

УДК 551.248.2 (224.91)

НЕОСТРУКТУРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО СЕГМЕНТА МЕГАСВОДА БОЛЬШОГО КАВКАЗА (опережающие исследования для инженерных изысканий)

© 2023 г. С. А. Несмеянов¹, О. А. Воейкова^{1,*}, М. Н. Комаревская¹

¹ Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН),
Уланский пер., 13, стр. 2, Москва, 101000 Россия

*E-mail: voa49@mail.ru

Поступила в редакцию 03.10.2022 г.

После доработки 17.10.2022 г.

Принята к публикации 02.11.2022 г.

Инженерные изыскания на территории новейших орогенов или их крупных частей целесообразно предварять детальным неоструктурным районированием с типизацией тектонических структур. Проведенное среднемасштабное неоструктурное районирование Центрального сегмента мегасвода Большого Кавказа показало значительную сложность строения выделявшихся ранее региональных неотектонических структур. На западе сегмента расположена поперечная Пшехско-Адлерская шовная зона. К ней примыкают три продольные структуры: осевое поднятие срединной зоны, к северу от которой располагается Лабино-Малкинская моноклираль, а к югу – Абхазо-Сванетская ступень. Срединная зона обрамлена узкими шовно-депрессийными структурами: с севера Пшекиш-Тырныузской, а с юга – Мзымтинской. Установлены значительные различия в дифференцированности неотектонического (позднеорогенного) структурного плана разных частей сегмента: меньшая дифференцированность на его севере и востоке и большая – на юге и западе. Показана существенная перестройка всех региональных шовных зон древнего заложения и для новейших локальных блоковых и разрывных структур, связанных с орогеническим воздыманием. Новейшие структуры принципиально отличаются от более древних структур, формировавшихся в иной тектодинамической обстановке с преобладанием горизонтального сжатия. Как правило, именно доновейшие структуры картируют здесь при геологической съемке. Поэтому для территории Кавказского орогена, в том числе и для его Центрального сегмента, неотектонические карты не представлены в подавляющем большинстве опубликованных материалов по листам геологических карт масштаба 1: 200 000. Выделение локальных неотектонических структур имеет принципиальное значение для повышения качества различных прикладных исследований, в том числе при проведении инженерных, гидрогеологических и геоэкологических изысканий для строительного проектирования.

Ключевые слова: ороген, мегасвод, сегмент, зона, шовная зона, горст, грабен, ступень, разрыв

DOI: 10.31857/S0869780923010083, **EDN:** HXJBEI

ВВЕДЕНИЕ

Детальное, в том числе среднемасштабное неотектоническое районирование является важным элементом инженерной геотектоники [12] и используется в различных прикладных и научных исследованиях, например, палеоэкологических [11]. Такое районирование служит, как правило, основой, т.е. исходной схемой для качественного инженерно-геологического, гидрогеологического, геоэкологического и сейсмического районирования, и должно опережать эти исследования, обычно входящие в состав инженерных изысканий. Особенно необходимо оно в горных областях, где большинство орографических элементов, даже небольших, отвечает самостоятельным неотектоническим структурам. Поэтому проведе-

ние такого районирования целесообразно на территории новейших орогенов или их крупных частей, что особенно важно для районов перспективного хозяйственного освоения. Одним из таких районов является Центральный Кавказ, который обычно рассматривается в качестве самостоятельного сегмента мегасвода Большого Кавказа.

ОСНОВНЫЕ НЕОСТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО СЕГМЕНТА МЕГАСВОДА

В Центральном сегменте новейшего мегасвода Большого Кавказа традиционно выделялись три крупнейшие продольные структуры: осевое поднятие срединной зоны, к северу от которой располагалась Лабино-Малкинская моноклираль, а

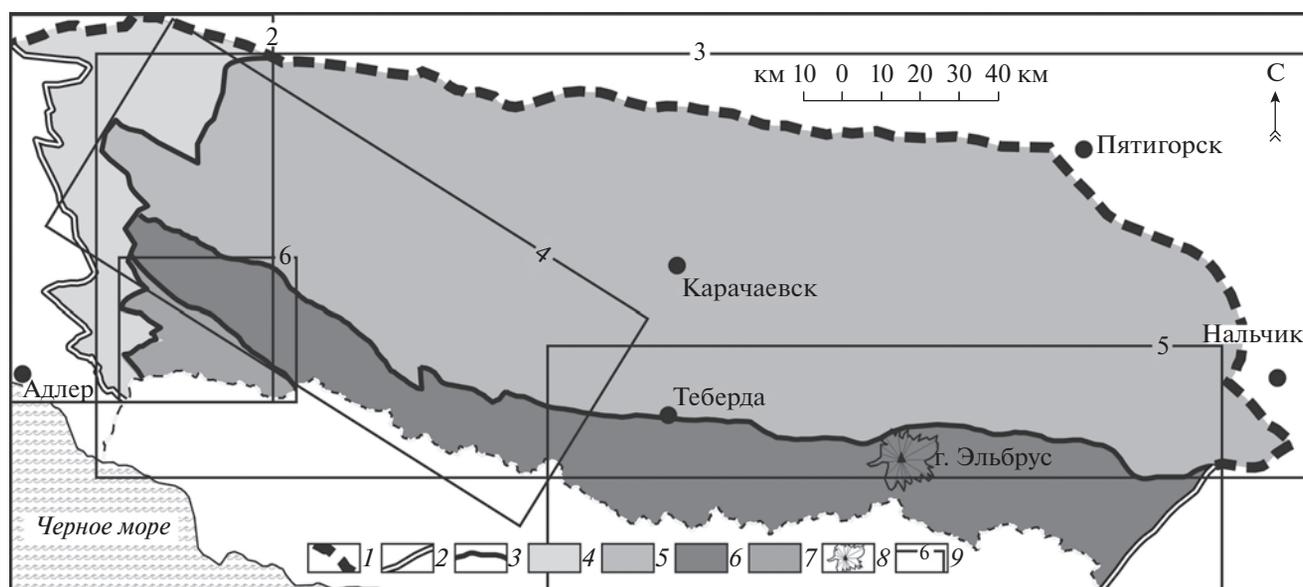


Рис. 1. Схема неоструктурного районирования Российской части Центрального сегмента Мегасвода Большого Кавказа: 1–3 – границы: 1 – Мегасвода Большого Кавказа, 2 – сегментов мегасвода, 3 – зон; 4–7 – зоны: 4 – Пшехско-Адлерская, 5 – Северного ступенчатого склона (Лабино-Малкинская), 6 – Срединная, 7 – Южного ступенчатого склона (Абхазо-Сванетская); 8 – вулкан Эльбрус, 9 – контуры участков, показанных на рис. 2–6, и их номера.

к югу – Абхазо-Сванетская ступень [10]. Однако постепенно обозначилась важная роль западной фронтальной Пшехско-Адлерской зоны, ограничивающей все три упомянутые продольные зоны с запада (рис. 1).

Установлено, что *новейшая Пшехско-Адлерская зона*, которую ранее считали региональной флексурой [10], представляет собой широкую и закономерно построенную полосу развития поперечных и диагональных к оси мегасвода разрывов и блоков [13]. В ее пределах исчезает продольная структурная зональность, свойственная западному и основной части Центрального сегментов мегасвода.

От Западного сегмента эту зону отделяет крупный сбросовый уступ, к востоку от которого располагаются фронтальные поднятия и тыловые грабены. Общая ширина Пшехско-Адлерской зоны достигает 60 км на севере, примерно до 15 км суживается в центре и затем вновь увеличивается до 50 км. Но далее на юг она опять резко суживается при сочленении с подходящей с запада Воронцовской шовно-блоковой зоной [15]. В пределах Абхазии она уже представлена, по существу, единой линией флексур и малоамплитудных сбросов, которая служит продолжением западного оростафически выраженного сбросового уступа [11].

Зона Северного ступенчатого склона (Лабино-Малкинская) неоднородна. По мере удаления к востоку от Пшехско-Адлерской зоны интенсивность глыбового дробления снижается. При этом многие сочленения блоковых структур становятся сначала флексурно-разрывными, а затем и просто флексурными. Да и сам восточный борт

мегасвода в пределах этой зоны обусловлен широкой региональной Нальчикской флексурой.

Срединная зона представлена относительно узкой полосой наиболее высоких горстов. На их сочленениях местами формируются узкие грабены, что свидетельствует о преобладании растяжений в процессе новейшего орогенеза. В этой зоне наблюдается постепенное укрупнение блоковых структур к востоку.

Зона Южного ступенчатого склона (Абхазо-Сванетская) попадает на территорию Российской Федерации своей незначительной западной частью. Она характеризуется “клавишным” чередованием цепей грабенов и гряд горстов.

Границами основных продольных зон Центрального сегмента служат Пшекиш-Тырныаузская и Мзымтинская шовно-депрессивные зоны [13, 30].

Основные новейшие структуры Центрального сегмента имеют сложное строение, определяющееся иерархией как блоковых (табл. 1), так и разрывно-флексурных структур (табл. 2).

Специфика тектонического строения Центрального Кавказа по отношению к Западному и Казбекскому сегментам Мегасвода Большого Кавказа в значительной мере объясняется высоким положением жесткого палеозойского фундамента. Он в ряде тектонических зон выходит на поверхность или залегает на небольшой глубине. Поэтому здесь, особенно в приосевой зоне, явно проявляются глыбовые структуры и системы глубинных разломов [10].

Существующие различия в морфологии выделяемых структур объясняются неодинаковой

Таблица 1. Блоковые структуры

№	Название	Тип	№	Название	Тип
1–7	Пшехско-Адлерская зона		7д-2	Галионовая	грабен-ступень
<i>1</i>	<i>Северная группа блоков</i>		7е-1	Кепшинский	грабен
1а	Хокодзинская	ступень	7е-2	Кешский	–“–
1б	Баранчиковская	–“–	8–19	Зона Северного ступенчатого склона (Лабино-Малкинская)	
1в	Каменноостская	–“–	<i>8</i>	<i>Ачикоховская перемычка</i>	
2а	Сапунская	горст-ступень	<i>9</i>	<i>Гряда горстов Пастбищного хребта (Пастбищно-Джигальский горст)</i>	
2б	Западнодаховская	седловина	<i>10</i>	<i>Шедокско-Кабардинская цепь впадин</i>	
<i>3</i>	<i>Гуамский</i>	<i>горст</i>	10а	Шедокская	ступень
<i>4</i>	<i>Восточнодаховский</i>	–“–	10б	Тегин-Джегутинский	грабен
<i>5</i>	<i>Гряда западных фронтальных горстов</i>		10в	Кабардинская	грабен-ступень
5а	Матазыкская	горст-ступень	10г	Нижнечегемская	ступень
5б	Лагонакский	горст	11	Гряда горстов Скалистого хребта	
5в-1	Нагойчукский	–“–	11а	Андрюкская	горст-ступень
5в-2	Каменноморская	горст-ступень	11б	Джангурский	горст
5в3	Холодного родника	–“–	11в	Скалистого хребта	–“–
5г	Мессоуская	горст-ступень	12	Псебай-Бечасынская цепь грабенов	
5д	Верхнецицинский	грабен	12а	Псебай-Карачаевский	грабен
5е-1	Оштенский	горст	12б	Бечасынская	грабен-ступень
5е-2	Пшехосуйская	горст-ступень	13	Тхачская гряда горстов	
5е-3	Фиштская	–“–	13а	Корытинская	горст-ступень
5е-4	Южнофиштская	высокая ступень	3б	Бульварная	ступень
5ж-1	Кутский	горст	13в	Большетхачский	горст
5ж-2	Иегошская	горст-ступень	13г	Бабукская	ступень
5з	Амукский	горст	13д	Сундукинский	горст
5и-1	Никаноровская	горст-ступень	13е	Бугунджинская	грабен-ступень
5и-2	Сапунский	горст	13ж	Полковая	ступень
5к-1	Ахцуйский	–“–	13з	Никитинская	высокая ступень
5к-2	Высокий	–“–	14	Хамышкинско-Бекесская цепь грабенов	
5к-3	Восточновысокинская	горст-ступень	14а	Хамышкинский	грабен
5л	Глубокоярский	грабен	14б	Кишский	–“–
5м-1	Западноглубокоярская	ступень	14в	Северобамбакская	перемычка
5м-2	Дзыхринский	горст	14г	Уруштенский	Грабен
5м-3	Южнодзыхринская	горст-ступень	14д	Устьуруштенский	–“–
5м-4	Цхистинская	высокая ступень	14е	Бекесский	–“–
<i>6</i>	<i>Мезмай-Дудугушская группа ступеней</i>		15	Бахмутско-Ацгарский ступенчатый склон	
6а	Мезмайская	высокая ступень	15а	Бахмутская	ступень
6б	Дудугушская	ступень	15б	Рожжаосская	–“–
6в	Бзыкская	грабен-ступень	15в	Ацгарская	–“–
<i>7</i>	<i>Группа тыловых грабенов</i>		16	Инженерно-Бамбакская гряда горстов	
7а	Новопрохладненский	грабен	16а	Инженерная	орст-ступень
7б-1	Скаженная	грабен-ступень	16б	Пшекишская	–“–
7б-2	Восточнбзыкский	грабен	16в	Бамбакский	горст
7б-3	Устьберезовый	–“–	17	Балкано-Абиширская гряда горстов	
7в-1	Североачишхинская	грабен-ступень	17а	Балканская	горст-ступень
7в-2	Верхнечвижесинский	грабен	17б	Мастаканская	ступень

Таблица 1. Окончание

№	Название	Тип	№	Название	Тип
7в-3	Портартурская	грабен-ступень	17в	Абиширский	горст
7в-4	Медовеевская	—“—	17г	Верхнеархызская	ступень
7г	Чвижепсинский	грабен	17д	Старожилищная	—“—
7д-1	Устьчвижепсинский	—“—			
18	Эльбашинская гряда горстов		23д	Мусатчерийская	горст-ступень
18	Эльбашинский	горст	23е	Алибек-Домбайский	грабен
19	Пишекиш-Тырнаузская шовно-депресссионная зона		23ж	Северокуршинская	высокая ступень
19а	Гузерибльский	грабен	23з	Куршоуская	горст-ступень
19б	Козлиный	—“—	23и	Западноэльбрусская	—“—
19в	Аспидная	перемычка	23к	Эльбрусская	—“—
19г	Аспидный	грабен	23л	Нижнечиринкольская	седловина
19д	Алоусский	—“—	23м	Куршинский	горст
19е	Ачипстинский	—“—	23н	Даут-Верхнекубанский	грабен
19ж	Умпырская	перемычка	23п	Азауская	горст-ступень
19з	Загеданский	грабен	23р	Далар-Верхнебаксанский	грабен
19и	Архызский	—“—	24	Зона Южного ступенчатого склона (Абхазо-Сванетская)	
19к	Тебердинский	—“—	24	Мзымтинская цепь шовных грабенов	
19л	Шаукольский	—“—	24а	Ачипсинский	грабен
19м	Северотырнаузский	—“—	24б	Нижнелаурская	грабен-ступень
19н	Тырнаузский	—“—	24в	Псекоховская	—“—
20–23	Серединная зона высокоподнятых горстов		24г	Нижнепслухская	—“—
20	Чугушская гряда горстов		24д	Этосадокий	грабен
20а	Абагская	ступень	24е	Долгинский	—“—
20б	Чугушский	горст	24ж	Бзычский	—“—
20в	Верхнекишская	седловина	25	Ачишхинская группа блоков	
20г	Псеашхинский	горст	25а	Ачишхинский	горст
20д	Ассаринская	горст-ступень	25б	Хмелевский	—“—
20е	Южнопсеашхинская	—“—	25в	Южноачишхинская	ступень
20ж	Аишхинская	—“—	25г	Западнобешенская	горст-ступень
20з	Южноассаринская	высокая ступень	25д	Бешенский	грабен
20и	Южноаишхинская	ступень	25е	Южнохмелевская	ступень
20к	Санчаринская	седловина	26	Аибгинская гряда горстов	
21	Софийско-Эрцогская гряда горстов		26а	Аибгинский	горст
21а	Аркасаринская	горст-ступень	26б	Верхнержаная	ступень
21б	Софийский	горст	26в	Североаибгинская	—“—
21в	Эрцогский	—“—	26г	Южноаибгинская	—“—
22	Нахарско-Верхнечегемская гряда горстов		26д	Западноагепстская	горст-ступень
22а	Нахарский	горст	26е	Агепстский	горст
22б	Верхнечегемский	—“—	27	Пихтовая группа блоков	
22в	Эльтюбюнская	ступень	27а	Пихтовый	горст
23	Эльбрусская клавишная система блоков		27б	Верхнегалионовая	высокая ступень
23а	Кышкаджерский	горст	27в	Североподковная	ступень
23б	Хатигорский	—“—	27г	Верхнеарквинская	—“—
23в	Бадукская	горст-ступень	27д	Верхнепсоуский	грабен
23г	Клухорский	грабен			

Таблица 2. Разрывные структуры

Номер	Название	Тип	Номер	Название	Тип
1	Кредянский	сброс	35	Южнохамышкинский	сброс
1а/4а*	Шпильская	флексура	36	Южнокишский	—“—
2/12в	Волчьих ворот	сброс	37	Южнорожжаоский	—“—
2а/4б	Самурский	—“—	38	Филимоновский	—“—
3/12б	Северогуамский	—“—	39	Устькишский	—“—
3а	Востоногуамский	—“—	40	Мордовский	—“—
3б	Руфабзовский	—“—	41	Восточнобамбакский	—“—
3в	Западнодаховский	—“—	42	Востоноуруштенский	—“—
4	Баракаевская	флексура	43	Джентуский	—“—
5	Умрихинский	сброс	44	Североархызский	—“—
5а	Бачуринская	флексура	45	Южноацгаринский	—“—
5б	Устьджегутинская	—“—	46	Старожилишный	—“—
6	Кисловодский	сброс	47	Верхнетебердинский	—“—
7а	Южношедокская	флексура	48	Северомастаканский	—“—
7б	Южнотегинская	—“—	49	Архызский	—“—
7в	Эмуркайская	—“—	50	Марухский	—“—
8	Южногуамский	сброс	51	Южноэльбашинский	—“—
9	Ахметовский	—“—	52	Былымский	—“—
9а	Лысая	флексура	52а	Каштатауская	флексура
10а	Лахрановская	—“—	53	Тырныаузский	сброс
10б	Бедыкская	—“—	54	Мурзикальская	флексура
11	Нальчиковский	сброс	55	Востономессоуский	сброс
11а	Нальчикская	флексура	56	Западногаойчукский	—“—
12/13в	Западноматазыкский	сброс	57	Абадзешская	флексура
13/13а	Южноматазыкский	—“—	58	Северооштенский	сброс
14	Востонолагонакский	—“—	59/36	Фиштский	—“—
15/38а	Западнолагонакский	—“—	60	Востонооштенский	—“—
16/38	Агуловско-Верхнецицинский	—“—	61а	Западнооштенский	—“—
17	Цербелевский	—“—	61б	Пшехосуйский	—“—
18	Буреломная	флексура	61в	Южнофиштский	—“—
19	Западнокорытинский	сброс	62	Бзышский	—“—
19а	Западноачхокская	флексура	63	Востоночурский	—“—
20	Востоноачхокский	сброс	64	Бзыкский	—“—
20а	Востоноачхокская	флексура	65	Иегошский	—“—
20б	Казачья	—“—	65а	Западночвижепсинский	—“—
21	Псебайский	сброс	65б	Верхнечвижепсинский	—“—
22	Северокорытинский	—“—	66	Бирючкинский	—“—
22а	Курджиновская	флексура	67	Чвижепсинский	—“—
23	Бугунджинский	сброс	68	Северомзымтинский	сбросо-взброс
24	Бурный	—“—	68а	Аишовский	сброс
25	Слесарненский	—“—	68а-1	Южноассаринский	—“—
26	Колокольненский	—“—	68б	Псеашхинский	надвиг
27	Востонотхачский	—“—	68в	Среднелаурский	сброс
28	Малобабуковский	—“—	68г	Южнопсекохский	—“—
28а	Малобамбакская	флексура	68д	Карзаковский	—“—

Таблица 2. Окончание

Номер	Название	Тип	Номер	Название	Тип
29	Ачешбокский	сброс	68е	Тихинский	—“—
30	Северохамышкинский	—“—	69/77а	Североамукский	—“—
31	Южнобамбакский	—“—	70	Западноачишхинский	—“—
32	Южнобекесский	—“—	71	Североачишхинский	—“—
33	Белоскальный	—“—	72	Устьпслухский	—“—
34	Северочапаловский	—“—	72а	Этосадокский	—“—
73	Южноачишхинский	сброс	99	Хаджибейский	сброс
73а	Верхнемедовеевский	—“—	99а	Верхнеузункольский	—“—
73б	Круглополянский	—“—	99б	Куршанский	—“—
73в	Северобешенский	—“—	99в	Западнокышкаджерский	—“—
73г	Южнобешенский	—“—	99г	Верхнедаудский	—“—
74	Чхалтинский	—“—	99д	Узункольский	—“—
74а	Североаибгинский	надвиг	99е	Кюкюртлюйский	—“—
74б	Каменностолбовой	сброс	99ж	Куршоуский	—“—
74в	Туриный	—“—	100	Итколбашинский	—“—
74г	Западноагепстский	—“—	101	Южнотебердинский	—“—
75	Мзымтинский	—“—	101а	Кюйгенкаинский	—“—
76	Южномзымтинский	—“—	102	Чиринкольский	—“—
76а	Северогалионовский	—“—	102а	Верхнебаксанский	—“—
76б	Среднегалионовский	—“—	102б	Терскольский	—“—
76в	Верхнегалионовский	—“—	103	Клухорский	—“—
77/77	Кепшинский/Кичмай-Бзычский	—“—	103а	Северомусатчерский	—“—
77а	Востококешский	—“—	104	Южнодомбайский	—“—
77б	Арквапихтинский	—“—	104а	Домбайский	—“—
77в	Восточнониканоровский	—“—	105	Марухбашинский	—“—
90	Североабагский	—“—	106	Агепстский	—“—
90а	Западноаспидный	—“—	107	Южноаибгинский	—“—
90б	Востоочноаспидный	—“—	108	Верхнепсоуский	—“—
90в	Алоуский	—“—	110	Северодзыхринский	—“—
90г	Западноумпырский	—“—	110а	Глубокоярский	—“—
90д	Востоочноумпырский	—“—	111	Кешский	—“—
91	Битиктебейский	—“—	111а	Южнокепшинский	—“—
92	Загеданский	—“—	111б	Востоковвысокинский	—“—
92а	Северогорячевский	—“—	112/77б	Западноахцуйская	флексура
93	Верхнелабинский	—“—	116/151г	Дзыхринский	надвиг
94	Дамхурцский	—“—	116а	Верхнедзыхринский	надвиг
95а	Чугушский	—“—	117/160	Ачмардаринский	сброс
95б	Западноуруштенский	—“—	120	Безенгийский	сдвиг
95в	Востоочноассаринский	—“—	141/141б	Монастырско-высокинский	надвиг
95г	Западноаишховский	—“—			
96	Западноабагский	—“—			
97	Западночугушский	—“—			
98	Востоочнобзыкский	—“—			

* второй номер, после /
— номер разрыва в соседнем сегменте

консолидированностью деформируемых горных пород. Данное обстоятельство сказывается на сходстве структур Срединной зоны и зоны Северного ступенчатого склона (Лабино-Малкинской), с одной стороны, и на отличии их от структур зоны Южного ступенчатого склона (Абхазо-Сванетской), с другой. Дело в том, что на значительной части Срединной и Лабино-Малкинской зон деформациям подвергаются более “жесткие”, в разной степени метаморфизованные образования доюрского фундамента, а на остальной их части этот фундамент перекрыт маломощными мезозойскими отложениями, которые деформируются конформно с фундаментом. В пределах Южного ступенчатого склона развиты не только пластичные мощные терригенные толщи, но и вместе с ними вулканогенные и карбонатные образования мезозоя и палеогена. Поэтому и здесь общий блоковый характер орогенических деформаций проявился достаточно отчетливо. Но ориентировка новейших структур в Абхазо-Сванетской зоне более разнообразная, конфигурация их прихотливее, а дифференцированность выше.

Историко-геологическая роль фундамента в пределах рассматриваемых зон различна, на что указывал Е.Е. Милановский [10]. Северный ступенчатый склон сформирован на пологонаклонном к северу Лабино-Малкинском (Северо-Кавказском) краевом массиве, вовлеченном в новейшее сводовое воздымание. Это воздымание Е.Е. Милановский считал в основном миоплиоценовым. Срединная же зона отвечает в древней структуре горстантиклинорию Центрального Кавказа, т.е. является поднятием, унаследованным с позднегеосинклинальной стадии геологического развития.

ПШЕХСКО-АДЛЕРСКАЯ ПОПЕРЕЧНАЯ ШОВНАЯ ЗОНА

Эта поперечная структура на западном краю Центрального Кавказа, выделенная в конце 1950-х гг. В.Е. Хаиным и М.Г. Ломизе [24, 25], неоднократно упоминается в геологической литературе. Согласно традиционной трактовке данная структура представляет собой широкую полосу глубинных нарушений, выраженную на поверхности Цицинским и Курджипским небольшими новейшими поперечными разрывами. Зона имеет древнее заложение, так как уже с юрского времени (с келловоя) влияла на фациальный состав и мощности образований мезозоя. В оксфордско-титонское время на восточном поднятом крыле Цицинского древнего поперечного разлома формируется ряд крупных рифовых тел, а на западном (опущенном) – пласты брекчий.

Для фиксации новейших движений обычно использовались деформации поверхности Лагонакского плато, которые считались позднемио-

ценовыми или плиоценовыми [24]. Предпочтение отдавалось первому варианту датировки [10, 25]. Однако допущение об одновозрастности и древности рельефа Лагонакского плато не подтверждается реальным строением речных долин. Здесь также, как и за пределами плато, прослеживаются разновозрастные элементы рельефа [11].

Детальное неоструктурное районирование показало, что новейшая Пшехско-Адлерская шовная зона характеризуется интенсивным неотектоническим дроблением, с преобладанием поперечных и диагональных разрывных дислокаций (рис. 2).

У северного края мегасвода выделяется *Северная группа блоков* (см. табл. 1) с преобладанием продольных структур. Эта группа блоков включает северный краевой ряд структурных ступеней (Хокодзинская (1а), Баранчиковская (1б) и Каменноостская (1в)) и южный ряд, объединяющий Гуамский горст (3), Сапунскую горст-ступень (2а), Западнодаховскую седловину (2б) и Восточнодаховский горст (4). Северная группа блоков – самая широкая часть Пшехско-Адлерской зоны. В то же время она отличается от основного ствола данной зоны, сближаясь по набору локальных структур и их ориентировке с дислокациями Лабино-Малкинской зоны.

На большей части зоны, расположенной южнее, наблюдается однотипная смена субмеридиональных структур. С запада зоны располагается четко орографически выраженный в виде крупного сбросового уступа (борта) край зоны максимальной густоты поперечных дислокаций, представленный *разрывным*, преимущественно *сбросовым уступом* высотой в несколько сотен метров. В расположенную восточнее область интенсивного поперечного дробления мегасвода входят два пояса блоков: *фронтальных горстов* и *тыловых грабенов*. Между ними местами выделяется *прерывистая полоса промежуточных структурных ступеней*.

В сбросовом уступе на некоторых участках, например, в районе гор Фишт и Пшехасу, можно предположить новейшие смещения с амплитудой почти до 1 км. Он включает (см. табл. 2): Северогуамский (3/12б), Западнолаганакский (15/38а), Фиштский (59/36), Североамукский (69/77а), Кепшинский (77/77), Ачмардаринский (117/160) сбросы и далее на юге, в пределах Абхазии – Ачмардаринскую флексуру.

Гряда западных фронтальных горстов неравномерна по высоте. Наиболее приподнята ее *северная часть*, которая обычно относится к Лагонакскому плато (массиву или нагорью) и включает (см. табл. 1): Матазыкскую горст-ступень (5а), Лагонакский горст (5б) и треугольной формы мелко дробленное поднятие, разделенное широтным Верхнецицинским грабеном (5д). К северу от этого грабена находится квадратный Нагой-

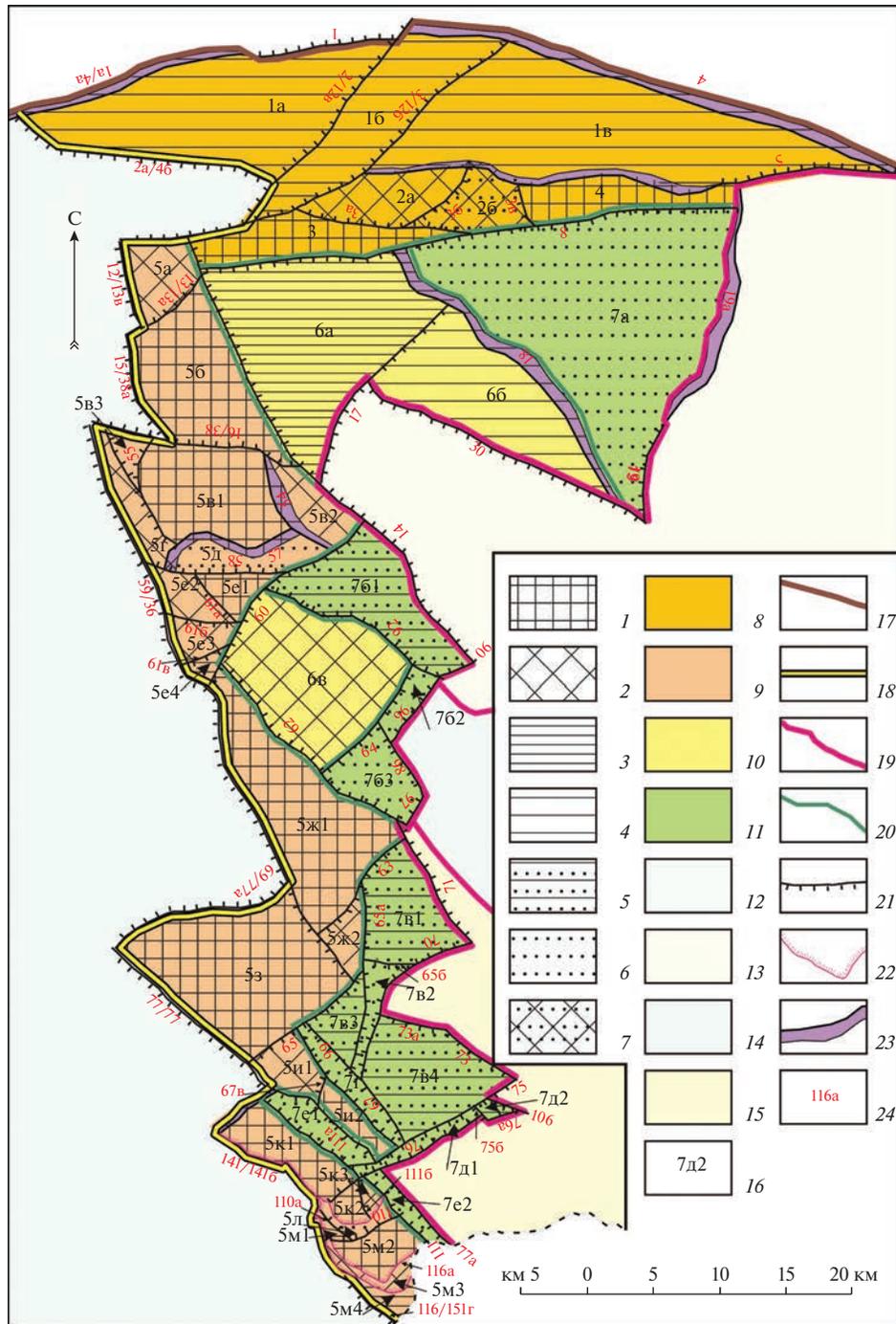


Рис. 2. Схема неструктурного районирования Пшехско-Адлерской зоны. 1–7 – типы блокочных структур: 1 – горсты, 2 – горст-ступени, 3 – высокие ступени, 4 – ступени, 5 – грабен-ступени, 6 – грабены, 7 – седловины; 8–15 – группы блокочных: 8 – Северная, 9 – гряда западных фронтальных горстов, 10 – Мезмай-Дудугушская группа ступеней, 11 – группа тыловых грабенов, 12 – Западного сегмента, 13 – зоны Северного ступенчатого склона (Лабино-Малкинской), 14 – Пшекиш-Тырныузской цепи шовных грабенов, 15 – зоны Южного ступенчатого склона (Абхазо-Сванетской); 16 – номера блокочных структур (см. табл. 1); 17–20 – границы: 17 – Мегасвода Большого Кавказа, 18 – сегментов мегасвода, 19 – зон, 20 – подзон; 21–22 – разрывные структуры: 21 – сбросы, 22 – надвиги; 23 – флексуры; 24 – номера разрывных структур (см. табл. 2).

чукский горст (5в-1), обрамленный с востока Каменноморской горст-ступенью (5в-2), а с запада – грабен-ступенью Холодного родника (5в-3) и краевой Мессоуской горст-ступенью (5г). К югу

от упомянутого грабена находится треугольной формы горстообразное поднятие (5е), объединяющее структуры с наиболее известными вершинами: Оштенский горст (5е-1), Пшехасуйскую

(5е-2) и Фиштскую горст-ступени (5е-3), а также Южнофиштскую высокую ступень (5е-4). Этими структурами суживается и как бы выклинивается к югу северная часть гряды фронтальных горстов.

Расположенные южнее фронтальные блоки орографически существенно ниже. В них намечаются две разнотипные части. *Центральная часть* гряды фронтальных горстов представлена крупными Кутским (5ж-1) и Амурским (5з) горстами и примыкающей к их сочленению Иегошской горст-ступенью (5ж-2). *Южная часть* гряды горстов, к которой примыкает с запада Воронцовская шовно-блоковая зона, слагается мелкими горстовыми поднятиями, которые разделены продольными и поперечными грабенами. Никаноровская горст-ступень (5и-1) и Сапунский горст (5и-2) образуют локальную гряду, которая отделена Кепшинским грабеном (7е-1) от Ахцуйского горста (5к-1). Последний надстраивается с юга Высоким горстом (5к-2) и Восточновысокинской горст-ступенью (5к-3). Эти структуры отделены широтным Глубокоярским грабеном (5л) от расположенных южнее Западноглубокоярской ступени (5м-1), Дзыхринского горста (5м-2), Южнодзыхринской горст-ступени (5м-3) и Цхинской высокой ступени (5м-4).

Прерывистая полоса промежуточных структурных ступеней представлена на севере Мезмайской высокой ступенью (6а) и Дудугушской ступенью (6б), а южнее – Бзыкской грабен-ступенью (6в).

Группа тыловых грабенов включает (см. табл. 1): на севере Новопрохладненский грабен (7а); в средней части зоны – Скаженную грабен-ступень (7б-1), Восточнбзыкский грабен (7б-2) и Устьберезовый грабен (7б-3); *а на юге* – Североачишхинскую грабен-ступень (7в-1), Верхнечвижепсинский грабен (7в-2), Портартурскую (7в-3) и Медовеевскую грабен-ступени (7в-4), Чвижепсинский (7г), Устьчвижепсинский (7д-1) и Кешский (7е-2) грабены, Галионовую грабен-ступень (7д-2).

Набор и расположение главных структур, формирующих Пшехско-Адлерскую зону (краевой сбросовой уступ, пояса фронтальных поднятий и тыловых грабенов), позволил высказать предположение о ее природе [13]. Она в целом представляет собой крупный блок гравитационного отседания, т.е. первоначально единую перекошенную структурно-орографическую ступень на западном фазе поднятия Центрального сегмента. У подобных блоков, напоминающих гигантские блоковые оползни, фронтальный борт оказывается аномально приподнятым, а несколько опущенным – тыловой.

Конечно, столь крупные блоки при перекосе не могли остаться монолитными и расчленились на более мелкие структуры. Практически всю основную часть Пшехско-Адлерской поперечной региональной структуры можно представить в

виде Лагонакской, Фиштской, Кутской и Амурской перекошенных локальных структурно-орографических ступеней [13]. У каждой из них приподняты западные фланги и опущен восточный фланг.

Крупный разрывный уступ на западном торце Центрального сегмента мегасвода Большого Кавказа осложнен передовой системой опущенных, как бы “отсевших” к западу блоков на восточном краю Западного сегмента. К этой системе относятся Черниговский, Серебрянский, Тубский и Шумикский грабены, Северосеребрянская ступень [13].

Описанный выше набор поперечных структур, включающий передовой прогиб, фронтальный горст и тыловой грабен, возможен, скорее всего, в условиях продольного растяжения ундулирующего шарнира мегасвода. Предлагаемая трактовка позволяет также объяснить естественность крупного перегиба в рельефе Главного Кавказского хребта, давно фиксируемого многими исследователями [10, 26 и др.], который по своему положению и стилю наследует мезозойский. Следовательно, он имеет более древнее заложение, чем любые, даже самые крупные новейшие продольные структуры. Этим предопределяется и тот факт, что подобные продольные новейшие структуры не прослеживаются через данную поперечную зону.

Указанный структурный перегиб и западный фронт Центрального сегмента совпадают в основном на севере мегасвода с Цицинской поперечной зоной, трассировавшейся В.Е. Хаиным и М.Г. Ломизе [25]. Однако западный борт новейшей Пшехско-Адлерской зоны диагонален по отношению к выделявшимся В.Е. Хаиным и М.Г. Ломизе Цицинской и Курджипской зонам крупных поперечных разломов, совпадая на севере с первой из них, а на юге – со второй.

Соотношение новейших структур Пшехско-Адлерской поперечной зоны со структурами геосинклинального этапа позволило наметить отдельные унаследованные элементы, в основном разрывные (Западнолаганакский, Фиштский и другие сбросы). В районе Лагонакского плато наблюдается некоторый разворот к северу геосинклинальных структур. Именно здесь В.Е. Хаин и М.Г. Ломизе [25] проводили параллельную новейшему западному борту зоны полосу юрских рифов. Но южнее геосинклинальные структуры имеют преимущественно “кавказскую” ориентировку и диагональны по отношению к зоне в целом. Однако ряд локальных новейших структур, относящихся к тыловым структурно-орографическим ступеням, ориентирован сходно с геосинклинальными структурами. Таким образом, наиболее четко унаследованными являются северные меридианальные элементы Пшехско-Адлерской поперечной зоны. На юге наследуются только отдельные локальные структуры.

Итак, Пшехско-Адлерская поперечная зона обладает чертами длительной унаследованности развития (особенно на севере). Она формировалась на орогеническом этапе как осложнение крупного флексуобразного перегиба (ундуляции шарнира) мегасвода, с которым была связана зона поперечного растяжения. В этой зоне возникла группа перекашивавшихся в процессе отседания структурных ступеней, западные фланги которых “задирались”. В результате на этих флангах образовались высокие поднятия (горсты), а их западный край стал отчетливо выраженным в рельефе уступом. Древность заложения и унаследованность развития поперечной зоны не позволили соединиться продольным структурам Западного и Центрального сегментов мегасвода.

Следовательно, Пшехско-Адлерская зона — это региональная поперечная структура древнего заложения, длительного унаследованного развития и, судя по ее орографической выраженности, активного новообразования. Выклинивание в ее пределах продольных шовно-депресссионных зон, также характеризующихся древним заложением, например, Пшекиш-Тырныаузской, свидетельствует о существовании здесь структурных узлов торцового (Т-образного) типа, которые тоже должны иметь древнее заложение [13].

ЗОНА СЕВЕРНОГО СТУПЕНЧАТОГО СКЛОНА (ЛАБИНО-МАЛКИНСКАЯ)

Обширная зона Северного ступенчатого склона (рис. 3) обрамлена с севера и востока практически не дифференцированной грядой горстов *Пастбищного хребта*, представленной единым Пастбищно-Джинальским горстом (9). Эта структура отделяется флексурами (см. табл. 2): на севере узкой Устьдзегутинской (5б) от южных элементов Ставропольского свода, а на востоке — широкой Нальчикской (11а) от Кабардинской впадины Терско-Дагестанского прогиба. Ширина Нальчикской флексуры определяется протяженностью зоны четвертичных “террасовых ножиц” по рекам Подкумок, Малка, Баксан и Чегем [21]. К изгибу горста, сочленению и периферии указанных флексур тяготеют Минераловодский район и область Пятигорских лакколлитов.

Пастбищно-Джинальский горст отделяется Кисловодским сбросом от расширяющейся к востоку *Шедокско-Кабардинской цепи впадин*. Эта цепь отделяется на западе *Ачкоховской перемычкой* от Новопрехладненского грабена (7а). К востоку от указанной перемычки располагаются относительно узкая Шедокская ступень (10а), Тенгин-Дзегутинский грабен (10б) и разделенные флексурами широкие Кабардинская грабен-ступень (10в) и Нижнечегемская структурная ступень (10г).

Относительно узкая *гряда горстов Скалистого хребта* включает Андрюкскую горст-ступень (11а), Джангурский горст (11б) и горст Скалистого хребта (11в). Е.Е. Милановский [10, с. 145] полагал, что уровни водоразделов куэсты Скалистого хребта близки к уровню “исходной” верхнемиоценовой денудационной поверхности.

Упомянутые выше три крупные северные структурные элемента пересекают всю Лабино-Малкинскую зону.

Псебай-Бечасынская цепь грабенов доходит на востоке до края восточной части Пшекиш-Тырныаузской шовной зоны и включает расширяющийся к востоку Псебай-Карачаевский грабен (12а) и Бечасынскую грабен-ступень (12б) треугольной формы. По Е.Е. Милановскому [10, с. 146], Бечасынская денудационная поверхность является средне-верхнеплиоценовой (по современным схемам — верхнеплиоценово-раннеэоплейстоценовой), восточнее, в долинах Малки и Баксана, датированной приуроченными к ней останцами липаритовых лав. Данная поверхность, по его мнению, врезана в верхнемиоценовый уровень на 0.5–0.8 км.

Расположенные южнее основные подразделения Лабино-Малкинской зоны отличаются гораздо большей дифференцированностью и локализованностью. Так, *Тхачская гряда горстов* находится у западного края рассматриваемой зоны, примыкая с востока к Новопрехладненскому грабену (7а) и обрамляясь с юга Хамышкинско-Бекесской цепью грабенов. Сама Тхачская гряда горстов включает семь небольших и различно ориентированных блоков. На ее западе узкий Большетхачский горст (13в) обрамляется с запада Корытинской горст-ступенью (13а) и Бульварной ступенью (13б), а с востока — Бабукской ступенью (13г). С юго-востока к этим блокам причленяется относительно протяженный Сундукинский горст (13д), к северу от которого расположены меридианальная Бугунджинская грабен-ступень (13е) и широтные Никитинская высокая (13з) и Полковая ступени (13ж).

Дугообразно изогнутая *Хамышкинско-Бекеская цепь грабенов* на западе глубоко внедряется в Пшехско-Адлерскую зону, достигая Мезмайской высокой ступени (6а). Она объединяет ряд продольных и поперечных грабенов. На западе она начинается продольными Хамышкинским (14а) и Кешским (14б) грабенами и Северобамбакской перемычкой (14в), затем следуют поперечные Уруштенский (14г) и Устьуруштенский (14д) грабены, и заканчивается данная цепь субширотным продольным Бекесским грабеном (14е).

Восточнее расположен *Бахмутско-Ацгарский ступенчатый склон*, включающий три последовательно снижающихся ступени: Ацгарскую (15в), Рожжаосскую (15б) и Бахмутскую (15а).

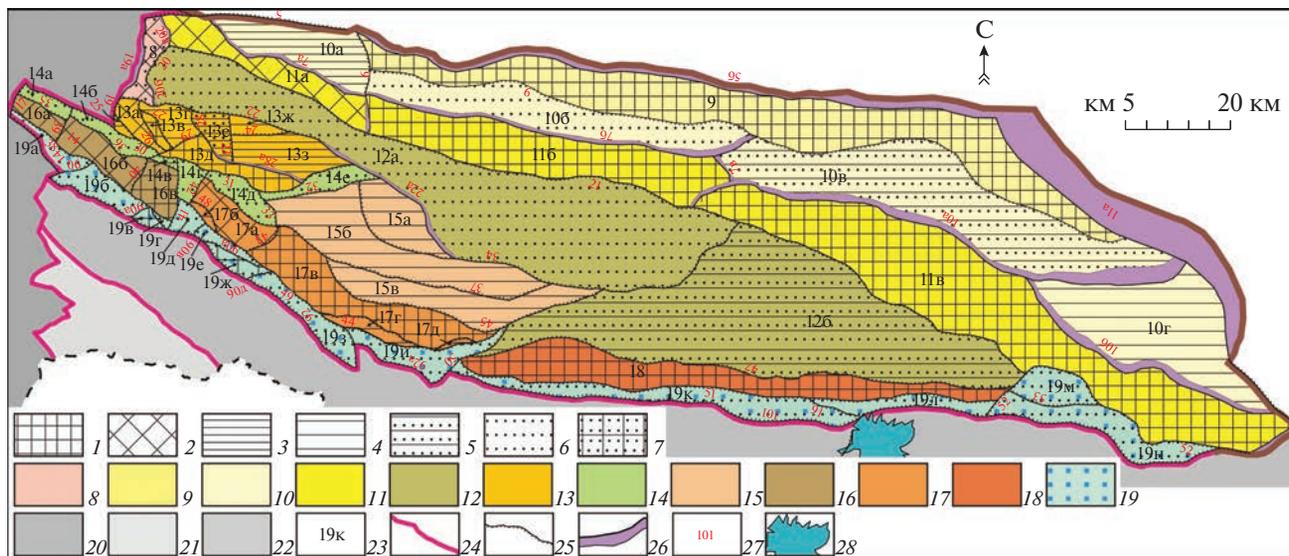


Рис. 3. Схема неоструктурного районирования Лабино-Малкинской зоны. 1–7 – типы блоковых структур: 1 – горсты, 2 – горст-ступени, 3 – высокие ступени, 4 – ступени, 5 – грабен-ступени, 6 – грабены, 7 – перемычки; 8–22 – группы блоков: 8 – Ачикоховской перемычки, 9 – гряды горстов Пастбишного хребта, 10 – Шедокско-Кабардинской цепи впадин, 11 – гряды горстов Скалистого хребта, 12 – Псебай-Бечасынской цепи грабенов, 13 – Тхачской гряды горстов, 14 – Хамышкинско-Бекесской цепи грабенов, 15 – Бахмутско-Ацгарского ступенчатого склона; 16 – Инженерно-Бамбакской гряды горстов, 17 – Балкано-Абиширской гряды горстов, 18 – Эльбашинской гряды горстов, 19 – Пшекиш-Тырныаузской цепи шовных грабенов, 20 – Пшехско-Адлерской зоны, 21 – зоны Южного ступенчатого склона (Абхазо-Сванетской), 22 – Серединной зоны высокоподнятых горстов; 23 – номера блоковых структур (см. табл. 1); 24 – границы зон; 25 – сбросы; 26 – флексуры; 27 – номера разрывных структур (см. табл. 2); 28 – вулкан Эльбрус.

Рядом с западной частью Хамышкинско-Бекесской цепи впадин в Пшехско-Адлерскую зону внедряется **Инженерно-Бамбакская гряда горстов**, включающая Инженерную (16а) и Пшекишскую (16б) горст-ступени и Бамбакский горст (16в). Далее к востоку, отделяясь Уруштенским поперечным грабеном (14г), данная гряда горстов надстраивается более сложно построенной **Балкано-Абиширской грядой горстов**. Она начинается Балканской горст-ступенью (17а) и Мастаканской ступенью (17б) и продолжается протяженным Абиширским горстом (17в), к которому с юга примыкают Верхнеархызская (17г) и Старожилишная (17д) ступени.

Восточнее на поперечном отрогом Архызского грабена (19з) вдоль северного борта восточной части **Пшекиш-Тырныаузской** шовно-депресссионной зоны протягивается узкая **Эльбашинская гряда** (18), представленная единым горстом.

Все сказанное позволяет фиксировать последовательное усложнение строения Лабино-Малкинской зоны к западу и югу, в сторону поперечной (Пшехско-Адлерской) и продольной (Пшекиш-Тырныаузской) шовных зон.

ПШЕКИШ-ТЫРНЫАУЗСКАЯ ШОВНО-ДЕПРЕССИОННАЯ ЗОНА

Длительно унаследованная разобшенность Лабино-Малкинской и Серединной структурных

зон подчеркивается древностью разделяющей их Пшекиш-Тырныаузской шовно-депресссионной зоны, которая, по мнению ряда исследователей, заложилась еще в раннем палеозое [1]. Е.Е. Милановский [10, с. 15] полагал, что эта зона на протяжении большей части альпийского этапа служила северной границей (краевым швом) геосинклинальной области и продолжает развиваться до настоящего времени. Наиболее характерными новейшими элементами этих зон служат протяженные продольные грабены, а местами и смежные с ними горсты [11].

Молодая активность Пшекиш-Тырныаузской зоны подчеркивается проявлениями магматизма. Например, в долине р. Баксан у г. Тырныауз располагается интрузия эльджуртинских биотитовых гранитов и прорывающих ее трех штоков риолитов. Абсолютный возраст эльджуртинских гранитов колеблется от 1.90 ± 0.15 до 1.80 ± 0.15 млн лет, а прорывающих их штоков риолитов и различных кислых даек – от 1.89 ± 0.15 до 1.20 ± 0.20 млн лет [2; 7, с. 260].

В новейшем структурном плане Пшекиш-Тырныаузская шовно-депресссионная зона представлена узкой и весьма протяженной (300 км) цепью грабенов (рис. 4, 5). В ее строении выделяется две разнородные части, с границей на меридиане Архыза.

Западная часть запад-северо-западного простирания характеризуется серией относительно

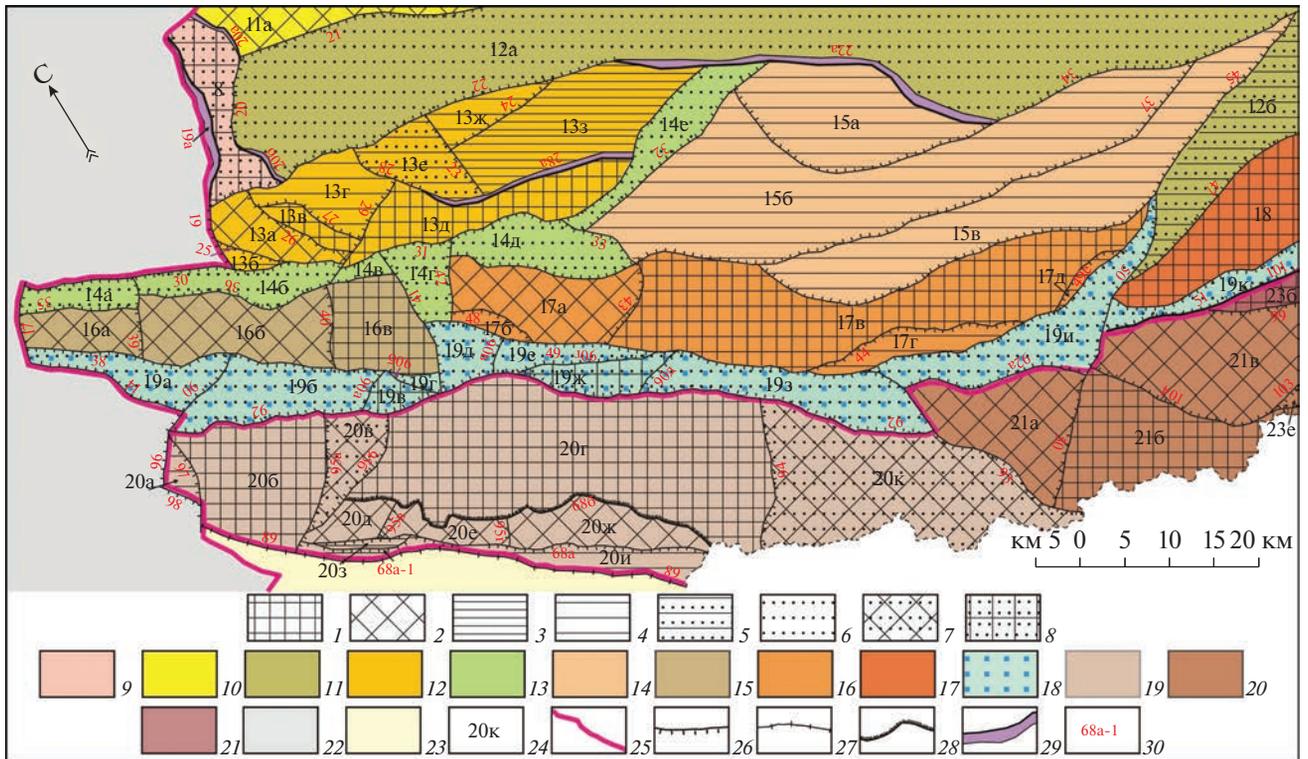


Рис. 4. Схема неструктурного районирования Пшекиш-Тырныузской шовно-депресссионной зоны (западный фрагмент) и смежных структур. 1–8 – типы блоковых структур: 1 – горсты, 2 – горст-ступени, 3 – высокие ступени, 4 – ступени, 5 – грабен-ступени, 6 – грабены, 7 – седловины, 8 – перемычки; 9–23 – группы блоков: 9 – Ачикоховской перемычки, 10 – гряды горстов Скалистого хребта, 11 – Псебай-Бечасынской цепи грабенов, 12 – Тхачской гряды горстов, 13 – Хамышкинско-Бекесской цепи грабенов, 14 – Бахмутско-Ацгарского ступенчатого склона, 15 – Инженерно-Бамбакской гряды горстов, 16 – Балкано-Абиширской гряды горстов, 17 – Эльбашинской гряды горстов, 18 – Пшекиш-Тырныузской цепи шовных грабенов, 19 – Чутушской гряды горстов, 20 – Софийско-Эрцогской гряды горстов, 21 – Эльбрусской клавишной системы блоков, 22 – Пшехско-Адлерской зоны, 23 – зоны Южного ступенчатого склона (Абхазо-Сванетской); 24 – номера блоковых структур (см. табл. 1); 25 – границы зон; 26 – сбросы; 27 – сбросо-взбросы; 28 – надвиги; 29 – флексуры; 30 – номера разрывных структур (см. табл. 2).

коротких блоковых элементов. В ней с запада на восток сменяются Гузерипльский (19а) и Козлиный грабены (19б), Аспидная перемычка (19в), Аспидный (19г), Алоусский (19д), Ачипстинский (19е) грабены, Умпырская перемычка (19ж), Загеданский (19з) и Архызский (19и) грабены. Северо-восточная часть последнего является ответвлением к северу от общего простирания цепи грабенов.

Восточная часть данной зоны в основном широтна и представлена весьма протяженными (шелевидными) Тебердинским (19к) и Шаукольским (19л) грабенами, которые с севера сопровождаются узким Эльбашинским горстом (18). Восточнее происходит локальное расширение зоны за счет Северотырныузского грабена (19м) и изгиб зоны в расположенном южнее осевом Тырныузском грабене (19н). Этот изгиб характерен для новейшего структурного плана и связан, очевидно, со сдвиговыми неотектоническими деформациями на сочленении Центрального и Казбекского сегментов мегасвода.

На западе в выделяемой им Архыз-Уруштенской грабен-синклинали Е.Е. Милановский [10] допускал относительные опускания, обусловившие мощную аккумуляцию четвертичных осадков в долинах р. Большая Лаба у с. Загедан и р. Большой Зеленчук у с. Архыз (Загедано-Архызская грабенообразная депрессия, по Н.И. Кочетову [8]).

Для новейшего этапа Е.Е. Милановский указывал в Пшекиш-Тырныузской шовной зоне молодые (главным образом плиоценовые, но местами и четвертичные) подвижки по крутым разломам с амплитудой в несколько сотен метров, как правило, с относительно приподнятыми южными крыльями. По Е.А. Долгинову [6], крупные разрывы, обрамляющие эти структуры, представлены либо сбросами, либо “kozyрьковыми” надвигами. При этом цепь новейших грабенов не полностью совпадает с полосой так называемых “юрских депрессий”. Грабены, выполненные юрскими отложениями, в отличие от новейших, не образуют непрерывной цепи и во многих местах либо несколько смещены к северу или югу, либо

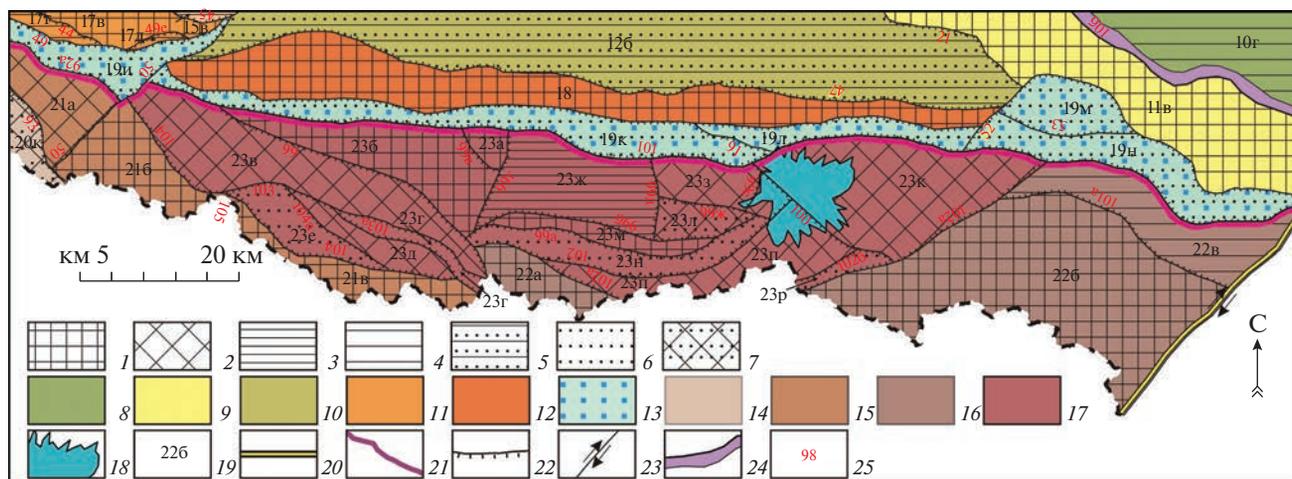


Рис. 5. Схема неоструктурного районирования Пшекиш-Тырныаузской шовно-депрессивной зоны (восточный фрагмент) и смежных структур. 1–7 – типы блоковых структур: 1 – горсты, 2 – горст-ступени, 3 – высокие ступени, 4 – ступени, 5 – грабен-ступени, 6 – грабены, 7 – седловины; 8–17 – группы блоков: 8 – Шедокско-Кабардинской цепи впадин, 9 – гряды горстов Скалистого хребта, 10 – Псебай-Бечасынской цепи грабенов, 11 – Балкано-Абиширской гряды горстов, 12 – Эльбашинской гряды горстов, 13 – Пшекиш-Тырныаузской цепи шовных грабенов, 14 – Чугушской гряды горстов, 15 – Софийско-Эрцогской гряды горстов, 16 – Нахарско-Верхнечегемской гряды горстов, 17 – Эльбрусской клавишной системы блоков; 18 – ледники вулкана Эльбрус; 19 – номера блоковых структур (см. табл. 1); 20–21 – границы: 20 – сегментов, 21 – зон; 22 – сбросы; 23 – сдвиг; 24 – флексуры; 25 – номера разрывных структур (см. табл. 2).

отличаются по ширине (например, в районе с. Архыз). Очевидно, формирование таких грабенов, их сложных складчатых деформаций и кливажа, а также большие (до 1–1.5 км) перемещения по разрывам относятся к геосинклинальному этапу геологического развития.

Это свидетельствует о существенной новейшей перестройке данной шовной структуры. В то же время существование разновозрастных близко совпадающих цепей шовных грабенов указывает на высокую степень унаследованности новейших структур Пшекиш-Тырныаузской шовной зоны.

СРЕДИННАЯ ЗОНА ВЫСОКОПОДНЯТЫХ ГОРСТОВ

Зона осевых поднятий в Центральном сегменте мегасвода делится на четыре части с определенными особенностями строения (см. рис. 4, 5).

Западная **Чугушская гряда горстов** представлена достаточно монолитной осевой грядой, образованной Псеашхинским горстом (20г), который с запада отделен Верхнекишской седловиной (20в) от передового Чугушского горста (20б), сопровождаемого фронтальной Абагской ступенью (20а). Южный край Псеашхинского горста обрамлен целой серией прибортовых блоков, включающей Ассаринскую (20д), Южнопсеашхинскую (20е), Аишхинскую (20ж) грабен-ступени, Южноассаринскую высокую ступень (20з) и Южноаишхинскую ступень (20и). На востоке Псеашхинский горст надстраивается обширной Санчаринской седловиной (20к), которой он отделяет-

ся от **Софийско-Эрцогской гряды горстов**. Эта гряда включает три крупных элемента: Аксаринскую горст-ступень (21а), Софийский (21б) и Эрцогский (21в) горсты. Данная гряда в свою очередь надстраивается **Нахарско-Верхнечегемской грядой горстов**, которая объединяет Нахарский (22а) и Верхнечегемский (22б) горсты и Эльтубюнскую ступень (22в).

К северу от двух последних осевых гряд горстов располагается обширная **Эльбрусская клавишная система блоков**, построенная в целом веерообразно. Западную часть данного веера образуют: Алибек-Домбайский (23е) и Клухорский грабены (23г), Мусатчерийская (23д) и Бадукская (23в) горст-ступени, Хатигорский (23б) и Кышкаджерский (23а) горсты. В восточную часть веера входят: Северокуршинская высокая ступень (23ж), Куршуская (23з), Западноэльбрусская (23и) и Нижнечиринкольская (23л) горст-ступени, Куршинский горст (23м), Даут-Верхнекубанский (23н) и Далар-Верхнебаксанский (23р) грабены и Азауская (23п) горст-ступень. С востока ко всей этой части веера примыкает обширная Эльбрусская горст-ступень (23к) треугольной формы. Вулкан Эльбрус находится на сочленении западного угла этой горст-ступени с Западноэльбрусской (23и) и Азауской (23п) горст-ступенями.

Южным ограничением срединной зоны обычно считают систему разрывов, объединяемых в так называемую зону Главного Кавказского надвига или Главного Кавказского разлома. Здесь предполагались пологие сместители, по ним палеозойский фундамент надвинут на юрские отло-

жения. Однако в последние годы эта структура альпийского этапа рассматривается как “срыв взбросового типа” на опрокинутом к югу контакте фундамента и чехла с плоскостью, наклоненной к северу под углом 65–70° и только в локальных “kozyрьковых” структурах — под углами до 40° [22, с. 133]. Под углами 65° или круче этот разлом прослеживается по геофизическим данным на Центральном Кавказе до глубины 80 км [28, 29]. Е.Е. Милановский [10] сомневался, что в этой зоне имели место в плиоцене — антропогене большие подвижки, так как в некоторых местах она “залечена” интрузиями позднего мела (?) или палеогена (неоинтрузии Кабари, Цурунгал). Но с фронтом Главного надвига совпадает очень резкий геоморфологический уступ, который нельзя объяснить только различиями в денудационной стойкости гранитов и юрских сланцев. Поэтому Е.Е. Милановский предполагал, что зона Главного надвига выражена в новейшей структуре флексурной ступени, наложенной на древнюю складчато-надвиговую структуру. Однако современные геоморфологические материалы позволили проследить здесь новейшую Мзымтинскую шовно-депресссионную зону, северным бортом которой служит Главный Кавказский разлом [13].

Можно согласиться с Е.Е. Милановским [10], считавшим завышенными оценки разрывных смещений в зоне Главного надвига в 1–1.5 км с конца плиоцена (по А.Л. Цагарели [27]) и 0.1–0.2 км с позднеледникового времени (по В.А. Растворовой и Е.А. Щербаковой [20]). Вероятно, в данных оценках за новейшие принимаются и мезозойские смещения.

МЗЫМТИНСКАЯ ШОВНО-ДЕПРЕССИОННАЯ ЗОНА

Мзымтинская цепь шовных грабенов, ограниченная региональными разрывами (сбросами и взбросами) с амплитудой новейших смещений до первых сотен метров, служит границей Срединной зоны и зоны Южного ступенчатого склона (рис. 6) [13].

В пределы России попадает только западная часть шовной зоны, представленная расширяющейся к западу и расщепляющейся системой грабенов. Северная ветвь образована Ачипсинским грабеном (24а), который надстраивается к юго-востоку Нижнелаурской (24б), Псекоховской (24в) и Нижнепслухской (24г) грабен-ступенями, а далее — Долгинским (24е) и Бзычским (24ж) осевыми грабенами. Южную ветвь образует западная часть Эстосадокского грабена (24д).

Здесь и восточнее Мзымтинская шовно-депресссионная зона обладает южным разрывно-грабеновым оперением, но практически лишена северного оперения [13].

Важно отметить, что новейшая Мзымтинская шовная зона отличается от зоны Главного Кавказского разлома тектодинамической обстановкой формирования. Если зона Главного разлома, по крайней мере, в позднегеосинклинальную стадию развивалась в условиях горизонтального сжатия, то Мзымтинская шовная зона представляет собой результат заклинивания проседающих шовных блоков в условиях растяжения, которые обычны на исходных флексурных перегибах при сводовых воздыманиях. Следовательно, Мзымтинская шовная зона отличается от Пшекиш-Тырныауской меньшей степенью унаследованности, хотя и сходна по времени (палеозой, по Г.Д. Аджирею [1]) заложения.

Таким образом, главные продольные новейшие структурные зоны основной части Центрального сегмента мегасвода Большого Кавказа разграничены между собой крупными шовно-депресссионными зонами, которые выклиниваются при приближении к Пшехско-Адлерской поперечной зоне. Эти зоны отличаются древним заложением, но разной степенью унаследованности структурных форм.

ЗОНА ЮЖНОГО СТУПЕНЧАТОГО СКЛОНА (АБХАЗО-СВАНЕТСКАЯ)

Расположенная в пределах российской территории часть Абхазо-Сванетской зоны (см. рис. 6) включает находящиеся к югу от Мзымтинской шовно-депресссионной зоны три основных подразделения: Ачишхинскую группу блоков, Аибгинскую гряду горстов и Пихтовую группу блоков. Первые две располагаются вдоль южного борта Мзымтинской шовной зоны, а Пихтовая, отличающаяся северо-восточным простиранием, торцово причленяется с юга к Аибгинской гряде. Такое разнообразие простираний свойственно и всей расположенной восточнее большей части Абхазо-Сванетской зоны [13].

Ачишхинская группа блоков имеет в целом прямоугольную форму. На ее северо-западе находится Ачишхинский горст (25а), к которому с юга примыкает Южноачишхинская ступень (25в). Хмелевский горст (25б) отделен Бешенским грабеном (25д) от Западнбешенской горст-ступени (25г) и обрамляется Южнохмелевской ступенью (25е).

Аибгинская гряда горстов представлена горной грядой, сопровождающей с юга Мзымтинскую шовную зону. В этой гряде осевые поднятия: Аибгинский (26а) и Агепстский (26е) горсты и Западноагепстская горст-ступень (26д), обрамлены с севера Верхнержаной (26б) и Североаибгинской (26в) ступнями, а с юга — Южноаибгинской ступенью (26г).

и для его Центрального сегмента, неотектонические карты не представлены в подавляющем большинстве опубликованных материалов по листам геологических карт масштаба 1:200000.

Выделенные локальные неотектонические структуры важны для повышения качества различных прикладных исследований, в том числе, — при проведении инженерных, гидрогеологических и геоэкологических изысканий для строительного проектирования. На территории Центрального сегмента мегасвода Большого Кавказа проводившиеся ранее детальные и крупномасштабные неотектонические исследования использовались при инженерно-геологических изысканиях для проектирования: 1) горного кластера Олимпийских объектов Красная Поляна [3, 4, 11, 13, 14, 16–18], 2) курортно-туристического комплекса Лагонаки, 3) курортного комплекса Архыз.

Неотектонические структуры находят отражение в палеоэкологических исследованиях, например, при изучении археологических памятников, особенно палеолитических стоянок [5, 11, 19, 23 и др.]. Поэтому проведенное среднемасштабное неоструктурное районирование имеет перспективы для дальнейшего использования. Такое районирование необходимо и для других сегментов новейшего мегасвода Большого Кавказа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ажгирей Г.Д.* Разломы глубокого заложения. Некоторые новые факты и представления // Разломы глубокого заложения: геология и полезные ископаемые. М.: РУДН, 1984. С. 3–32.
2. *Борсук А.М.* Мезозойские и кайнозойские магматические формации Большого Кавказа. М.: Наука, 1979. 299 с.
3. *Вадачкория О.А., Воейкова О.А., Мурый А.А., Несмеянов С.А.* Тектонические условия строительства горного кластера Олимпийских объектов Большого Сочи // XLVI Тектон. сов. “Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения”. М.: ГЕОС, 2014. Т. 1. С. 32–36.
4. *Вадачкория О.А., Воейкова О.А., Мурый А.А., Несмеянов С.А.* Формирование опасных геологических процессов на северном склоне хребта Аибга // Сергеевские чтения. М.: РУДН, 2014. Вып. 16. С. 235–239.
5. Грот Сарадж-Чуко в Приэльбрусье (результаты междисциплинарных исследований 2017–2019 гг.) / Редакторы: *Л.В. Голованова, Е.В. Дороничева, В.Б. Дороничев.* СПб.: Изд-во РИПОЛ классик, 2020. 408 с.
6. *Долгинов Е.А.* О характере разрывных нарушений, развитых в области древнего ядра Кавказа // Известия Вузов. Геология и разведка. 1959. № 7. С. 60–69.
7. *Короновский Н.В., Демина Л.И.* Позднекайнозойский магматизм Большого Кавказа // Большой Кавказ в альпийскую эпоху / Под ред. Ю.Г. Леонова М.: ГЕОС, 2007. С. 251–284.
8. *Кочетов Н.И.* Морфоструктурный анализ речной сети верхней и средней Кубани // Геоморфология. 1981. № 1. С. 83–91.
9. *Ломизе М.Г., Хаин В.Е.* Древние долины и перестройка речной сети на Западном Кавказе под влиянием новейших движений // Вестник Московского университета. Сер. 5: география. 1965. № 4. С. 17–25.
10. *Милановский Е.Е.* Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 484 с.
11. *Несмеянов С.А.* Геоморфологические аспекты палеоэкологии горного палеолита (на примере Западного Кавказа). М.: Научный мир, 1999. 392 с.
12. *Несмеянов С.А.* Инженерная геотектоника. М.: Наука, 2004. 780 с.
13. *Несмеянов С.А.* Неоструктурное районирование Северо-Западного Кавказа (опережающие исследования для инженерных изысканий). М.: Недра, 1992. 254 с.
14. *Несмеянов С.А., Вадачкория О.А., Воейкова О.А., Мурый А.А.* Структурно-геоморфологическая основа крупномасштабного инженерно-геологического картирования в горных областях // Сергеевские чтения. М.: РУДН, 2015. Вып. 17. С. 62–66.
15. *Несмеянов С.А., Воейкова О.А.* Неотектоника Воронцовской зоны и проблема молодых надвигов на Западном Кавказе // Геоэкология. 2020. № 4. С. 3–20.
16. *Несмеянов С.А., Воейкова О.А., Мурый А.А.* Детализация схемы активных разрывов для инженерных изысканий в горной области (на примере бассейна р. Мзымты на Кавказе) // Геоэкология. 2011. № 5. С. 450–454.
17. *Несмеянов С.А., Воейкова О.А., Мурый А.А.* Методика построения среднемасштабных количественных палеореконструкций рельефа приморского орогена // Геоэкология. 2016. № 1. С. 3–24.
18. *Несмеянов С.А., Воейкова О.А., Мурый А.А.* Среднемасштабные количественные реконструкции палеорельефа приморского орогена (на примере бассейна р. Мзымты на Кавказе) // Геоэкология. 2016. № 4. С. 292–303.
19. Пещера Матузка / Голованова Л.В. и др. / Под ред. Л.В. Головановой и В.Б. Дороничева. СПб: Островитянин, 2006. 194 с.
20. *Растворова В.А., Щербакова Е.М.* Поднятие Центрального Кавказа за поздне- и послеледниковое время // Современные движения земной коры. М.: Изд-во АН СССР, 1963. № 1. С. 297–303.
21. *Рейснер Г.И., Богачкин Б.М.* Стратиграфия и тектоника антропогена Центрального Предкавказья. М.: ИФЗ, 1989. 196 с.
22. *Сомин М.Л.* Альпийская деформация комплексов основания и тектонический стиль Большого Кавказа // Большой Кавказ в альпийскую эпоху / Под ред. Ю.Г. Леонова. М.: ГЕОС, 2007. С. 111–140.
23. Треугольная пещера. Ранний палеолит Кавказа и Восточной Европы / Под ред. Л.В. Головановой и В.Б. Дороничева. СПб.: Островитянин, 2007. 270 с.
24. *Хаин В.Е., Ломизе М.Г.* О молодых подвижках по древним разломам и их влиянии на гидрографическую сеть // Известия Вузов. Геология и разведка. 1959. № 8. С. 17–21.
25. *Хаин В.Е., Ломизе М.Г.* Поперечные конседиментационные разломы на границе Центрального и Западного Кавказа и распределение фаций мезозоя и

- кайнозой // Известия АН СССР. Сер. геологическая. 1961. № 3. С. 26–43.
26. Хаин В.Е., Муратов В.М. О поперечной ступенчатости в рельефе Северо-Западного Кавказа // Структурно-геоморфологические исследования в Прикаспии. М.: Гостоптехиздат, 1962. С. 287–297.
27. Цагарели А.Л. Четвертичная тектоника Грузии // XXII сессия МГК. Доклады советских геологов. М.: Недра, 1964. С. 144–155.
28. Шемпелев Г.А., Пруцкий Н.И., Фельдман И.С., Кухмазов С.У. Геолого-геофизическая модель по профилю Туапсе – Армавир // Тектоника неогена. Общие и региональные аспекты: матер. XXXIV Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2001. Т. 2. С. 316–320.
29. Шемпелев Г.А., Пруцкий Н.И., Кухмазов С.У. и др. Материалы геофизических исследований вдоль Приэльбрусского профиля (вулкан Эльбрус – Кавказские Минеральные Воды) // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых: матер. XXXVIII Тектонического совещания / Отв. ред. Ю.В. Карякин. Т. 2. С. 361–365.
30. Nesmeyanov S., Voeikova O. Suture Zones as Upper Crustal Seismogenerating Structures // Natural Hazards and Risk Research in Russia. Springer. 2018. P. 205–219.

NEOSTRUCTURAL ZONING OF THE RUSSIAN PART OF THE GREATER CAUCASUS MEGAVULT, THE CENTRAL SEGMENT (ADVANCED STUDIES FOR ENGINEERING SURVEY)

S. A. Nesmeyanov^a, O. A. Voeikova^{a, #}, and M. N. Komarevskaya^a

^a *Sergeev Institute of Environmental Geoscience, Russian Academy of Sciences, Ulanskii per., 13, str. 2, Moscow, 101000 Russia*

[#] *E-mail: voa49@mail.ru*

Detailed neostuctural zoning with typification of tectonic structures should be performed before engineering surveys on the territory of the newest orogens or their large parts. A medium-scale neostuctural zoning of the central segment of the Greater Caucasus megavault was carried out. It showed a significantly complex structure of the previously distinguished regional neotectonic bodies. The neotectonic structural plan is less differentiated in the north and east of the segment and it is more differentiated in the southern and western parts. A significant transformation of all local structures and regional suture zones is shown. It is connected with the fact that the newest structures are produced by orogenic uplift, and the older ones were formed under the conditions of horizontal compression. The results of neotectonic zoning are used in engineering, hydrogeological and geocological surveys for construction design. They are important for paleoecological research, for example, in the study of archaeological sites.

Keywords: *orogen, megavault, segment, zone, suture zone, horst, graben, step, rupture*

REFERENCES

1. Azhgirei, G.D. *Razlomy glubokogo zalozheniya. Nekotorye novye fakty i predstavleniya* [Deepfaults. Some new facts and ideas]. *Razlomy glubokogo zalozheniya: geologiya i poleznye iskopaemye* [Deep faults: geology and mineral deposits]. Moscow, RUDN Publ., 1984, pp. 3–32. (in Russian)
2. Borsuk, A.M. *Mezozoiskie i kainozoiskie magmaticheskie formatsii Bol'shogo Kavkaza* [Mesozoic and Cenozoic igneous formations of the Greater Caucasus]. Moscow, Nauka Publ., 1979, 299 p. (in Russian)
3. Vadachkoriya, O.A., Voeikova, O.A., Muryi, A.A., Nesmeyanov, S.A. *Tektonicheskie usloviya stroitel'stva gornogo klastera Olimpiiskikh ob'ektov Bol'shogo Sochi* [Tectonic conditions of the construction of the Olympic facilities in mountainous part of Greater Sochi]. Proc. XLVI Tectonic workshop. Tectonics of fold belts in the Eurasia: similarity, differences, specific features of recent orogenesis, regional generalization. Moscow, GEOS Publ., 2014, vol. 1, pp. 32–36. (in Russian)
4. Vadachkoriya, O.A., Voeikova, O.A., Muryi, A.A., Nesmeyanov, S.A. *Formirovanie opasnykh geologicheskikh protsessov na severnom skлоне khrebtа Aibga* [Development of geohazards on the northern slope of Aibga ridge]. *Sergeevskie chteniya*. Moscow, RUDN Publ., 2014, vol. 16, pp. 235–239. (in Russian)
5. *Grot Saradzh-Chukov v Priel'brus'e (rezul'taty mezhdistsiplinarnykh issledovaniy 2017–2019 gg.)* [Saradzh-Chuko grotto in the Elbrus region (results of interdisciplinary research 2017–2019)]. Doronicheva, E.V., Golovanova, L.V., Doronichev V.B. et al. St. Petersburg, RIPOI Classic Publ., 2020, 408 p. (in Russian)
6. Dolginov, E.A. *O kharaktere razryvnykh narushenii, razvitykh v oblasti drevnego yadra Kavkaza* [On the nature of discontinuities developed within the ancient Caucasus core]. *Izv.vuzov. Geologiya i razvedka*. 1959, no. 7, pp. 60–69. (in Russian)
7. Koronovskii, N.V., Demina, L.I. *Pozdnkainozoiskii magmatizm Bol'shogo Kavkaza* [Late Cenozoic magmatism of the Greater Caucasus]. *Bol'shoi Kavkaz v al'piiskuyu epokhu* [Greater Caucasus in the Alpine tectonic epoch]. Moscow, GEOS Publ., 2007, pp. 251–284. (in Russian)
8. Kochetov, N.I. *Morfostrukturnyi analiz rechnoi seti verkhnei i srednei Kubani* [Morphostructural analysis of the river network in the upper and middle reaches of the Kuban River]. *Geomorfologiya*, 1981, no. 1, pp. 83–91. (in Russian)
9. Lomize, M.G., Khain, V.E. *Drevnie doliny i perestroika rechnoi seti na Zapadnom Kavkaze pod vliyaniem novej-*

- shikh dvizhenii* [Ancient valleys and restructuring of the river network in the Western Caucasus under the influence of the latest movements]. *Vestn. moskovskogo universiteta, ser. V: geografiya*, 1965, no. 4, pp. 17–25. (in Russian)
10. Milanovskii, E.E. *Noveishaya tektonika Kavkaza* [The newest tectonics of the Caucasus]. Moscow, Nedra Publ., 1968, 484 p. (in Russian)
 11. Nesmeyanov, S.A. *Geomorfologicheskie aspekty paleoekologii gornogo paleolita (na primere Zapadnogo Kavkaza)* [Geomorphological aspects of paleoecology of mountain Paleolithic (by the example of Western Caucasus)]. Moscow, Nauchnyi mir Publ., 1999, 392 p. (in Russian)
 12. Nesmeyanov, S.A. *Inzhenernaya geotektonika* [Engineering geotectonics]. Moscow, Nauka Publ., 2004, 780 p. (in Russian)
 13. Nesmeyanov, S.A. *Neostruktornoe raionirovanie Severo-Zapadnogo Kavkaza (operezhayushchie issledovaniya dlya inzhenernykh izyskaniy)* [Neostuctural zoning of the North-Western Caucasus (advanced research for engineering survey)]. Moscow, Nedra Publ., 1992, 254 p. (in Russian)
 14. Nesmeyanov, S.A., Vadachkoriya, O.A., Voeikova, O.A., Muryi, A.A. *Struktorno-geomorfologicheskaya osnova krupnomasshtabnogo inzhenerno-geologicheskogo kartirovaniya v gornykh oblastyakh* [Structural-geomorphological basis of large-scale engineering-geological mapping in mountainous areas]. *Sergeevskie chteniya*. Moscow, RUDN Publ., 2015, vol. 17, pp. 62–66. (in Russian).
 15. Nesmeyanov, S.A., Voeikova, O.A. *Neotektonika Vorontsovskoi zony i problema molodykh nadvigov na Zapadnom Kavkaze* [Neotectonics of the Vorontsov zone and the problem of young thrusts in the Western Caucasus]. *Geoekologiya*, 2020, no. 4, pp. 3–20. (in Russian)
 16. Nesmeyanov, S.A., Voeikova, O.A., Muryi, A.A. *Detalizatsiya skhemy aktivnykh razryvov dlya inzhenernykh izyskaniy v gornoi oblasti (na primere basseina r. Mzymty na Kavkaze)* [Detailization of active faults scheme in engineering survey in mountainous area (by the example of Mzymta River basin in the Caucasus)]. *Geoekologiya*, 2011, no 5, pp. 450–454. (in Russian)
 17. Nesmeyanov, S.A., Voeikova, O.A., Muryi, A.A. *Metodika postroeniya srednemasshtabnykh kolichestvennykh paleorekonstruktsii rel'efa primorskogo orogena* [Methodology of medium-scale quantitative paleoreconstructions of the Primorsky orogen relief]. *Geoekologiya*, 2016, no. 1, pp. 3–24. (in Russian)
 18. Nesmeyanov, S.A., Voeikova, O.A., Muryi, A.A. *Srednemasshtabnye kolichestvennye rekonstruktsii paleorel'efa primorskogo orogena (na primere basseina r. Mzymta na Kavkaze)* [Medium-quantitative reconstruction paleorelief seaside Orogen (for example, river basin. Mzymta the Caucasus)]. *Geoekologiya*, 2016, no. 4, pp. 292–303. (in Russia)
 19. *Peshchera Matuzka* [Matuzka Cave]. Golovanova, L.V., Doronichev, V.B., et al. St. Petersburg, Ostrovityanin Publ., 2006, 194 p. (in Russian)
 20. Rastvorova, V.A., Shcherbakova, E.M. *Podnyatie Tsentral'nogo Kavkaza za pozdne- i poslednikovoe vremya* [Uplift of the Central Caucasus during the late and post-glacial period]. *Sovremennye dvizheniya zemnoi kory* [Modern movements of the Earth's crust]. Moscow, AN SSSR Publ., 1963, no. 1, pp. 297–303. (in Russian)
 21. Reisner, G.I. Bogachkin, B.M. *Stratigrafiya i tektonika antropogena Tsentral'nogo Predkavkaz'ya* [Stratigraphy and tectonics of Anthropogene in the Central CisCaucasia]. Moscow, IFZ RAN Publ., 1989, 196 p. (in Russian)
 22. Somin, M.L. *Al'piiskaya deformatsiya kompleksov osnovaniya i tektonicheskii stil' Bol'shogo Kavkaza* [Alpine deformation of the base complexes and the tectonic style of the Greater Caucasus]. *Bol'shoi Kavkaz v al'piiskuyu epokhu* [The Greater Caucasus in the Alpine era]. Moscow, GEOS Publ., 2007, pp. 111–140. (in Russian)
 23. *Treugol'naya peshchera. Rannii paleolit Kavkaza i Vostochnoi Evropy* [Triangular cave. Early Paleolithic of the Caucasus and the Eastern Europe]. Doronichev, V.B., et al. St. Petersburg, Ostrovityanin Publ., 2007, 270 p. (in Russian)
 24. Khain, V.E., Lomize, M.G. *O molodykh podvzhkakh po drevnim razlomam i ikh vliyaniy na gidrograficheskuyu ser'* [About young movements along ancient faults and their influence on the hydrographic network]. *Izv.vuzov. Geologiya i razvedka*, 1959, no. 8, pp. 17–21. (in Russian)
 25. Khain, V.E., Lomize, M.G. *Poperechnye konsedimentatsionnye razlomy na granitse Tsentral'nogo i Zapadnogo Kavkaza i raspredelenie fatsii mezozoya i kainozoya* [Transverse consedimentary faults on the border of the Central and Western Caucasus and the distribution of Mesozoic and Cenozoic facies]. *Izvestiya AN SSSR. Ser. Geologicheskaya*, no. 3, pp. 26–43. (in Russian)
 26. Khain, V.E., Muratov, V.M. *O poperechnoi stupenchatosti v rel'efe Severo-Zapadnogo Kavkaza* [About transverse stepping in the Northwestern Caucasus]. *Struktorno-geomorfologicheskie issledovaniya v Prikaspii*. Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 1962, pp. 287–297. (in Russian)
 27. Tsagareli, A.L. *Chetvertichnaya tektonika Gruzii* [Quaternary tectonics of Georgia]. Proc. XXII session IGC, reports from Soviet geologists, topic 11. Moscow, Nedra Publ., 1964, pp. 144–155. (in Russian)
 28. Shempelev, G.A., Prutskii, N.I., Fel'dman, I.S., Kukhmazov, S.U. *Geologo-geofizicheskaya model' po profilu Tuapse–Armavir* [Geological and geophysical model along the Tuapse–Armavir profile]. *Tektonika neogena. Obshhie i regional'nye aspekty. (Materialy XXXIV Tektonicheskogo soveshchaniya)* [Tectonics of the Neogen. General and regional aspects. (Proc. the XXXIV Tectonic Meeting)]. Moscow, GEOS Publ., 2001, vol. 2, pp. 316–320. (in Russian)
 29. Shempelev, G.A., Prutskii, N.I., Kukhmazov, S.U. et al. *Materialy geofizicheskikh issledovaniy vdol' Priel'bruskogo profilya (vulkan El'brus – Kavkazskie Mineral'nye Vody)* [Materials of geophysical studies along the Elbrus profile (Elbrus volcano – Caucasian Mineralnye Vody)] *Tektonika zemnoi kory i mantii. Tektonicheskie zakonomernosti razmeshcheniya poleznykh iskopaemykh. (Materialy XXXVIII Tektonicheskogo soveshchaniya)* [Tectonics of the Earth's crust and mantle. Tectonic patterns of distribution of mineral deposits. (Proc. the XXXIV Tectonic Meeting)]. Moscow, GEOS Publ., 2005, vol. 2, pp. 361–365. (in Russian)
 30. Nesmeyanov, S., Voeikova, O. Suture zones as upper crustal seismogenerating structures. In: *Natural Hazards and Risk Research in Russia*. Springer Int. Publ., 2018, pp. 205–219.