

УДК 551.4; 551.240

## МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ЭТАПОВ ФОРМИРОВАНИЯ УЩЕЛИСТЫХ РЕЧНЫХ ДОЛИН В АКТИВНЫХ ОРОГЕНАХ

© 2022 г. С. А. Несмеянов<sup>1</sup>, О. А. Воейкова<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 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 10.03.2022 г.

После доработки 18.04.2022 г.

Принята к публикации 27.04.2022 г.

Предлагаемая методика выявления этапов формирования горных ущелий опирается на применение оротектонического метода. С его помощью выявляются схемы разномасштабных эрозионно-аккумулятивных циклов в ущелье и в смежной долине крупной реки. Эти схемы сопоставляются между собой и последовательно коррелируются с местными и региональными стратиграфическими схемами для датировки выделенных этапов. Предложенный комплекс геолого-геоморфологических и корреляционных исследований может быть использован для изучения истории формирования ущелистых речных долин в активных орогенах типа Кавказа и Тянь-Шаня; может быть полезен для проведения палеоэкологических реконструкций при археологических исследованиях и инженерно-геологических изысканиях.

**Ключевые слова:** ущелье, речная долина, эрозионно-аккумулятивный цикл, терраса, террасовый ряд, ороген

DOI: 10.31857/S0869780922040051

### ВВЕДЕНИЕ

Как известно, в ущельях рек и ручьев, прорезающих горные хребты, бывает чрезвычайно трудно обнаружить даже отдельные следы террасирования, а тем более установить строение всего террасового ряда. Между тем в ряде случаев подобные исследования, в том числе палеоэкологические, весьма актуальны. Примером может служить необходимость оценки возраста пещер с палеолитическими стоянками и т.п.

В самом общем виде поставленная задача решается путем сопоставления террасовых образований ущелья с террасовым рядом ближайшей крупной (магистральной) долины, а в случае необходимости и с более удаленными долинами, на террасовый ряд которых опирается местная стратиграфическая схема. При этом во многих случаях приходится решать ряд важных общих и частных проблем.

**Проблема применения оротектонического метода.** Возрастное расчленение рельефа с выявлением строения террасовых рядов долин и водоразделов является одной из основных задач разрабатывавшегося длительное время оротектонического метода [11]. Данный метод предполагает создание сети геоморфологических профилей орогена, включающей основные стратотипы и

учитывающей неотектоническое районирование, которое определяет деформации выделяемых геоморфологических уровней. В этом методе анализируются затрагиваемые ниже проблемы выявления, корреляции и датировки террасовых рядов и геоморфологических уровней.

**Проблема строения типичного неоплейстоценового террасового ряда активных орогенов.** Схема строения террасового ряда в горных областях может быть сложной, несколько различающейся в блоковых и складчато-блоковых элементах [10, 7, 11]. Обычно в тылу долины располагается подзона “русловой лестницы”, наиболее протяженная у водотоков с относительно слабой эрозионной активностью. Возраст самой молодой ступени этой “лестницы” определяет время консервации соответствующего отрезка долины, когда в нем прекращается существенная глубинная эрозия. В долине на границе с впадиной происходит “ныряние” террас с налеганием молодого аллювия на древний, т.е. наблюдаются “террасовые ножницы”. В долинах, пересекающих чередование воздымающихся разновысотных блоков, ущелистые участки связаны, как правило, с горстами, а наиболее четко выраженные террасовые ряды обычно приурочены к расширениям в относительно пониженных структурных ступенях и локальных

впадинах. Наиболее сложно выявляются террасовые ряды в ущельях маловодных рек, часто служащих притоками более крупных рек. В них законсервированными могут быть значительные по протяженности верховья, вплоть до большей части или всего ущелья. Именно к таким законсервированным частям ущелий бывают приурочены пещерные стоянки древнего человека, например, известная стоянка Тешик-Таш в горах Средней Азии [7, 14].

**Проблема датировки четвертичных террасовых образований.** Данная проблема имеет ряд аспектов, важных для датировки местных террас [9, 7, 11].

Во-первых, в ряде орогенов, в том числе в Тянь-Шане и на Кавказе, традиционно фиксируются четыре разномасштабных по глубине и ширине группы врезов — последовательные группы высоких, средних, низких и прирусловых террас. При этом отмечается, что группы низких и средних террас обычно двучленны. Но встречаются ситуации с более дробным делением (“расщеплением”) этих региональных подразделений.

Во-вторых, отмечается принципиальная разновозрастность основных рубежей Общей стратиграфической шкалы (ОСШ) неоплейстоцена и реальных эрозионно-аккумулятивных циклов, формирующих террасы. У таких циклов начальные фазы активизации глубинной эрозии обычно отвечают регрессивным стадиям морей и океанов и ледниковым стадиям, а подразделения ОСШ начинаются с межледниковых и трансгрессивных стадий. Поэтому индексация их различна. Для упомянутых групп террас используются индексы  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  и  $Q_4$ , отражающие последовательность их формирования, а для неоплейстоценовых подразделений ОСШ — индексы:  $Q_I$ ,  $Q_{II}$ ,  $Q_{III}$  и  $Q_{IV}$ .

Следует отметить некоторые особенности строения региональных стратиграфических схем. В них, как правило, три последних комплекса двучленны. Кроме того, в ряде регионов активного новейшего орогенеза многие региональные террасы, особенно террасы комплекса средних высот ( $Q_2$ ), подвержены локальному расщеплению.

В-третьих, важно учитывать неоднократные изменения ОСШ четвертичных отложений, влияющие на датировку местных террасовых рядов. Не вдаваясь в сложную историю данного вопроса, отметим необходимость учета следующих важных положений. Основание четвертичного периода последовательно понижалось сначала на уровень 1.8 млн лет, а в настоящее время располагается на уровне 2.6 млн лет назад. Теперь этот период делится на голоцен ( $Q_{IV} = 0-0.0117$  млн лет) и плейстоцен (0.0117–2.6 млн лет). Плейстоценовый отдел (надраздел) включает: неоплейстоцен (0.0117–0.781 млн лет), эоплейстоцен ( $Q_E =$  калабрий с датировкой в интервале 0.781–1.8 млн лет) и палеоплейстоцен ( $Q_P =$  гелазий в интервале 1.8–

2.6 млн лет) [2, 16]. В результате этих изменений возможны разночтения в индексации отдельных подразделений, например, эоплейстоценовые террасовые образования ранее часто датировались индексом  $N_2^3-Q_1$ .

### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМОГО РАЙОНА

В качестве объекта, на примере которого иллюстрируется применяемая методика, рассматриваются фрагменты магистральной долины р. Баксан и ущелья ее правого притока малой р. Фандуко на северном склоне Центрального Кавказа. В этом ущелье расположена пещера Сарадж-Чуко, в которой находится стоянка палеолитического человека [3].

Целью исследования является необходимость определения возраста возникновения пещерной полости для оценки принципиальной возможности выявления следов более раннего ее посещения древними людьми по сравнению с уже выявленными культурными слоями. Как будет показано ниже, достижение этой цели встречает целый ряд препятствий, обусловленных местными особенностями геоморфологического и неотектонического строения данного района.

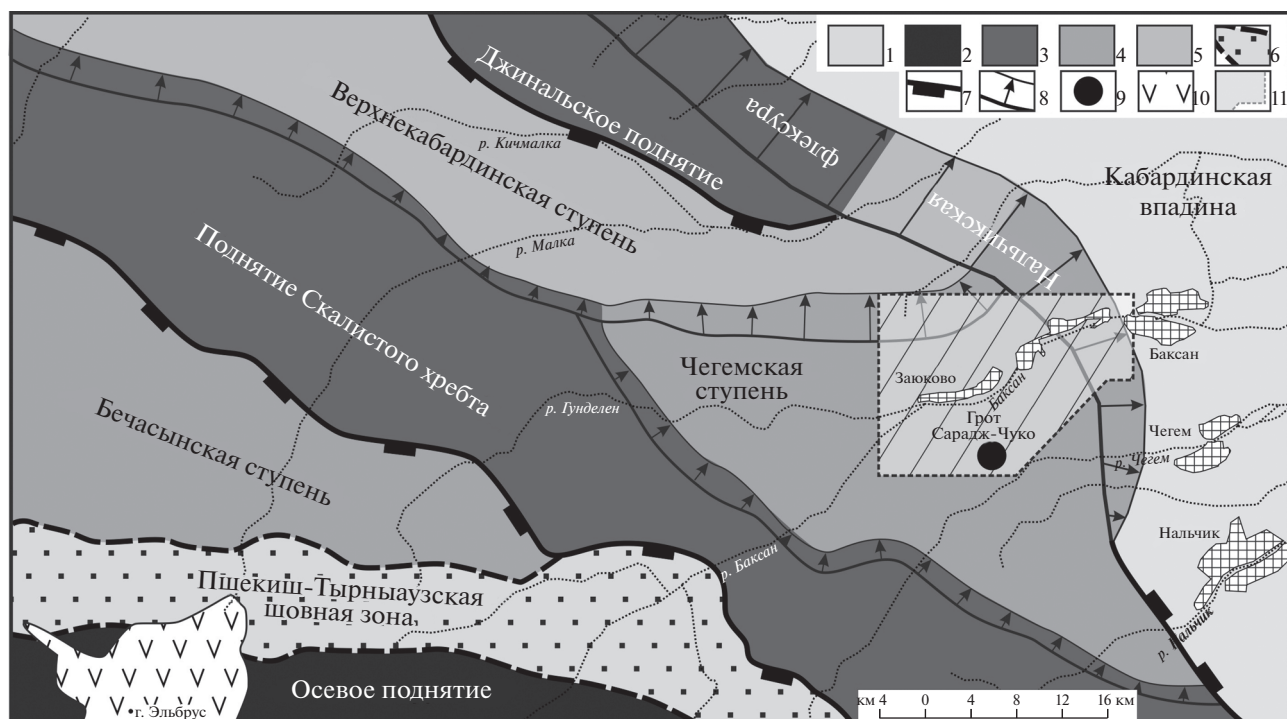
Исследуемая низкогорная территория характеризуется относительно сглаженными водоразделами, широкими разработанными долинами крупных рек (Баксан, Малка, Подкумок) и узкими ущелистыми долинами небольших рек, в том числе р. Фандуко (рис. 1).

Анализируемый участок долин Баксана и Фандуко расположен в пределах крупной Чегемской структурной ступени, которая в свою очередь включает ряд локальных структур (рис. 2) [12].

Водораздел Баксана и Фандуко сложен почти 250-метровой покровной Нижнечегемской толщей липаритовых лав, риолитовых игнимбритов и туфов [6]. Абсолютный возраст данной толщи определяется рядом датировок в интервале от  $3.7 \pm 0.6$  до  $2.1 \pm 0.2$  млн лет [1, 17], что позволяет считать ее позднеплиоценово-раннепалеоплейстоценовой. Соответственно, наиболее древний водораздельный геоморфологический уровень может быть палеоплейстоценовым (точнее — позднепалеоплейстоценовым), а первый эрозионный врез в этот водораздел рассматриваемых долин — эоплейстоценовым.

### СТРОЕНИЕ ТЕРРАСОВОГО РЯДА МАГИСТРАЛЬНОЙ ДОЛИНЫ

Террасы р. Баксан изучались на значительном расстоянии (табл. 1, рис. 3) [15]. Но исходная схема потребовала некоторой доработки, поскольку



**Рис. 1.** Мелкомасштабная схема неоструктурного районирования восточной части Центрального Кавказа в районе бассейнов рек Чегем, Баксан, Малка и Подкумок. 1 – Кабардинская впадина; 2 – осевое поднятие мегасвода; 3–5 – структуры северного крыла мегасвода: 3 – зоны поднятий, 4–5 – структурные ступени (4 – высокие, 5 – низкие); 6 – Пшекиш-Тернаузская шовная зона; 7 – разрывы; 8 – флексуры; 9 – грот Сарадж-Чуко; 10 – вулкан Эльбрус; 11 – территория, неотектоническая схема которой представлена на рис. 2.

опиралась исключительно на группировку террас по высоте, к тому же без учета (“отбраковки”) локальных террас врезывания и мощности покровных отложений. Кроме того, естественные неровности рельефа не позволяют оценивать высоты террас с точностью до 1 м, как это делалось ранее. Правильнее пользоваться округленными величинами.

Применение стратиграфо-геоморфологического подхода с выделением разномасштабных комплексов эрозионных циклов [7], т.е. учета глубин эрозионных врезов, позволило несколько уточнить первоначальную схему [3]. В частности, было установлено, что по величине (глубине) эрозионного вреза (45 м) терраса, считавшаяся ранее наиболее древним элементом Кызбурунского комплекса, должна относиться к Малкинскому комплексу. Соответственно, Малкинский комплекс включает не три, а четыре террасы. Подобный пересмотр обычен при контроле морфологической группировки террас с помощью масштабного эрозионно-циклового расчленения, особенно при первоначально 3-членном составе низких террас [7, с. 47].

На рассматриваемом участке в пределах Нальчикской региональной флексуры наблюдаются хорошо выраженные “террасовые ножницы” р. Бак-

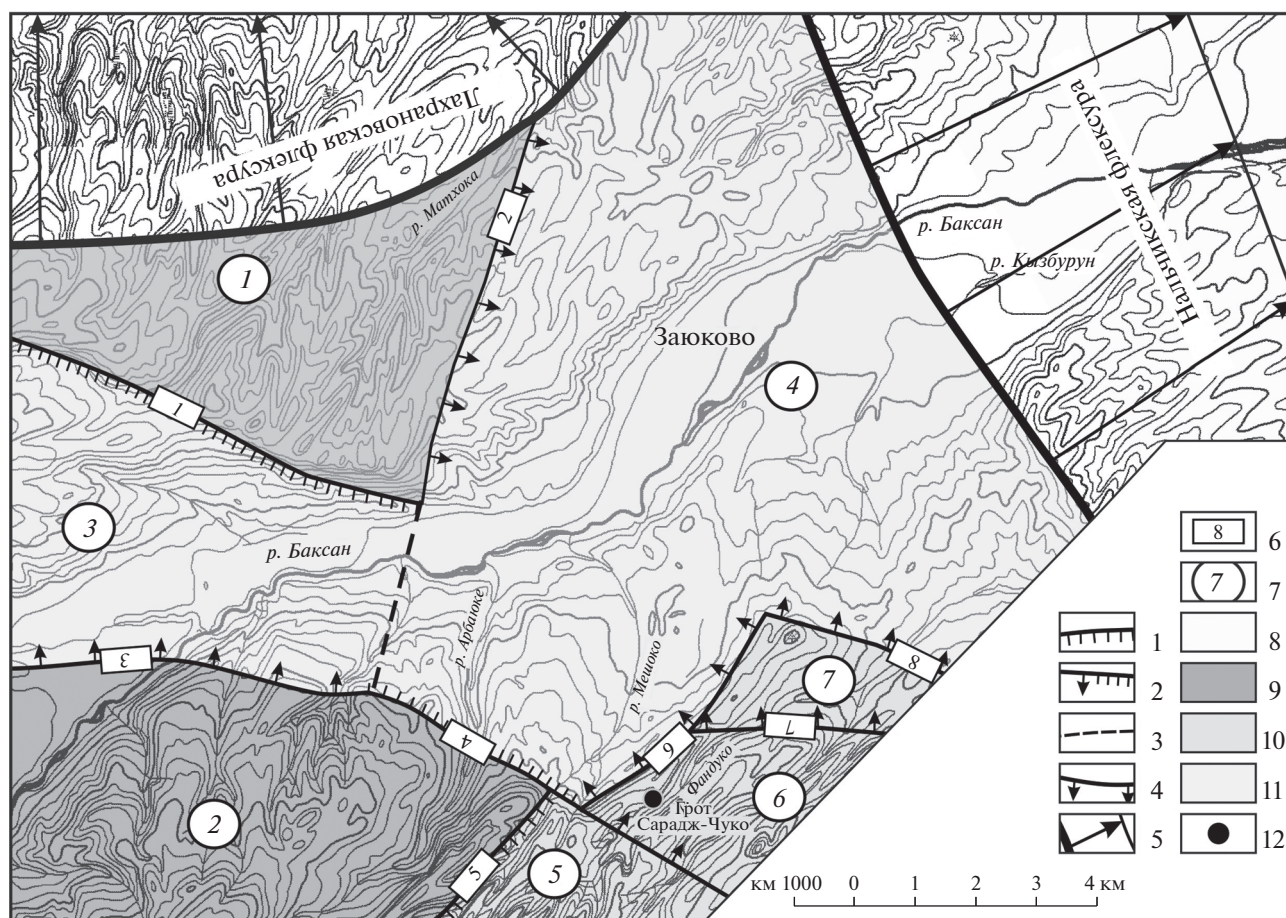
сан. Перед ними находится расширение долины у с. Заюково в Заюкской впадине (см. рис. 2, 4). Выше долина суживается в пределах Западнозаюкского грабена (3), расположенного между Харахорским (1) и Шитлямыжским (2) поднятиями (см. рис. 2).

Наиболее полно неоплейстоценовый террасовый ряд выражен в Заюкской впадине, на левобережье р. Баксан (рис. 4).

Здесь результирующая схема, разработанная с учетом приведенных выше замечаний, в самом общем виде выглядит следующим образом (табл. 2, рис. 5).

В приводораздельной части узкая эоплейстоценовая (**Сармаковского комплекса**  $Q_E$ ) гряды обрамляется довольно широким раннеоплейстоценовым (**Кубинского террасового комплекса**  $Q_1$ ) высоким террасовым уровнем, который восточнее ближе к Нальчикской флексуры (в начале зоны “террасовых ножниц”) трансформируется мощным (до 100 м) аллювием и, в свою очередь, очевидно, перекрывается покровными отложениями. Глубина Кубинского эрозионного вреза достигает 180 м.

**Малкинский террасовый комплекс** ( $Q_2$ ) в средней части с. Заюково представлен двумя широкими цокольными террасами – это комплекс террас



**Рис. 2.** Схема локального эоплейстоцен-неоплейстоценового районирования долины р. Баксан в районе села Заюково и смежных территорий. 1–3 – разрывные нарушения: 1 – сбросы, 2 – сбросо-флексуры, 3 – погребенные разрывы; 4–5 – флексуры: 4 – локальные, 5 – региональные; 6–7 – номера структур: 6 – разрывных и флексур (1 – Южно-харахорский сброс, 2 – Восточнохарахорская флексура – погребенный сброс, 3 – Северошитлярская флексура, 4 – Арсаюкский сброс-флексура, 5 – Мешокский сброс, 6 – Южнозаюкинская флексура, 7 – Среднефандукская флексура, 8 – Северофандукская флексура); 7 – блоковых (1 – Харахорское поднятие, 2 – Шитлямышское поднятие, 3 – Западнозаюкский грабен, 4 – Заюкская впадина, 5 – Мешокская ступень, 6 – Фандукская ступень, 7 – Северофандукская ступень); 8–11 – типы блоковых структур: 8 – грабены, 9 – горсты, 10 – структурные ступени, 11 – Кабардинская впадина; 12 – грот Сарадж-Чуко.

средних высот. Обе террасы расщепляются и перекрыты чехлами покровных отложений. Так, выделенные здесь ранее [15, с. 88] террасы высотой 750/150 м (указываются абсолютная и относительная высоты) и 700/100 м являются локальными уровнями одной верхней террасы данного комплекса. Низкая терраса также имеет два уровня (660–670/60–70 м и 640–645/40–45 м). В результате общая глубина малкинского эрозионного вреза составляет примерно 160 м.

**Кызбурунский террасовый комплекс ( $Q_3$ )** низких террас представлен двумя аккумулятивными террасами, валунно-галечный аллювиальный чехол которых перекрыт покровными пролювиально-делювиальными щебнисто-глыбовыми и суглинистыми покровными отложениями мощностью местами до 10 м. Именно эти террасы заняты основной частью жилой застройкой и огородами

с. Заюково. Часть сближенных низких террас, выделявшихся Г.И. Рейснером и Б.М. Богачкиным [15], является локальными террасами врезывания, которые только осложняют строение региональных террас.

Суммарная глубина двух эрозионных врезв Кызбурунского комплекса вряд ли превышает 30–35 м. Следовательно, она примерно в 5 раз меньше аналогичного эрозионного вреза Малкинского комплекса.

**Голоценовый террасовый комплекс ( $Q_4$ )** прирусловых террас слабо углублен в низкую террасу Кызбурунского комплекса. Его аллювий часто прислонен к верхнеэоплейстоценовому аллювию. Комплекс представлен низкой террасой и поймой с суммарной глубиной эрозионного вреза

**Таблица 1.** Относительные высоты четвертичных террас р. Баксан [15]

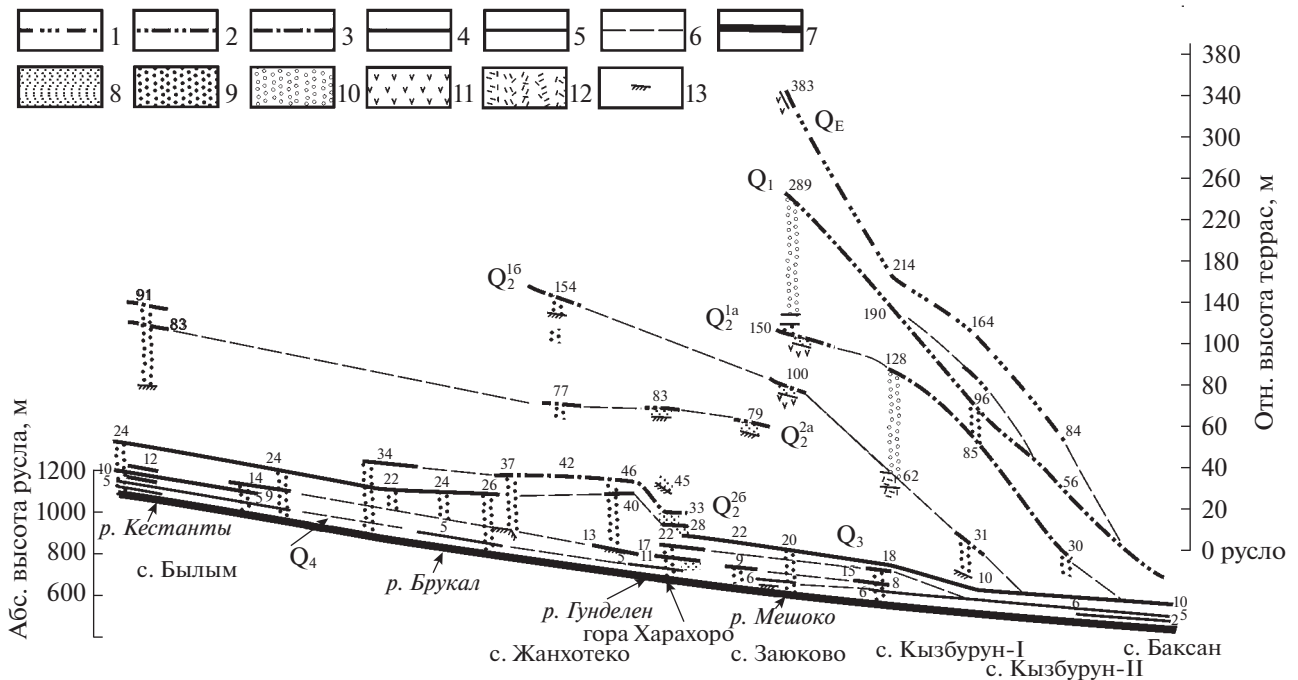
Относительные высоты террас в пунктах						Террасовые комплексы (тк)
Река Костанты	Река Гундален	Село Заюково	Село Кызбурун		Город Баксан	
			I	II		
		383	214	84	+	Сармаковский (Q <sub>E</sub> )
		283	190	58	22	Кубинский (Q <sub>1</sub> )
		140–160	128	30	+	Малкинский (Q <sub>2</sub> )
170	154	100	31	+		
83	83	79				Кызбурунский (Q <sub>3</sub> )
	46					
24	40	28				
		22	16			
14		17	15			
12	13	11	8	6	5	

знак + означает, что терраса погрузилась

вряд ли большей 10 м. Это в 3–4 раза меньше эрозионного вреза Кызбурунского комплекса.

Таким образом, выделенные здесь разновозрастные региональные террасы по глубинам своих эрозионных врезов определенно группируются в разномасштабные террасовые комплексы.

Эти комплексы различаются и морфологически, формируя водораздел (Сармаковский комплекс), приводораздельный (Кубинский комплекс) и основной (Малкинский комплекс) склоны, а террасы Кызбурунского комплекса образуют здесь широкое днище долины р. Баксан, которое очень не-



**Рис. 3.** Продольный профиль террас в долине р. Баксан (по [15] с дополнениями). 1–5 террасы: 1 — эоплейстоценовые; 2 — раннеоплейстоценовые; 3 — среднеоплейстоценовые; 4 — позднеоплейстоценовые; 5 — голоценовые; 6 — корреляционные линии; 7 — профиль русла; 8–10 — отложения, слагающие террасы: 8 — пески, 9 — галечники и валунники, 10 — валуно-галечные с включениями крупных глыб; 11–12 — отложения, слагающие цоколи террас: 11 — туфы и ингибиты (N<sub>2</sub><sup>3</sup>ак-Q<sub>E</sub>), 12 — вулканогенно-пролювиальные осадки баксангэсской свиты (N<sub>2</sub><sup>3</sup>ак-ар); 13 — цоколи террас. Арабскими цифрами обозначены относительные высоты террас и цоколей.

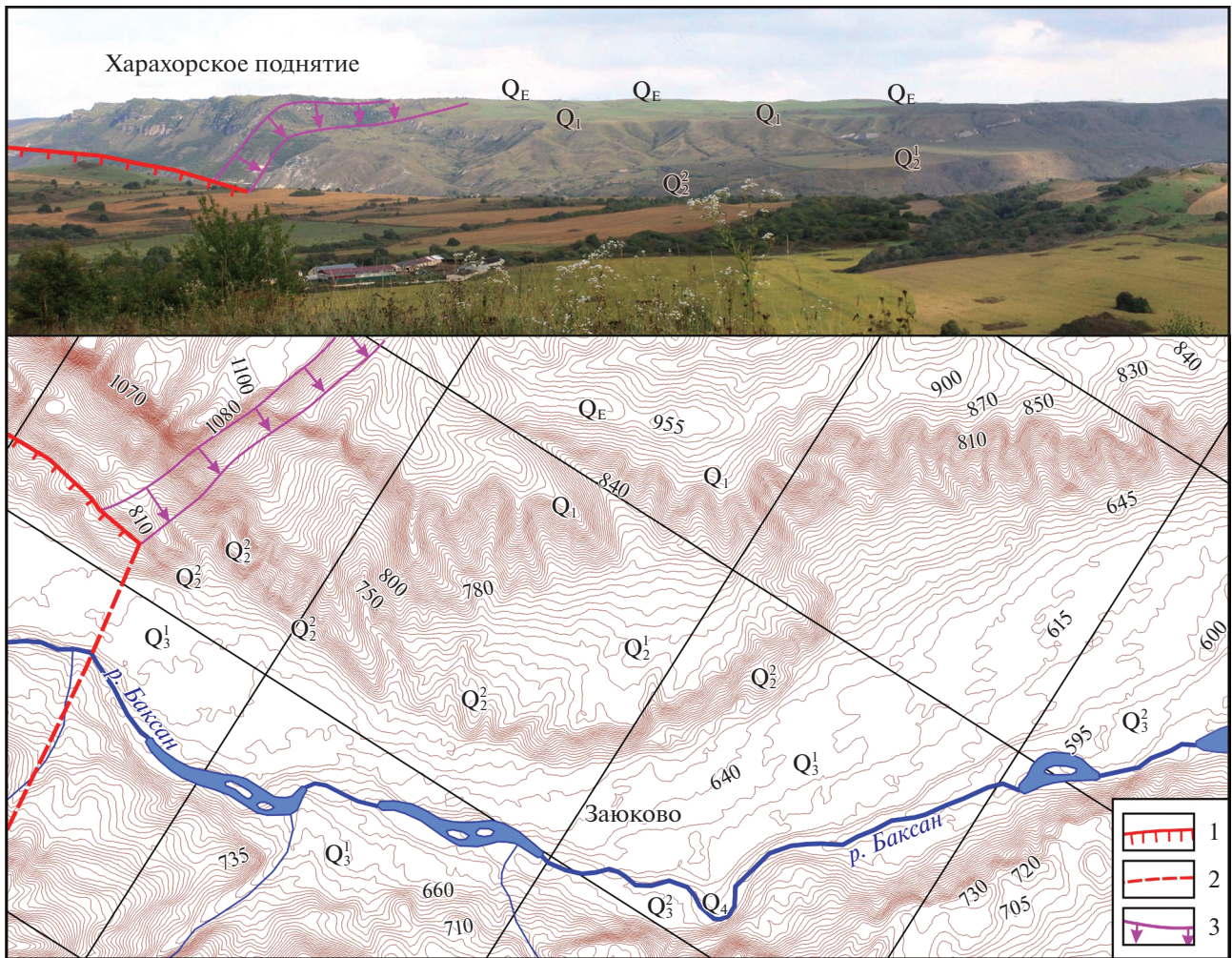


Рис. 4. Фотопанорама и топооснова района с. Зайуково с элементами четвертичного террасового ряда на левобережье р. Баксан. 1–3 – новейшие разрывные структуры: 1 – сбросы, 2 – погребенные сбросы, 3 – флексуры.

значительно углубляется узким извилистым врезом прируслового Голоценового комплекса.

#### МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ТЕРРАСОВОГО РЯДА УЩЕЛЬЯ И СОПОСТАВЛЕНИЕ ТЕРРАСОВЫХ РЯДОВ БАКСАНА И ФАНДУКО

Рассмотренный выше четкий террасовый ряд р. Баксан наблюдается только на ее левобережье. На правобережье присутствие локальных разрывов и флексур осложняет строение северного склона водораздела между Баксаном и Фандуко. Поэтому здесь невозможно дать прямое графическое сопоставление террасовых рядов Баксана и Фандуко. В этом случае придется опираться на сопоставление комплексов террас, а при таком сопоставлении нужно будет учитывать, что по отношению к этому водоразделу суммарная глубина эрозионного вреза р. Фандуко более чем в 2.5 раза меньше подобной глубины р. Баксан.

Грот Сарадж-Чуко располагается в нижней части глубокого (глубиной почти до 200 м) ущелья р. Фандуко, которое врезано в вулканогенные плиоцен-палеоплейстоценовые образования, формирующие залегающий на водоразделах покров мощностью до 250 м. Ниже по течению реки под этим покровом обнажаются олигоценые карбонатные глины и мергели.

Большая крутизна и залесенность левого борта каньонообразной долины Фандуко не позволили непосредственно составить ее профиль с помощью геодезических измерений. Такие измерения доступны только в прирусловой части этого склона, на водоразделе и в районе локального притока данной долины.

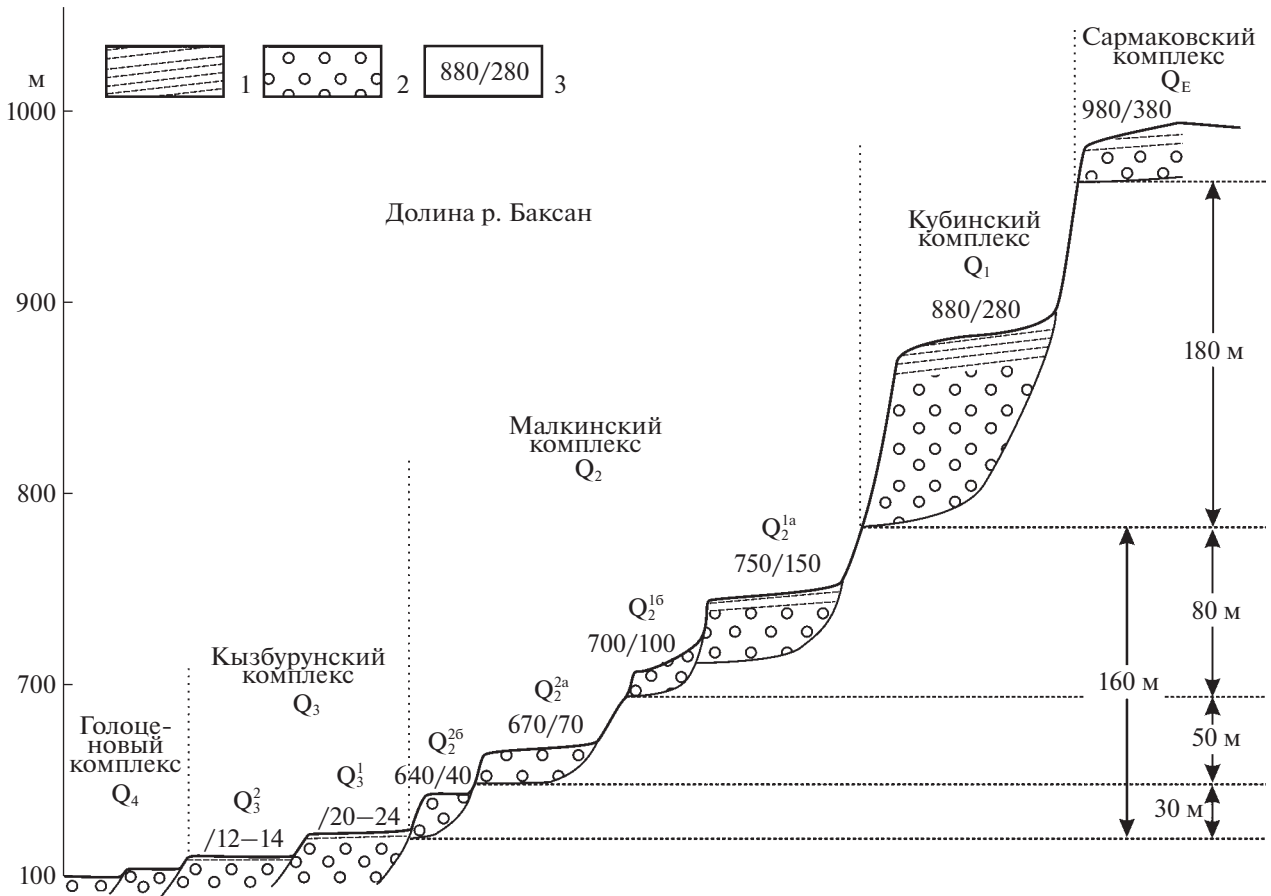
Дополнительный материал по выявлению террасовых элементов левобережья р. Фандуко был получен с помощью двух профилей GPS-измерений. Следует отметить, что трассы этих профилей близки, но не совпадают. Поэтому несколько раз-

**Таблица 2.** Террасовые комплексы р. Баксан у с. Зауково

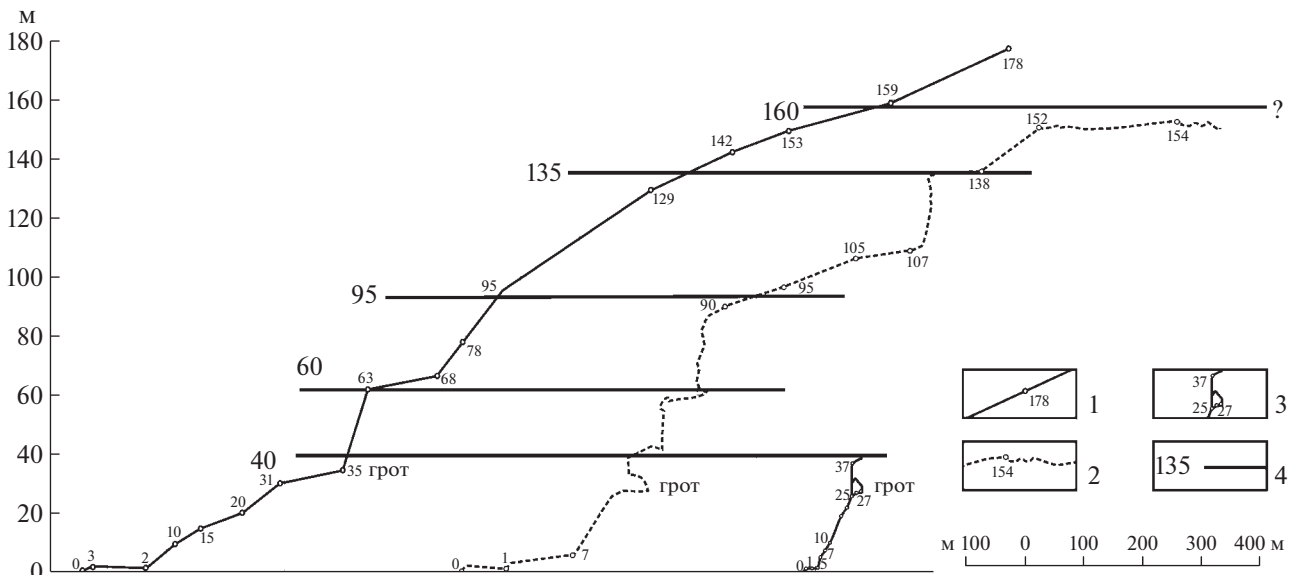
Террасовые комплексы		Относительная высота аккумулятивного чехла (м)	Глубина эрозионного вреза (м)	
Сармаковский (Q <sub>E</sub> )		380		
Кубинский (Q <sub>1</sub> )		280	180	
Малкинский (Q <sub>2</sub> )	Q <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Q <sub>2</sub> <sup>1a</sup>	80	160
		Q <sub>2</sub> <sup>1б</sup>	100	
	Q <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Q <sub>2</sub> <sup>2a</sup>	80	80
		Q <sub>2</sub> <sup>2б</sup>	40	
Кызбурунский (Q <sub>3</sub> )	Q <sub>3</sub> <sup>1</sup>	20–24	30–35	
	Q <sub>3</sub> <sup>2</sup>	12–14		
Голоценовый Q <sub>4</sub>		5	до 10	

личается и морфология рельефа, отраженного на соседних профилях GPS-измерений. Кроме того, эти профили выходят на водораздел в разных местах, а потому заканчиваются на разной высоте.

Нижняя часть склона представлена также по геодезическим данным (третий профиль). Суммирование всех полученных результатов геодезических и GPS измерений позволяет наметить ос-



**Рис. 5.** Принципиальная схема террасового ряда долины р. Баксан у с. Зауково. 1 – покровные отложения, 2 – аллювиальные отложения, 3 – абсолютные/относительные высоты террасовых поверхностей в метрах.



**Рис. 6.** Суммарный результат геодезических и GPS измерений левого борта р. Фандуко в районе грота Сарадж-Чуко. 1–3 – линии и точки измерений: 1 – GPS 2017 г., 2 – GPS 2018 г., 3 – геодезических измерений 2018 г., 4 – условные линии геоморфологических уровней.

новые перегибы склона и выявить элементы, отвечающие днищам эрозионных палеоврезов. Эти днища с относительными высотами над руслом р. Фандуко примерно 40, 60, 95 и 135 м рассматриваются в качестве основных геоморфологических (террасовых) уровней (рис. 6).

Рассмотренные выше материалы были дополнены геодезическими исследованиями по террасированию водораздельной территории. Как известно, основные водораздельные перегибы обычно достаточно надежно сопрягаются, по крайней мере, с верхними террасовыми уровнями на бортах долин [11]. При этом они располагаются субпараллельно верхнему водораздельному уровню и уклону речного русла. Такие соотношения нашли отражение на водораздельном профиле и на профиле левого борта р. Фандуко (рис. 7).

В данном случае верхний водораздельный уровень, фиксирующий кровлю Нижнегемской вулканогенной толщи ( $N_2^2-Q_P$ ), скорее всего, формировался в эпоху накопления кызбурунской и баксангэсской толщ. Поэтому он не может быть древнее конца палеоплейстоцена. Соответственно, следующий эрозионный врез, также, как и в долине р. Баксан, очевидно, отвечает здесь эоплейстоценовому Сармаковскому террасовому комплексу ( $Q_E$ ).

На профиле видно, что Кубинский ( $Q_1$ ) эрозионный врез в долине р. Фандуко глубже Сармаковского ( $Q_E$ ) – 40 м против 25 м. Это, очевидно, отражает ускорение орогенических воздыманий, характерное для начала неоплейстоцена [9–11].

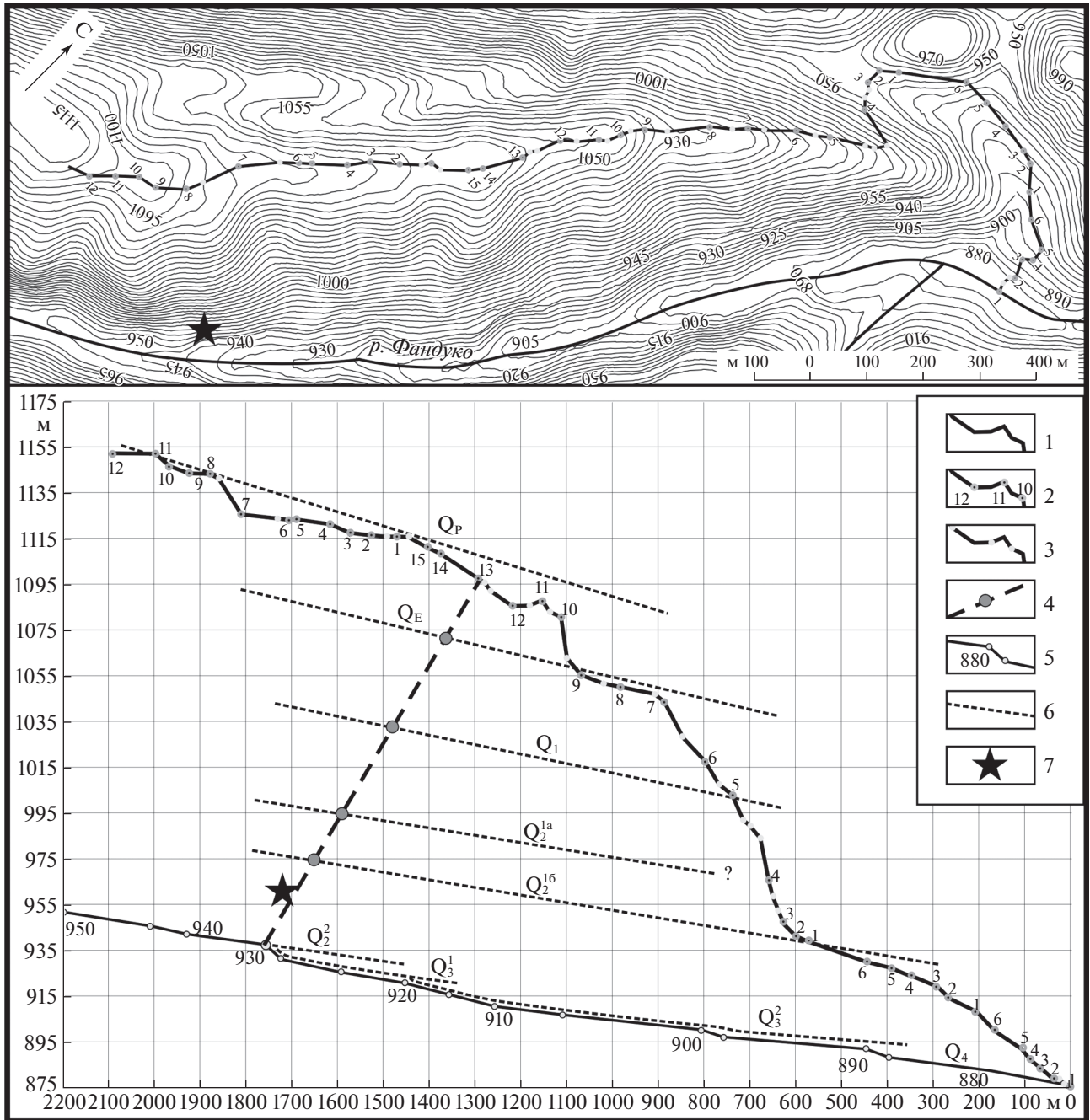
Ниже, как и в долине р. Баксан, наблюдается сдвоенный врез ранней части Малкинского террасового комплекса ( $Q_2^{1a,b}$ ), а еще ниже располагается крупный врез, в котором находится грот Сарадж-Чуко.

На рассматриваемом рисунке видно также, что в продольном профиле русла р. Фандуко наблюдаются перегибы, характерные для “законсервированных” верховьев рек, русла которых последовательно спускаются с более древнего уровня на более молодой. Корреляция этих молодых геоморфологических уровней показывает, что их глубины существенно меньше глубин более древних врезов. Такие соотношения характерны для образований Малкинского и Кызбурунского террасовых комплексов.

Следовательно, эрозионный врез, в котором располагается грот, относится к молодому элементу Малкинского террасового комплекса ( $Q_2^2$ ). Соответственно, встречающиеся в районе грота Сарадж-Чуко маломощные молодые аккумулятивные террасовые и склоновые образования располагаются на практически неперуглубленном эрозионном врезе поздней части Малкинского комплекса ( $Q_2^2$ ).

Поскольку устье грота Сарадж-Чуко находится на относительной высоте 26 м (высота нулевой линии археологической документации в гроте), он располагается в средней части поздне-Малкинского ( $Q_2^2$ ) эрозионного вреза, имеющего глубину около 40 м [3].





**Рис. 7.** Результаты геодезического хода на водоразделе и склоне левого борта р. Фандуко и корреляция геоморфологических уровней водораздела и левобережья р. Фандуко. 1 – линия геодезического хода, 2 – точки теодолитных станций, 3 – промежуточные точки, 4 – суммарный поперечный профиль (см. рис. 6), 5 – профиль русла р. Фандуко по данным топографической карты, 6 – корреляционные линии дниц разновозрастных эрозионных врезов, 7 – грот Садж-Чуко.

Проведенные исследования показывают, что изучение террасового ряда ущелистых долин не должно ограничиваться единичным поперечным сечением. Надежные результаты могут быть получены при обследовании нескольких подобных сечений, дополненных анализом продольного профиля русла. В идеале необходимо изучить весь интервал ущелистой долины от исследуемого

объекта вниз по реке до выхода ее из ущелья (до устья ущелья).

### ВОЗРАСТНЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ

В данном случае для достижения более надежного датирования выделенных подразделений приходится использовать региональные и межрегиональные корреляции.

**Таблица 3.** Сопоставление плейстоценовых террасовых комплексов долин рек Подкумка и Баксана

р. Подкумок	Индексы	р. Баксан
Армянский	Q <sub>E</sub>	Сармаковский
Ессентукский	Q <sub>1</sub>	Кубинский
Джамгатский	Q <sub>2</sub>	Малкинский
Пятигорский	Q <sub>3</sub>	Кызбурунский
Голоценовый	Q <sub>4</sub>	Голоценовый

### Региональные корреляции

Расчленение неоплейстоцена обширного региона Северного Кавказа, в котором находится р. Фандуко, опирается на корреляцию террасовых рядов основных речных долин. Датировка этих рядов в свою очередь традиционно базируется на фаунистически охарактеризованном террасовом ряде р. Подкумок [4, 5, 13, 15].

В нем выделяются Армянский (Q<sub>E</sub>), Ессентукский (Q<sub>1</sub>), Джамгатский (Q<sub>2</sub>), Пятигорский (Q<sub>3</sub>) и голоценовый (Q<sub>4</sub>) террасовые комплексы, представленные различным количеством террас, но достаточно определенно коррелирующиеся с подразделениями баксанской схемы (табл. 3).

Датировки комплексов опирались на следующие основные данные.

В *Армянском комплексе*, включающем пять террас, датирована Лысогорская терраса, которая имеет высоты: напротив ст. Константиновской — 88 м, у ст. Лысогорской — 120 м, у ст. Незлобной — 63 м. Из ее аллювия Л.И. Алексеева и Э.А. Вангенгейм определили остатки (зуб и бивень) *Anapcus arvernensis* (St. et Job.) с возрастным интервалом существования киммерийский-апшеронский регионарусы, позднее — Л.И. Алексеевой — остатки (челюсть) *Archidiscodon meridionalis* Nesti. — апшеронский регионарус [15, с. 27]. С учетом некоторых дополнительных корреляционных материалов данная терраса считается верхнеапшеронской [15, с. 28], т.е. эоплейстоценовой. С этим комплексом сопоставляется травертиновый поток на северном склоне г. Машук (Лермонтовский холм), содержащий на высоте 180 м над урезом Подкумка остатки *Elephas meridionalis* Nesti и имеющий абсолютную датировку (по методу неравновесного урана) 1.25 млн лет [15, с. 29].

Нижняя терраса с относительными высотами у Пятигорска 100–110 м относилась к данному комплексу условно [15, с. 33]. Ее целесообразно перенести в ранненеоплейстоценовый Ессентукский комплекс, поскольку несколько более молодой травертиновый поток на восточном склоне горы Машук в своей средней части содержит остатки *Elephas aff. antiquus* Falk., формы, характерной для начала-середины миндель-рисса [15, с. 31],

т.е. скорее всего для начала среднего неоплейстоцена.

Непосредственно *Ессентукский комплекс* был представлен одной террасой, условно датированной ранним неоплейстоценом и находящейся по своему стратиграфическому положению между Армянским (апшеронским) и Джамгатским (средненеоплейстоценовым) комплексами.

*Джамгатский комплекс* также представлен одной террасой, на тесную связь с которой третьего травертинового потока на северо-восточном склоне горы Машук указывают многие исследователи. В этом травертиновом потоке содержатся многочисленные остатки млекопитающих, преимущественно *Cervus ex gr. elaphus* Lin., датированных интервалом с миндель-рисса по рисс-вюрм [15, с. 32]. На этом основании большинство исследователей считают данный комплекс средне-неоплейстоценовым [15, с. 34].

*Пятигорский комплекс* представлен несколькими террасами. Травертиновый поток южного склона г. Машук и Горячей горы, спускающийся с высоты 155 м до высокой поймы, запечатывает разновозрастные средне- и верхненеоплейстоценовые террасы Подкумка высотой 23 и 12 м. Из данных травертинов известна находка зубов позднечетвертичной формы *Equus* (*Equus*) sp. [15, с. 32].

*Голоценовый комплекс* представлен обычно высокой (3–5 м) и низкой (0.5–2.5 м) поймами.

Проведенные региональные корреляции, очевидно, определяют только самые общие возрастные рамки выделяемых террасовых комплексов. Поэтому для получения более детальных абсолютных датировок желательнее провести возможные межрегиональные корреляции.

### Межрегиональные корреляции

Четвертичные стратиграфические подразделения, описанные выше на Центральном Кавказе, с учетом соотношения глубин разновозрастных эрозионных врезов, принципиально аналогичны выделявшимся ранее на Западном Кавказе [10, 8, 11]. Это обстоятельство позволяет использовать для Баксанского террасового ряда материалы по абсолютному датированию, полученные и для Западнокавказского террасового ряда. В последнем речные террасовые ряды северного и южного склонов Большого Кавказа сопоставлены с морским террасовым рядом Черного моря и на основании всего комплекса местных и корреляционных материалов получили более определенную абсолютную возрастную датировку (табл. 4). Эти данные могут быть использованы для характеристики возраста грота Сарадж-Чуко.

**Таблица 4.** Абсолютный возраст и продолжительность этапов рельефообразования

Этапы рельефообразования					Возрастные индексы	Возраст рубежей	Продолжительность этапов рельефообразования		
Центральный Кавказ	Западный Кавказ						Тыс. лет		
Баксанский район	Северный склон		Южный склон						
“Голоценовый” $Q_4$	Кубанский		Молдовско-Новоэксинский		$Q_4$	15–20	15–20		
Кызбурунский $Q_3$	$Q_3^2$	Гирейский	Майкопский	Хостинский	Рощинско-Агойский	$Q_3$	$Q_3^2$	100	50
								Вюшатский	Воронцовско-Шахейский
Малкинский $Q_2$	$Q_2^2$	Гулькевичский	Хаджохский	Мзымтинский	Липниковско-Ашейский	$Q_2$	$Q_2^2$		
								Курджипский	Голицинско-Пшадский
Кубинский $Q_1$	Воздвиженский	Монастырско-Чаудинский	$Q_1$	700–800	400				
						Сармаковский $Q_E$	Эоплейстоценовый (“апшеронский”)	$Q_E$	1800

### ОЦЕНКА ВОЗРАСТА АНАЛИЗИРУЕМОГО ОБЪЕКТА

В качестве возраста грота в данном случае учитывается время вскрытия речной эрозией подземной пещерной полости. Этот возраст, очевидно, может рассматриваться как максимально ранний для освоения грота древним человеком.

Допуская единство основных этапов рельефообразования для всего Большого Кавказа, можно использовать полученные абсолютные датировки для характеристики этапов формирования долины р. Фандуко. Соответственно, эрозионно-аккумулятивный цикл ( $Q_2^2$ ), вскрывший погребенную пещерную полость грота Сарадж-Чуко, заключен в интервале от 150–200 тыс. лет до 110–120 тыс. лет назад.

Это вскрытие произошло в середине эрозионной фазы данного цикла, охватывающей обычно от 1/4 до половины продолжительности цикла [9, 11]. Малая мощность водотока р. Фандуко свидетельствует в пользу максимальной продолжительности этой эрозионной фазы, развивавшейся соответственно примерно до 135 тыс. лет назад.

Поскольку устье грота Сарадж-Чуко расположено в середине данного эрозионного вреза, можно с определенной вероятностью допустить, что вскрытие речной эрозией первичной пещерной полости произошло не позднее интервала порядка 145–140 тыс. лет назад. Необходимо также учесть определенное время, необходимое для окончательного формирования полости грота<sup>1</sup>. Это формирование включает зафиксированные в гроте следы обрушения свода, десквамации и пе-

<sup>1</sup> Вулканогенная природа первичной подземной полости была рассмотрена ранее [3].

щерно-аллювиальной эрозии, активизировавшиеся под начавшимся воздействием атмосферных факторов [3].

Тем не менее выявленное в настоящее время начало заселения данного грота, оцениваемое по археологическим данным интервалом от 100 до 70 тыс. лет назад, произошло несколько позже его проявления и оформления в рельефе. Не исключена, следовательно, вероятность обнаружения следов более раннего посещения человеком данного грота.

В палеоэкологическом отношении проведенные исследования показывают, что строение долины р. Фандуко в районе стоянки Сарадж-Чуко практически не менялось, начиная с конца Малкинского этапа ( $Q_2^2$ ), т.е. стабилизировалось еще до начала заселения грота.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные выше материалы показали, что применение оротектонического метода позволяет предложить описанную выше оригинальную методику выявления этапов формирования горных ущелий.

Рассмотренный в составе данной методики комплекс геолого-геоморфологических и корреляционных исследований может эффективно использоваться при изучении истории формирования ущелистых речных долин в активных оротектонах типа Кавказа и Тянь-Шаня.

Предложенная методика полезна для проведения палеоэкологических реконструкций, которые могут привлекаться, например, при археологических исследованиях и инженерно-геологических изысканиях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев Г.Д., Иванов И.Б., Шанин Л.Л.* К-Аг данные о новейшем гранитном магматизме // Известия АН СССР. Сер. геологическая. 1964. № 6. С. 3–9.
2. *Борисов Б.А.* О дальнейшем усовершенствовании общей шкалы квартера для детализации карт четвертичных отложений, входящих в комплекты госгеолкарты РФ // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы обустройства: ГИН РАН. 2013. С. 365–375.
3. Грот Сарадж-Чуко в Приэльбрусье (результаты междисциплинарных исследований 2017–2019 гг.) / Кол. авт.: *Е.В. Доронищева, Л.В. Голованова, В.Б. Доронищев и др.* СПб.: Изд-во РИПОЛ классик, 2020. 408 с.
4. *Иванова И.К.* Материалы к стратиграфии травертинов горы Машук в окрестностях Пятигорска // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1946. Т. 21. Вып. 5. С. 21–44.
5. *Иванова И.К.* О возрасте травертинов горы Машук и их особенностях с террасами Подкумка (окрестности Пятигорска) // Бюлл. КИЧП. 1947. № 9. С. 36–47.
6. *Милановский Е.Е., Короновский Н.В.* Нижнекавказский вулканический район (Северный Кавказ) // Вестник МГУ. Сер. геол. 1969. № 4. С. 15–28.
7. *Несмеянов С.А.* Генетические комплексы континентальных отложений. М.: Книга и Бизнес, 2012. 397 с.
8. *Несмеянов С.А.* Геоморфологические аспекты палеоэкологии горного палеолита (на примере Западного Кавказа). М.: Научный мир, 1999. 392 с.
9. *Несмеянов С.А.* Корреляция континентальных толщ. М.: Недра, 1977. 198 с.
10. *Несмеянов С.А.* Неоструктурное районирование Северо-Западного Кавказа (опережающие исследования для инженерных изысканий). М.: Недра, 1992. 254 с.
11. *Несмеянов С.А.* Оротектонический метод. М.: ООО “Миттель Пресс”, 2017. 376 с.
12. *Несмеянов С.А., Воейкова О.А.* Локальные неотектонические перестройки структур в орогене Северного Кавказа // Геоэкология. № 2. 2019. С. 3–12.
13. *Николаев Н.И.* О возрасте рельефа Центрального Кавказа и Предкавказья // Тр. МГРИ. Т. 23. 1948. С. 154–178.
14. *Ранов В.А., Несмеянов С.А.* Палеолит и стратиграфия антропогена Средней Азии Душанбе: “Дониш”, 1973. 152 с.
15. *Рейснер Г.И., Богачкин Б.М.* Стратиграфия и тектоника антропогена Центрального Предкавказья. М.: ИФЗ, 1989. 196 с.
16. *Тесаков А.С., Шик С.М., Величко А.А., Гладенков Ю.Б., и др.* Новые предложения по Общей стратиграфической шкале четвертичной системы // Бюлл. КИЧП. 2014. № 73. С. 13–15.
17. Типы магм и их источники в истории Земли. Ч. 1. Магматизм и геодинамика – главные факторы эволюции Земли / Богатиков О.А. и др. Гл. ред.: О.А. Богатиков и В.И. Коваленко. М.: ИГЕМ РАН, 2006. 398 с.

## METHODOLOGY OF IDENTIFYING THE FORMATION STAGES FOR RIVER VALLEY GORGES IN ACTIVE OROGENS

S. A. Nesmeyanov<sup>a</sup> and O. A. Voeikova<sup>a, #</sup>

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

<sup>#</sup> *E-mail: voa49@mail.ru*

The proposed procedure of identifying the formation stages for mountain gorges is based on the use of orotectonic method. It permits revealing the schemes of different-scale erosion-accumulation cycles in the gorge and in the adjacent valley of a large river. These schemes are compared with each other. To date the identified stages, they are successively correlated with local and regional stratigraphic schemes. The proposed complex of geological, geomorphological and correlation studies can be used to study the history of the formation of gorge river valleys in active orogens such as the Caucasus and Tien Shan. It may be helpful for paleoenvironmental reconstructions in archaeological research and geotechnical surveys.

**Keywords:** *gorge, river valley, erosion-accumulative cycle, terrace, terrace row, orogen*

### REFERENCES

1. Afanas'ev, G.D., Ivanov, I.B., Shanin, L.L. *K-Ar dan nye o noveishem granitnom magmatizme* [K-Ar data on the latest granite magmatism]. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geologicheskaya*, 1964, no. 6, pp. 3–9. (in Russian)
2. Borisov, B.A. *O dal'neishem usovershenstvovanii obshchei shkaly kvartera dlya detalizatsii kart chetvertichnykh otlozhenii, vkhodyashchikh v komplekty gosgeolkarty RF* [On the development of the general scale for detailing the maps of Quaternary deposits included in the sets of the State Geological Map of the Russian Federation]. *Obshchaya stratigraficheskaya shkala Rossii: sostoyaniye i problemy* [General stratigraphic chart of Russia: state and problems]. Moscow, GIN RAN, 2013, pp. 365–375. (in Russian)

3. *Grot Saradzh–Chuko v Priel’brus’e (rezul’taty mezhdisciplinarnykh issledovaniy 2017–2019 gg.)* [Saradzh–Chuko Grotto in the Elbrus region (results of interdisciplinary research 2017–2019)]. Doronicheva, E.V., Golovanova, L.V., Doronicheva V.B. et al. St. Petersburg, RIPOI Classic Publ., 2020, 408 p. (in Russian)
4. Ivanova, I.K. *Materialy k stratigrafii travertinov gory Mashuk v okrestnostyakh Pyatigorsk* [Materials for the stratigraphy of the Mashuk travertines in the vicinity of Pyatigorsk]. *Bull. MOIP. Otd. geol.*, 1946, vol. 21, issue 5, pp. 21–44. (in Russian)
5. Ivanova, I.K. *O vozraste travertinov gory Mashuk i ikh osobennostyakh s terrasami Podkumka (okrestnosti Pyatigorsk)* [On the age of travertines of Mount Mashuk and their features with Podkumka terraces (near Pyatigorsk)]. *Bull. KICHP*, 1947, no. 9, pp. 36–47. (in Russian)
6. Milanovskii, E.E., Koronovskii, N.V. *Nizhnechegemskii vulkanicheskii raion (Severnyi Kavkaz)* [Nizhnechegemsky volcanic region (the Northern Caucasus)]. *Vestnik MGU, ser. geol.*, 1969, no. 4, pp. 15–28. (in Russian)
7. Nesmeyanov, S.A. *Korrelyatsiya kontinental’nykh tolsh* [Correlation of continental strata]. Moscow, Nedra Publ., 1977, 144 p. (in Russian)
8. Nesmeyanov, S.A. *Geneticheskie komplekсы kontinental’nykh otlozhenii* [Genetic complexes of continental deposits]. Moscow, Kniga i Biznes Publ., 2012, 397 p. (in Russian)
9. Nesmeyanov, S.A. *Geomorfologicheskie aspekty paleoekologii gornogo paleolita (na primere Zapadnogo Kavkaza)* [Geomorphological aspects of the paleoecology of the mountain paleolithic (on the example of the Western Caucasus)]. Moscow, Nauchnyi mir Publ., 1999, 392 p. (in Russian)
10. Nesmeyanov, S.A. *Neostruktornoe raionirovanie Severo-Zapadnogo Kavkaza (operezhayushchie issledovaniya dlya inzhenernykh izyskaniy)* [Non-structural zoning of the North-West Caucasus (leading research for engineering surveys)]. Moscow, Nedra Publ., 1992, 254 p. (in Russian)
11. Nesmeyanov, S.A. *Orotektonicheskii metod* [Orotectonic method]. Moscow, Mittel’ Press Publ., 2017, 376 p. (in Russian)
12. Nesmeyanov, S.A., Voeikova, O.A. *Lokal’nye neotektonicheskie perestroiki struktur v orogene Severnogo Kavkaza* [Local neotectonic rearrangements of structures in the orogen of the North Caucasus]. *Geoekologiya*, 2019, no. 2, pp. 3–12. (in Russian)
13. Nikolaev, N.I. *O vozraste rel’efa Tsentral’nogo Kavkaza i Predkavkaz’ya* [On the age of the relief of the Central Caucasus and Ciscaucasia]. *Trudy MGRI*, 1948, vol. 23, pp. 164–178. (in Russian)
14. Ranov, V.A., Nesmeyanov, S.A. *Paleolit i stratigrafiya antropogena Srednei Azii* [Paleolithic Age and stratification of Anthropogene of Middle Asia]. Dushanbe, Donish Publ., 1973, 162 p. (in Russian)
15. 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, 1989, 196 p. (in Russian)
16. Tesakov, A.S., Shik, S.M., Velichko, A.A., Gladnikov, Yu.B., et al. *Novye predlozheniya po Obshchei stratigraficheskoi shkale chetvertichnoi sistemy* [New proposals for the General Stratigraphic Scale of the Quaternary System]. *Bull. KICHP*, 2014, no. 73, pp. 13–15. (in Russian)
17. *Tipy magm i ikh istochniki v istorii Zemli. Ch. 1. Magmatizm i geodinamika – glavnye faktory evolyutsii Zemli* [Types of magmas and their sources in the history of the Earth. Part 1. Magmatism and geodynamics as the main factors in the Earth evolution]. O.A. Bogatkov, V.I. Kovachenko (Eds.), Moscow, IGEM RAN, 2006, 398 p. (in Russian)