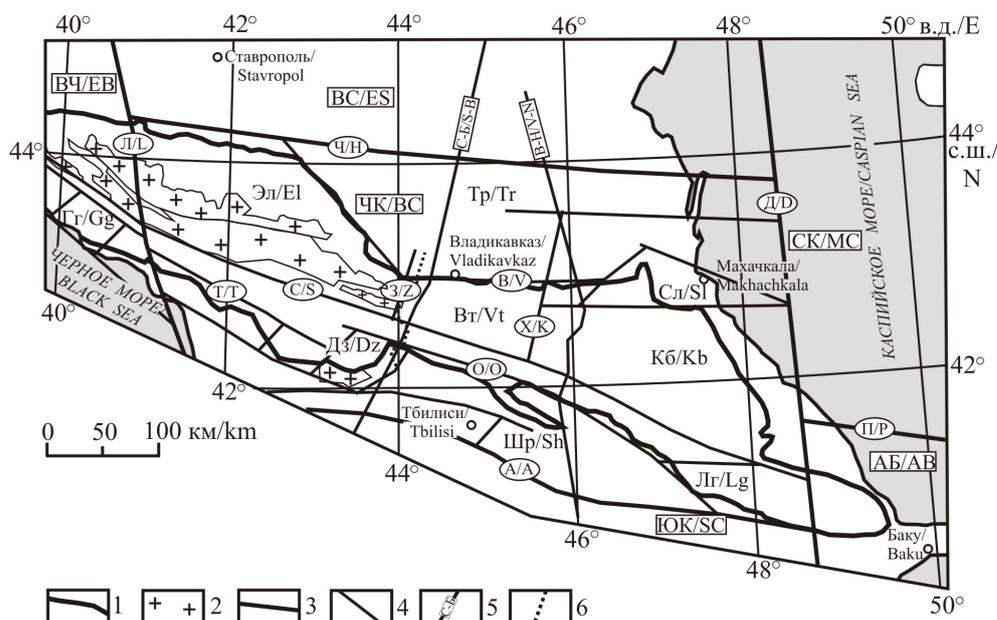


Рис. 2. Схема блоковой делимости консолидированной коры Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа по результатам интерпретации геолого-геофизических материалов. 1 – контур мегаантиклинория Большого Кавказа; 2 – выходы раннедокембрийских метаморфических пород и палеозойских гранитов Центрального сегмента и Дзиркульского массива по [Геологическая..., 1992]; 3 – межгеоблоковые разломы: Ч – Черкесско-Кизлярский, А – Аджаро-Мингечаурский, Д – Дербент-Ленкоранский, Л – Лаба-Батумский; 4 – межблоковые разломы: В – Владикавказский, С – Сването-Алазанский, О – Онийский, Т – Тиварчелинский, З – Згидский, Х – Халкилоиский, П – Прибалханский; 5 – профили ГСЗ: С-Б – Степное-Бакуриани, В-Н – Волгоград-Нахичевань; 6 – профиль ММЗ [Рогожин и др., 2015]. Геоблоки: ВЧ – Восточно-Черноморский, ВС – Восточно-Скифский, ЧК – Черноморско-Каспийский; СК – Средне-Каспийский, АБ – Апшероно-Бакинский, ЮК – Южно-Кавказский. Блоки: Эл – Эльбрусский, Кб – Кубачинский, Тр – Терский, Шр – Ширакский, Вт – Верхнетерский, Гг – Гагринский, Дз – Дзиркульский, Лг – Лагинский, Сл – Сулакский /

Fig. 2. Scheme of the consolidated crust block divisibility of the Greater Caucasus Central and Eastern segments based on the results of the geological and geophysical data interpretation. 1 – contour of the megaanticlinorium of the Greater Caucasus; 2 – outcrops of Early Precambrian metamorphic rocks and Paleozoic granites of the Central Segment and the Dzirulskiy massif after [Geological..., 1992]; 3 – intergeoblock faults: H – Cherkessko-Kizlyarskiy, A – Adzhar-Mingachevirskiy, D – Derbent-Lenkoranskiy, L – Laba-Batumskiy; 4 – interblock faults: V – Vladikavkazskiy, S – Svaneto-Alazanskiy, O – Oniyskiy, T – Tivarchelinskiy, Z – Zgitskiy, K – Khalkiloyskiy, P – Pribalkhanskiy; 5 – DSS profiles: S-B – Stepnoe-Bakuriani, V-N – Volgograd-Nakhichevan; 6 – MMS profile according to [Rogozhin et al., 2015]. Geoblocks: EB – Eastern-Blackseas, ES – Eastern-Scythian, BC – Blackseas-Caspian; MC – Middle-Caspian, AB – Apsheron-Bakinskiy, SC – Southern-Caucasus. Blocks: El – Elbruskiy, Kb – Kubachinskiy, Tr – Terskiy, Sh – Shirakskiy, Vt – Verkhneterskiy, Gg – Gagrinskiy, Dz – Dzirulskiy, Lg – Laginskiy, Sl – Sulakskiy

Кристаллический фундамент рассматриваемой территории с учетом районирования гравитационного поля представлен Восточно-Черноморским, Восточно-Скифским, Черноморско-Каспийским, Средне-Каспийским и Апшероно-Бакинским геоблоками, выделенными в контурах гравитационных аномальных областей (рис. 2). Черноморско-Каспийский геоблок, ограниченный Черкесско-Кизлярским, Аджаро-Мингечаурским, Дербент-Ленкоранским и Лаба-Батумским разломами, отнесен к кристаллическому фундаменту Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа, Терско-Каспийского прогиба, а также Закавказской системы впадин и срединных массивов.

Черноморско-Каспийский геоблок продольным Сването-Алазанским разломом разделен на Тырнауз-Кубачинский и Джава-Ширакский мегаблоки. Сването-Алазанский разлом в материалах профиля ММЗ [Рогожин и др., 2015] проявляется как зона перехода на глубинах 10–55 км высокоскоростного разреза в низкоскоростной, а в разрезе профиля ГСЗ Степное-Бакуриани его можно сопоставить с разломом северного падения, ограничивающим высокоскоростной (7,0–7,3 км/с) блок в южной части профиля.

Тырнауз-Кубачинский мегаблок включает Эльбрусский, Верхнетерский, Кубачинский, Сулакский и Терский блоки первого порядка, выделенные в контурах одноименных гравитационных аномалий (рис. 2). Кристаллический фундамент Тырнауз-Кубачинского мегаблока характеризуют выходы раннедокембрийских метаморфических и палеозойских магматических пород зон Передового и Главного хребтов Эльбрусского блока.

Верхнетерский блок сопоставляется с областью раздела Центрального и Восточного сегментов мегаантиклинория Большого Кавказа. С запада и востока блок ограничен Згидским и Халкилойским разломами, северным ограничением Верхнетерского блока является Владикавказский разлом, выраженный в осадочном чехле зоной состоящей из трех ветвей [Рогожин, Миллюков, 2016].

Кубачинский блок, перекрытый отложениями юры, с востока ограничен межгеоблоковым Дербент-Ленкоранским разломом. По профилю Волгоград-Нахичевань, пересекающему Кубачинский блок, граница Мохоровичича имеет форму прогиба глубиной до 60 км [Павленкова, 2012]. Предполагается, что после киммерийской складчатости произошло метаморфическое уплотнение низов коры Восточного сегмента, компенсировавшее ее деформационное утолщение [Трифонов и др., 2020].

Джава-Ширакский мегаблок отнесен к кристаллическому фундаменту зоны Южного склона Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа и Закавказской системы впадин и срединных массивов. Выходы раннедокембрийских метаморфических пород зоны Южного склона Центрального сегмента закартированы в Дзирульском массиве Грузинской глыбы [Геологическая..., 1992]. Дзирульский массив в структуре гравитационного поля отражается Цхинвальским локальным максимумом, интерпретируемым как высокоплотный блок, выведенный в верхнюю часть земной коры в процессе коллизии [Стогний Г., Стогний В., 2017]. Ширакский блок кристаллического фундамента перекрыт флишем Чиауро-Дибрарского синклинория и отложениями Алазанской межгорной впадины.

Таким образом, по результатам анализа геолого-геофизических материалов консолидированная кора Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа принадлежит к Черноморско-Каспийскому геоблоку, разделенному продольным Сването-Алазанским разломом на Тырнауз-Кубачинский и Джава-Ширакский мегаблоки.

Результаты работы и их обсуждение

Положение южной границы Скифской плиты под осадочным чехлом Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа обсуждается в рамках предложенной схемы блоковой делимости консолидированной коры изучаемого региона (рис. 2). Показано, что Сването-Алазанский разлом в системе блоковой делимости консолидированной коры Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа сохраняет свое простирание и является разделом блоков разного порядка и ориентировки. Раздробленность консолидированной коры при становлении складчато-надвигового сооружения Большого Кавказа практически не затронула Сването-Алазанский разлом, что позволяет его отнести к межплитному, разграничивающему Скифскую плиту и Западнокавказскую микроплиту. При этом Тырныауз-Кубачинский мегаблок характеризует консолидированную кору южного фланга Скифской плиты, а Джава-Ширакский мегаблок – северного фланга Закавказской микроплиты.

Выделенные Тырныауз-Кубачинский и Джава-Ширакский мегаблоки консолидированной коры Центрального и Восточного сегментов практически соответствуют охарактеризованным в [Сомин, 2007] Северо-Кавказскому и Сванетскому тектоническим доменам доюрского основания Большого Кавказа.

Продолжением Сването-Алазанского разлома в Северо-Западном сегменте Большого Кавказа является Западнокавказский разлом, разграничивающий Скифскую плиту и Восточно-Черноморскую микроплиту [Стогний Г., Стогний В., 2019]. В предлагаемой схеме блокового строения консолидированной коры Большого Кавказа Сването-Алазанский и Западнокавказский разломы рассматриваются как фрагменты Большекавказского межплитного разлома (рис. 3).

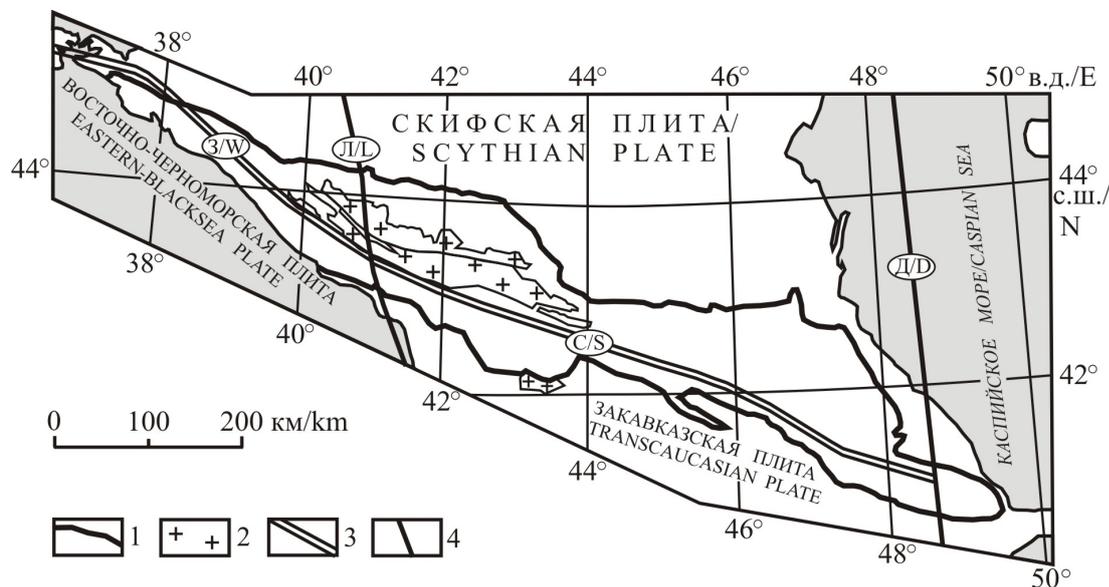


Рис. 3. Южная граница консолидированной коры Скифской плиты под осадочными отложениями Большого Кавказа с учетом работы [Стогний Г., Стогний В., 2019]. 1 – контур мегаантиклинория Большого Кавказа; 2 – выходы раннедокембрийских метаморфических пород и палеозойских гранитов зон Главного и Передового хребтов Центрального сегмента и Дзирульского массива по [Геологическая..., 1992]; 3 – Большекавказский межплитный разлом и его фрагменты: 3 – Западнокавказский, С – Сването-Алазанский; 4 – межгеоблоковые разломы: Л – Лаба-Батумский, Д – Дербент-Ленкоранский /

Fig. 3. The southern boundary of the consolidated crust Scythian Plate under the sedimentary deposits of the Greater Caucasus, taking into account [Stogny G., Stogny V., 2019]. 1 – contour of the

megaanticlinorium of the Greater Caucasus; 2 – outcrops of Early Precambrian metamorphic rocks and Paleozoic granites of the zones of the Main and Frond Ranges of the Central Segment and the Dzirulskiy massif after [Geological..., 1992]; 3 – Greatercaucasian interplate fault and its fragments: W – Westerncaucasian, S – Svaneto-Alazanskiy; 4 – intergeoblock faults: L – Laba-Batumskiy, D – Derbent-Lenkoranskiy

Наиболее отчетливо южная граница Скифской плиты проявлена в материалах профиля ММЗ [Рогожин и др., 2015] как зона перехода на глубине 10–55 км высокоскоростного разреза Закавказской микроплиты в низкоскоростной разрез Верхнетерского блока Тырныауз-Кубачинского мегаблока. А.В. Горбатиков с соавторами [2015] формирование данной низкоскоростной области связывают с наличием многочисленных трещин и насыщенностью консолидированной коры флюидами. Обычно такие зоны проявляются также значительным уменьшением удельных электрических сопротивлений. Согласно [Азаров и др., 2005], удельная электрическая проводимость уменьшается от палеозоя до архея, также наблюдается уменьшение значений удельного сопротивления для областей последующей переработки архейской коры. Низкоскоростной разрез Верхнетерского блока отражает по нашему мнению консолидированную кору южного края Скифской плиты, переработанную в мезозойский тектонический этап при заложении прогиба Большого Кавказа.

По профилю ГСЗ Степное-Бакуриани [Павленкова, 2012] мощность земной коры в южной части Верхнетерского блока резко уменьшается в северном направлении с 50 до 35–40 км, что соответствует мощности земной коры Скифской плиты.

Поперечная сегментация Большого Кавказа на уровне консолидированной коры сохраняется лишь для Скифской плиты. Консолидированная кора Восточно-Черноморской и Закавказской микроплит тектонически более раздроблена, она содержит расположенные к югу от Большекавказского межплитного разлома Анапский, Сочинский, Гагринский, Кутаисский и Дзирульский сейсмогенерирующие высокоплотные блоки. Севернее межплитного разлома отдельные тектонические блоки по данным GPS-наблюдений имеют более автономное движение, превалирующие направления и скорость движения которых определяются формируемыми местными полями тектонических напряжений на уровне кристаллической коры [Стогний и др., 2022, 2023].

Ненарушенная линейная форма Большекавказского разлома консолидированной коры подчеркивается тектоническими нарушениями, закартированными геологическими методами, так, в пределах Центрального сегмента межплитный разлом проявляется Главным Кавказским разломом, а в Восточном сегменте – разломами его южной части.

Особая роль при обосновании геодинамических моделей Большого Кавказа отводится Главному Кавказскому разлому (надвику), ограничивающему с юга выходы раннедокембрийских метаморфических пород Центрального сегмента. Главный Кавказский разлом в плане совпадает с длинной осью Эльбрусского гравитационного минимума и в нашей интерпретации это разлом с крутым, практически вертикальным, наклоном сместителя. В системе блоковой делимости консолидированной коры Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа Сването-Алазанский фрагмент Большекавказского межплитного разлома отвечает условиям модели содвига [Расцветаев, 2002] либо жесткой коллизии Скифской плиты и Закавказской микроплиты.

Большая часть мезозой-кайнозойского осадочного комплекса Центрального и Восточного сегментов расположена на южном фланге Скифской плиты. При этом

различие в геодинамических обстановках формирования Центрального и Восточного сегментов предопределили Згидский и Халкилойский поперечные разломы консолидированной коры, ограничивающие Верхнетерский блок, являющийся переходной зоной между данными сегментами.

Выводы

Показано, что консолидированная кора Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа принадлежит к Черноморско-Каспийскому геоблоку, разделенному продольным Сването-Алазанским разломом на Тырнауз-Кубачинский и Джава-Ширакский мегаблоки, характеризующие соответственно южный фланг Скифской плиты и северный фланг Закавказской микроплиты. Консолидированная кора Закавказской микроплиты тектонически более раздроблена, она содержит сейсмически активные высокоплотные блоки.

Большая часть мезозой-кайнозойского осадочного комплекса Большого Кавказа расположена на южном фланге Скифской плиты, а различие в условиях формирования осадочного чехла Центрального и Восточного сегментов предопределили поперечные Згидский и Халкилойский разломы консолидированной коры.

На уровне консолидированной коры южная граница Скифской плиты в пределах Центрального и Восточного сегментов Большого Кавказа выражена Сването-Алазанским фрагментом Большекавказского межплитного разлома, разграничивающего Скифскую плиту от Восточно-Черноморской и Закавказской микроплит.

Литература

1. Азаров Н.Я., Анциферов А.В., Шермет Е.М. Геолого-геоэлектрическая модель Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита. – Киев, 2005. – 190 с.
2. Горбатилов А.В., Рогожин Е.А., Степанова М.Ю., Харазова Ю.В., Андреева Н.В., Передерин Ф.В., Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Дзеранов Б.В., Дзедобоев Б.А., Габараев А.Ф. Особенности глубинного строения и современной тектоники Большого Кавказа в Осетинском секторе по комплексу геофизических данных. // Физика Земли. – 2015. – №1. – С. 28–39. DOI: DOI: 10.7868/S000233371501007X
3. Геологическая карта России и сопредельных государств (в границах бывшего СССР). М-б 1:5 000 000. / Под ред. Р.И. Соколова – СПб: ВСЕГЕИ, 1992. – 2 листа.
4. Гравиметрическая карта СССР. Масштаб 1:2 500 000. / Гл. редакторы П.П. Степанов, М.А. Якушевич. – М.: ВНИИ «Геофизика», 1990.
5. Дотдугев С.И. О покровном строении Большого Кавказа. // Геотектоника. – 1986. – №5. – С. 94–106.
6. Казьмин В.Г., Лобковский Л.И., Пустовитенко Б.Г. Современная кинематика микроплит в Черноморско-Южно-Каспийском регионе. // Океанология. – 2004. – Т. 44. №4. – С. 600–610.
7. Камзолкин В.А., Латышев А.В., Видяпин Ю.П., Сомин М.Л., Смутьская А.И., Иванов С.Д. Поздневенские комплексы в структуре метаморфического основания Передового хребта Большого Кавказа. // Геотектоника. – 2018. – №3. – С. 42–57. DOI: DOI: 10.7868/S0016853X18030037
8. Керимов И.А., Бадаев С.В. Анализ сейсмической опасности территории Чечни и Ингушетии. // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Т. XI. – М.: ИИЕТ РАН. – 2021. – С. 238–245.
9. Копп М.Л. Коллизионная структура Кавказского региона. // Большой Кавказ в альпийскую эпоху. – М.: ГЕОС, 2007. – С. 339–342.

10. Павленкова Г.А. Строение земной коры Кавказа по профилям ГСЗ Степное-Бакуриани и Волгоград-Нахичевань (результаты переинтерпретации первичных данных). // *Физика Земли*. – 2012. – №5. – С. 16–23.
11. Патица И.С., Леонов Ю.Г., Волож Ю.А., Копп М.Л., Антипов М.П. Крымско-Копетдагская зона концентрированных орогенических деформаций как трансрегиональный позднеколлизийный правый сдвиг. // *Геотектоника*. – 2017. – №4. – С. 17–30. DOI: 10.7868/S0016853X17040063
12. Расцветаев Л.М. Актуальные проблемы структурной геологии и тектонофизики. // *Тектонофизика сегодня*. / Ред. Л.М. Расцветаев. – М.: ОИФЗ РАН, 2002. – С. 333–373.
13. Расцветаев Л.М., Маринин А.В., Тверитинова Т.Ю. Позднеальпийские дизъюнктивные системы и геодинамика Западного Кавказа. // *Физика Земли*. – 2010. – №5. – С. 31–40.
14. Рогожин Е.А., Горбатилов А.В., Степанова М.Ю., Овсяченко А.Н., Андреева Н.В., Харазова Ю.В. Структура и современная геодинамика мегаантиклинория Большого Кавказа в свете новых данных о глубинном строении. // *Геотектоника*. – 2015. – №2. – С. 36–49. DOI: 10.7868/S0016853X15020058
15. Рогожин Е.А., Милюков В.К. Спутниковый геофизический мониторинг и сейсмические проявления зоны Владикавказского активного разлома. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2016. – №4. – С. 102–110. DOI: 10.23671/VNC.2016.4.20904
16. Сомин М.Л. Главные черты строения доальпийского основания Большого Кавказа. // *Большой Кавказ в альпийскую эпоху*. – М.: ГЕОС, 2007. – С.15–38.
17. Стогний Г.А., Стогний В.В. Сейсмичность Большого Кавказа с позиции блоковой делимости земной коры. // *Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС)*. – 2017. – №2. – С. 86–95.
18. Стогний Г.А., Стогний В.В. Сейсмотектоническая модель Северо-Западного Кавказа: геолого-геофизический аспект. // *Физика Земли*. – 2019. – №4. – С. 124–132. DOI: 10.31857/S0002-333720194124-132
19. Стогний В.В., Заалишвили В.Б., Пономарева Н.Л. Современная геодинамика и сейсмичность Северного Кавказа: проблемы мониторинга. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2022. – Т. 12. №2. – С. 34–52. DOI: 10.46698/VNC.2022.25.32.003
20. Стогний В.В., Стогний Г.А., Пономарева Н.Л. Сейсмотектоника южной части Центрального сегмента Большого Кавказа. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2023. – Т. 13. №1. – С. 76–95. DOI: 10.46698/VNC.2023.45.94.006
21. Трифионов В.Г., Соколов С.Ю., Соколов С.А., Хессами Х. Мезозойско-кайнозойская структура Черноморско-Кавказско-Каспийского региона и ее соотношение со строением верхней мантии. // *Геотектоника*. – 2020. – №3. – С. 55–81. DOI: 10.31857/S0016853X20030108
22. Хаин В.Е. Большой Кавказ // *Тектоника южного обрамления Восточно-Европейской платформы*. / Под ред. В.Е. Хаина, В.И. Попкова. – Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2009. – С. 150–161.
23. Adamia S.A., Chkhotia T.G., Gavtadze T.T., Lebanidze Z.A., Lursmanashvili N.D., Sadradze N.G., Zakaraia D.P., Zakariadze G.S. Tectonic setting of Georgia – Eastern Black Sea: a review. / *Tectonic evolution of the Eastern Black Sea and Caucasus*. Ed. by M. Sosson, R.A. Stephenson, S.A. Adamia. // *Geol. Soc. London. Spec. Publ.* – 2017. – Vol. 428. – pp. 11–40.
24. Reilinger R., McClusky S., Vernant P., Lawrence S., Ergintav S., Cakmak R., Ozener H., Kadirov F., Guliev I., Stepanyan R., Nadariya M., Hahubia G., Mahmoud S., Sakr K., ArRajehi A., Paradissis D., Al-Aydrus A., Prilepin M., Guseva T., Evren E., Dmitrotsa A., Filikov S.V., Gomez F., Al-Ghazzi R., Gebran Karam. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. // *J. Geophys. Res.* – 2006. – Vol. 111. Is. B05411. DOI: 10.1029/2005JB004051
25. Tibaldi A., Tsereteli N., Varazanashvili O., Babayev G., Barth A., Mumladze T., Bonali F.L., Russo E., Kadirov F., Yetirmishli G., Kazimova S. Active stress field and fault kinematics of the Greater Caucasus. // *J. of Asian Earth Sciences*. – 2020. – Vol. 188. – pp. 1–18.

26. Tseng T.-L., Hsu H.-C., Jian P.-R., Huang B.-S., Hu J.-C., Chung S.-L. Focal mechanisms and stress variations in the Caucasus and Northeast Turkey from constraints of regional waveforms. // *Tectonophysics*. – 2016. – Vol. 691. – pp. 362–374.

27. Vinsent S.J., Somin M.L., Carter A., Vezzolini G., Fox M., Vautravers B. Testing models of Cenozoic Exhumation in the Western Greater Caucasus. // *Tectonics*. – 2020. – Vol. 39. Is. 2. e2018TC005451. DOI: <https://doi.org/10.1029/2018TC005451>

References

1. Azarov N.Ya., Antsiferov A.V., Sheremet E.M. Geological and geoelectrical model of the Orekhovo-Pavlograd suture zone of the Ukrainian shield. Kyiv, 2005. 190 p. (In Russ.)

2. Gorbatikov A.V., Rogozhin E.A., Stepanova M.Y., Kharazova Y.V., Andreeva N.V., Perederin F.V., Dzeboev B.A., Zaalishvili V.B., Mel'kov D.A., Dzeranov B.V., Gabaraev A.F. The pattern of deep structure and recent tectonics of the Greater Caucasus in the Ossetian sector from the complex geophysical data. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. 2015. Vol. 51. No. 1. pp. 26–37. DOI: [10.1134/S1069351315010073](https://doi.org/10.1134/S1069351315010073)

3. Geological map of Russia and neighboring states (within the borders of the former USSR). Scale 1:5 000 000. Ed. R.I. Sokolova. St. Petersburg. VSEGII, 1992. 2 sheets. (In Russ.)

4. Gravimetric map of the USSR. Scale 1: 2,500,000. Ch. editors: P.P. Stepanov, M.A. Yakushevich. Moscow. VNII “Geophysics”, 1990. (In Russ.)

5. Dotduev S.I. On the cover structure of the Greater Caucasus. *Geotectonics*, 1986. No. 5. pp. 94–106. (In Russ.)

6. Kazmin V.G., Lobkovsky L.I., Pustovitenko B.G. Modern kinematics of microplates in the Black Sea-South Caspian region. *Oceanology*. 2004. Vol. 44. No. 4. pp. 600–610. (In Russ.)

7. Kamzolkin V.A., Latyshev A.V., Vidyapin Y.P., Somin M.L., Smul'skaya A.I., Ivanov S.D. Late vendian complexes in the structure of metamorphic basement of the Fore range zone, Greater Caucasus. *Geotectonics*. 2018. Vol. 52. No. 3. pp. 331–345. DOI: [10.1134/S0016852118030020](https://doi.org/10.1134/S0016852118030020)

8. Kerimov I.A., Badaev S.V. Seismic hazard analysis of the Chechnya and Ingushetia territory. *Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus*. Volume XI. Moscow: IIET RAS, 2021. pp. 238–245. (In Russ.)

9. Kopp M.L. Collision structure of the Caucasian region. *Greater Caucasus in the Alpine era*. Moscow. GEOS, 2007. pp. 339–342. (In Russ.)

10. Pavlenkova G.A. Crustal structure of the Caucasus from the Stepnoe–Bakuriani and Volgograd–Nakhichevan DSS profiles (reinterpretation of the primary data). *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. 2012. Vol. 48. No. 5, pp. 375–384. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1069351312040040>

11. Patina I.S., Leonov Y.G., Volozh Y.A., Kopp M.L., Antipov M.P. Crimea-Kopet Dagh zone of concentrated orogenic deformations as a transregional late collisional right-lateral strike-slip fault. *Geotectonics*. 2017. Vol. 51. No. 4, pp. 353–365. DOI: [10.1134/S0016852117040069](https://doi.org/10.1134/S0016852117040069)

12. Rastsvetaev L.M. Actual problems of structural geology and tectonophysics. *Tectonophysics today*. Ed. L.M. Rastsvetaev. Moscow: OIFZ RAN, 2002. pp. 333–373. (In Russ.)

13. Rastsvetaev L.M., Tveritina T.Y., Marinin A.V. Late-Alpine fault systems and geodynamics of the West Caucasus. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. 2010. Vol. 46. No. 5, pp. 394–403. DOI: [10.1134/S1069351310050046](https://doi.org/10.1134/S1069351310050046)

14. Rogozhin E.A., Gorbatikov A.V., Stepanova M.Y., Ovsyuchenko A.N., Andreeva N.V., Kharazova Y.V. The structural framework and recent geodynamics of the Greater Caucasus meganticlinorium in the light of new data on its deep structure. *Geotectonics*. 2015. Vol. 49. No. 2, pp. 123–134. DOI: [10.1134/S0016852115020053](https://doi.org/10.1134/S0016852115020053)

15. Rogozhin E.A., Milyukov V.K. Satellite geodetic monitoring and seismic manifestations of the Vladicavkaz active breaking zone. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2016. No. 4, pp. 102–110. (In Russ.)

16. Somin M.L. The main features of the structure of the pre-Alpine foundation of the Greater Caucasus. *The Greater Caucasus in the Alpine era*. Moscow. GEOS, 2007. pp. 15–38. (In Russ.)
17. Stogny V.V., Zaalishvili V.B., Ponomareva N.L. Modern geodynamics and seismicity of the North Caucasus: problems of monitoring. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2022. Vol. 12(2), pp. 34–52. DOI: 10.46698/VNC.2022.25.32.003 (In Russ.)
18. Stogny V.V., Stogny G.A., Ponomareva N.L. Seismotectonics of the southern part of the Greater Caucasus Central segment. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2023. Vol. 13(1). pp. 76–95. DOI: 10.46698/VNC.2023.45.94.006. (In Russ.)
19. Stogny G.A., Stogny V.V. Seismicity of the Greater Caucasus from the standpoint of the block divisibility of the Earth's crust. *Ecological Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation (BSEC)*. 2017. No. 2. pp. 86–95. (In Russ.)
20. Stogny G.A., Stogny V.V. Seismotectonic model of the Northwestern Caucasus: geological and geophysical aspect. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. 2019. Vol. 53. No. 4, pp. 124–132. DOI: 10.1134/S1069351319040116
21. Trifonov V.G., Sokolov S.Y., Sokolov S.A., Hessami K. Mesozoic-Cenozoic structure of the Black Sea–Caucasus–Caspian region and its relationships with the upper mantle structure. *Geotectonics*. 2020. Vol. 54. No. 3, pp. 331–355. DOI: 10.1134/S0016852120030103
22. Khain V.E. Greater Caucasus. *Tectonics of the southern framing of the East European Platform*. Ed.: V.E. Khaina, V.I. Popkov. Krasnodar. KubSU, 2009, pp. 150–161. (In Russ.)
23. Adamia S.A., Chkhotia T.G., Gavtadze T.T., Lebanidze Z.A., Lursmanashvili N.D., Sadradze N.G., Zakaraia D.P., Zakariadze G.S. Tectonic setting of Georgia – Eastern Black Sea: a review. In *Tectonic Evolution of the Eastern Black Sea and Caucasus*, Ed. by M. Sosson, R.A. Stephenson, S.A. Adamia. *Geol. Soc. London. Spec. Publ.* 2017. Vol. 428. pp. 11–40.
24. Reilinger R., McClusky S., Vernant P., Lawrence S., Ergintav S., Cakmak R., Ozener H., Kadirov F., Guliev I., Stepanyan R., Nadariya M., Hahubia G., Mahmoud S., Sakr K., ArRajehi A., Paradissis D., Al-Aydrus A., Prilepin M., Guseva T., Evren E., Dmitrotsa A., Filikov S.V., Gomez F., Al-Ghazzi R., Gebran Karam. GPS constraints on continental deformation in the Africa–Arabia–Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *J. Geophys. Res.* 2006. Vol. 111. Is. B05411. DOI: 10.1029/2005JB004051.
25. Tibaldi A., Tsereteli N., Varazanashvili O., Babayev G., Barth A., Mumladze T., Bonali F.L., Russo E., Kadirov F., Yetirmishli G., Kazimova S. Active stress field and fault kinematics of the Greater Caucasus. *J. of Asian Earth Sciences*. 2020. Vol. 188, pp. 1–18.
26. Tseng T.-L., Hsu H.-C., Jian P.-R., Huang B.-S., Hu J.-C., Chung S.-L. Focal mechanisms and stress variations in the Caucasus and Northeast Turkey from constraints of regional waveforms. *Tectonophysics*. 2016. Vol. 691. pp. 362–374.
27. Vinsent S.J., Somin M.L., Carter A., Vezzolini G., Fox M., Vautravers B. Testing models of Cenozoic Exhumation in the Western Greater Caucasus. *Tectonics*. 2020. Vol. 39. Is. 2, e2018TC005451. DOI: 10.1029/2018TC005451.