

УДК 551:550.343.534.11

ДРЕВНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ В РАЙОНЕ ЭЛЬБУСА

© 2003 г. Академик **О. А. Богатиков, Е. А. Рогожин, А. Г. Гурбанов,
А. В. Мараханов, А. В. Спиридонов, А. В. Шевченко, Е. Е. Бурканов**

Поступило 20.02.2003 г.

Излагаются новые результаты изучения на поверхности следов неизвестных катастрофических землетрясений Приэльбрусья (Северный Кавказ) в голоцене. На основании радиоуглеродного датирования палеосейсмодислокаций определен возраст четырех сейсмических событий, произошедших за последние 5500 лет. Оценен период их повторяемости. Сопоставление времени проявления древних сейсмических толчков и моментов вулканических извержений свидетельствует об отсутствии прямой корреляции разных форм эндогенной активности.

В центральном секторе Северного Кавказа отмечались неоднократные извержения вулкана Эльбрус в позднем плейстоцене и голоцене. Определение возраста с помощью разных методов показало, что древние извержения происходили 39 ± 5 , 28 ± 3 , 23 ± 2 , ~ 21 , $\sim 9.2-9.3$, $\sim 7.8-8.0$, ~ 7.2 , ~ 6.0 , ~ 4.9 , ~ 4.6 тыс. лет назад и в I–II веках н.э. [1–3]. При этом происходили излияния лавовых потоков, выбросы газовых и палящих туч, возникали пепловые облака и лахаровые сели.

Результаты оценки сейсмической опасности для Кавказского региона, проведенной на базе кластерного анализа комплекса геолого-геофизических и сейсмологических данных, показали, что в районе Эльбруса имеется потенциальный сейсмический очаг (ПОЗ) с прогнозируемой максимальной магнитудой ожидаемых землетрясений 7.2 [6]. Этот ПОЗ за инструментальный и исторический периоды наблюдений проявил себя крайне вяло. По сути дела в районе Эльбруса на-

блюдается обширная зона сейсмического затишья, в пределах которой практически не фиксируются ни слабые, ни умеренные по силе толчки, не говоря уже о сильных сейсмических событиях. В то же время собранные разными авторами данные о палеосейсмодислокациях говорят о том, что в прошлом здесь, по-видимому, имели место сильнейшие землетрясения [1–4]. В силу сказанного представляется актуальным исследование соотношения сейсмических и вулканических проявлений в зоне этого вулкана. Сопровождают ли они друг друга или по времени проявления не связаны?

В 2002 г. были организованы полевые исследования, задачей которых явилось геолого-геоморфологическое изучение района Приэльбрусья с целью поисков следов древних, неизвестных сильных землетрясений – палеосейсмодислокаций [7] с отбором образцов для определения времени возникновения породивших их землетрясений. Датирование образцов радиоуглеродным методом (^{14}C) выполнялось в лаборатории Института географии РАН группой О.А. Чичаговой. Полученные возрастные оценки позволили сопоставить периоды возникновения сильных землетрясений с уже известными периодами вулканических извержений.

Полевое изучение окрестностей вулкана в бассейне р. Баксан и верховьях р. Малки позволило выявить палеосейсмодислокации древних сильных землетрясений первичного, сеймотектонического и вторичного, сейсмогравитационного и вибрационного генезиса (рис. 1). К первичным дислокациям относится эшелонированная система палеосейсморазрывов меридиональной, транскавказской ориентировки, осложняющих борта и поверхность небольшой плоской грабенообразной котловины бывшего немецкого аэродрома времен Второй мировой войны на северо-восточном склоне вулканического конуса (рис. 1, точка 1), протяженность системы сейсморазрывов превышает 5 км, а длина отдельных разрывов составляет 800–1000 м. Разрывы характеризуются сбросолевосдвиговой кинематикой, нарушают коренные породы палеозойского возраста в пересекае-

*Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской Академии наук, Москва
Объединенный институт физики Земли
им. О.Ю. Шмидта
Российской Академии наук, Москва
Кабардино-Балкарский государственный
университет, Нальчик
Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова*

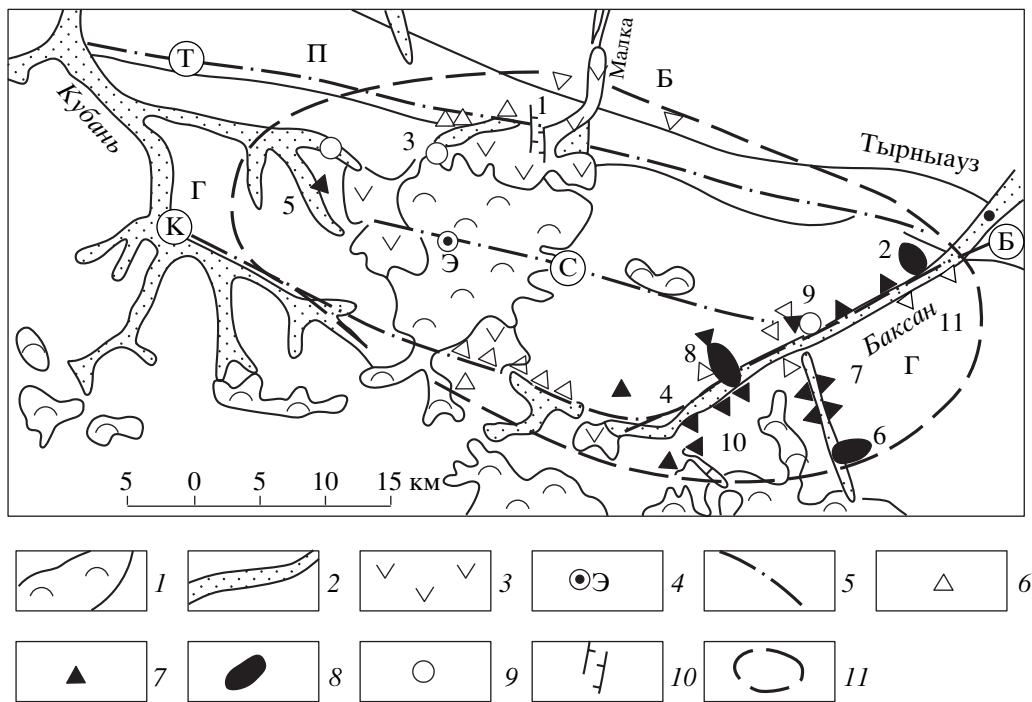


Рис. 1. Палеосейсмодислокации в районе Приэльбрусья. 1 – ледники; 2 – долины рек; 3 – молодые вулканисты; 4 – вершина Эльбруса; 5 – новейшие разломы (буквы в кружках: С – Сылтранский, Б – Баксанский, Т – Пшекиш-Тырныаузский, К – Верхнекубанский); 6–10 – палеосейсмодислокации: 6–9 – вторичные (6 – оползни, 7 – обвалы, 8 – каменные лавины, 9 – непунические дайки), 10 – первичные (сейсморазрывы); 11 – ареал распространения разновозрастных палеосейсмодислокаций. Тектонические зоны: Г – Главного хребта, П – Передового хребта, Б – Бечасынская. 1–11 – объекты (точки), упомянутые в тексте.

мой ими зоне Пшекиш-Тырныаузского разлома, перекрытую мореной поверхность Кызылколского лавового языка позднеплейстоценовых (возраст 40–45 тыс. лет) дацитов, образуют ступени в рельефе хребтов и по обрамлению котловины “аэродрома”. Разрывы на поверхности “аэродрома” сопровождаются на всем протяжении узкими линейными карманами аномально мощной палеопочвы (толщиной около 1 м при нормальной мощности современной почвы 5–15 см), содержащей в подошве угловатые обломки дацитов, слагающих в коренном залегании относительно приподнятое западное крыло. Амплитуда вертикального (сбросового) сейсмогенного смещения по этой системе разрывов может превышать 1–1.5 м. Импульсная подвижка на основании радиоуглеродного датирования нижнего горизонта палеопочвы из приразломного кармана могла произойти несколько ранее 2280 ± 90 лет (ИГАН 2592).

К вторичным палеосейсмодислокациям относятся многочисленные оползни рыхлых склоновых отложений, блок-оползни коренных пород, обнаруженные повсеместно на склонах вулканической горы и в долинах левых и правых притоков Баксана, истоках Малки и Кубани, тела древних обвалов горных масс и каменных лавин в до-

линах рек Баксан (рис. 2), Ирик, Юсеньги и Адырсу, непунические дайки в толщах рыхлых аллювиальных и озерных песков, а также в горизонте лахара. Объем отдельных сейсмогравитационных склоновых образований достигает 15–17 млн. м³. Наиболее крупные из них в прошлом полностью перекрывали долины Баксана и его притоков (р. Адырсу, р. Адылсу, р. Кыртык, р. Ирик, р. Юсеньги), в результате чего возникли и существовали некоторое время впоследствии прорвавшиеся и спущенные запрудные озера. Осадки этих озер сохранились на поверхности плейстоценовых аллювиальных террас (рис. 2). Гирлянды блок-оползней на склонах долины Баксана, имеющих крутизну 30°–40°, возникли в древности в условиях одноактной импульсной подвижки и в дальнейшем уже не смещались. Они как бы повисли на склонах. Это также свидетельствует в пользу сейсмогенной природы гравитационных нарушений. Непунические дайки (рис. 3), выявленные в толщах четвертичных рыхлых отложений, свидетельствуют о протрузивном внедрении разжиженного песка в вышележащие толщи под действием сжимающего импульса при прохождении сейсмической волны. Такие явления широко распространены в эпицентральных

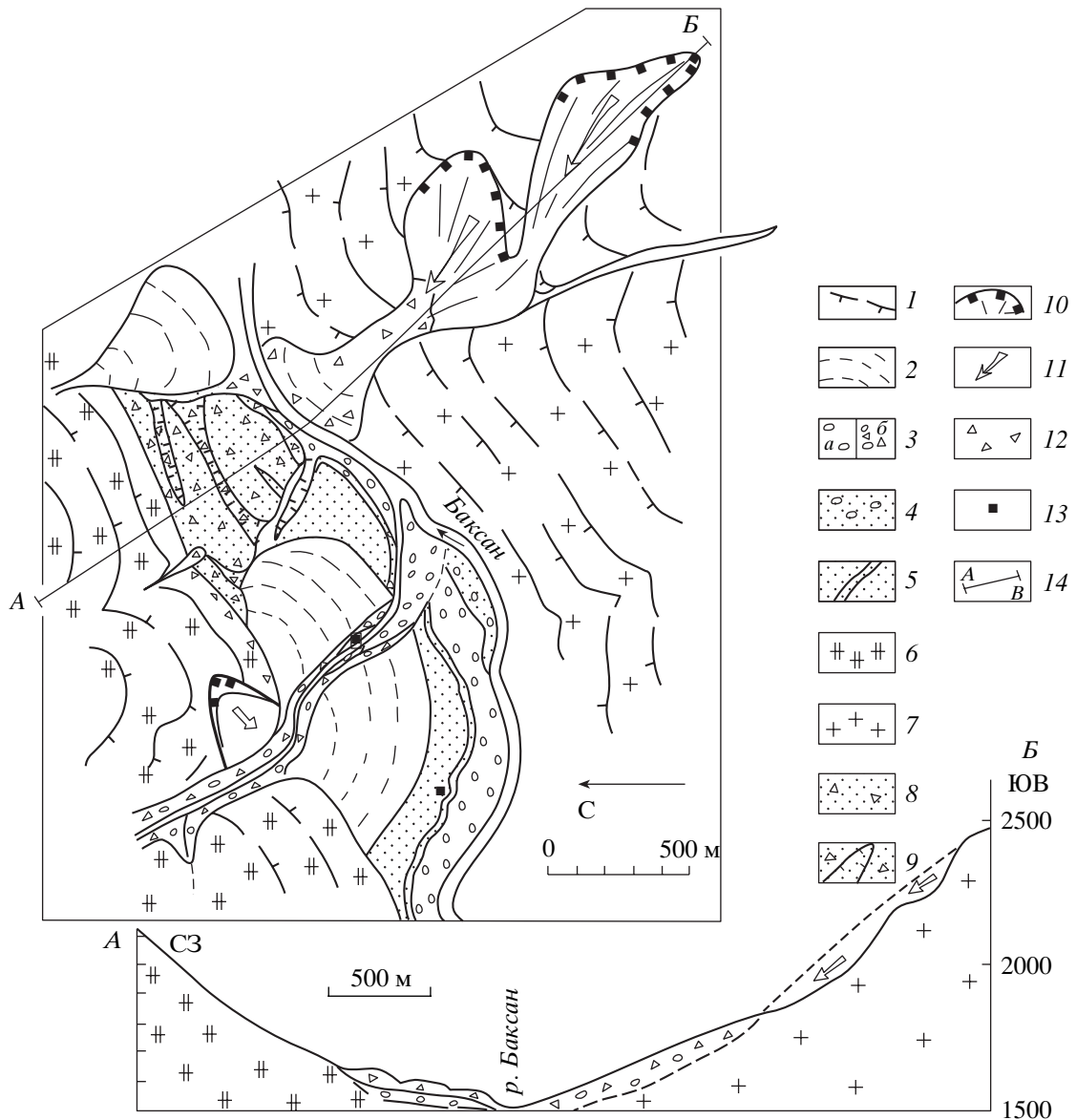


Рис. 2. План и разрез района каменной лавины, образовавшей “Вал Тюбеле” на левом берегу р. Баксан (на рис. 1 точка 8). 1 – условные горизонталы на склонах; 2 – условные горизонталы на конусах выноса; 3 – аллювиальные (а) и аллювиально-пролювиальные (б) отложения позднего плейстоцена; 4 – аллювиальные отложения голоцена; 5 – озерные отложения; 6, 7 – гранитоиды разных формаций; 8 – коллювиальные образования каменной лавины “Вала Тюбеле”; 9 – линейные понижения в теле “Вала Тюбеле”; 10 – цирки отрыва каменной лавины; 11 – направление обрушения каменной лавины; 12 – коллювиальные образования каменной лавины “Вала Тюбеле” на разрезе; 13 – место отбора образца древесного угля на датирование по методу ¹⁴C; 14 – линия разреза А–Б.

зонах современных сильных землетрясений в пределах изосейст 8-го и более высоких баллов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разные виды дислокаций рельефа (активные разрывы, обвалы и каменные лавины, запрудные озера, негунические дайки) возникали в процессе голоценового развития данной горной зоны, часто в разных ее частях, несколько раз и практически одновременно, в короткие периоды време-

ни (рис. 4). В то же время на протяжении длительных периодов никакие палеосейсмодислокации и связанные с ними явления, по-видимому, не образовывались. Эти короткие периоды формирования нарушений разреза молодых отложений и рельефа с большой долей вероятности можно отождествлять с моментами сильных землетрясений.

Такие периоды сейсмической активизации согласно палеосейсмогеологическим данным намечаются примерно 5500, 3800, 2300 и 300–400 лет назад (рис. 4). Первое в этом ряду сейсмическое

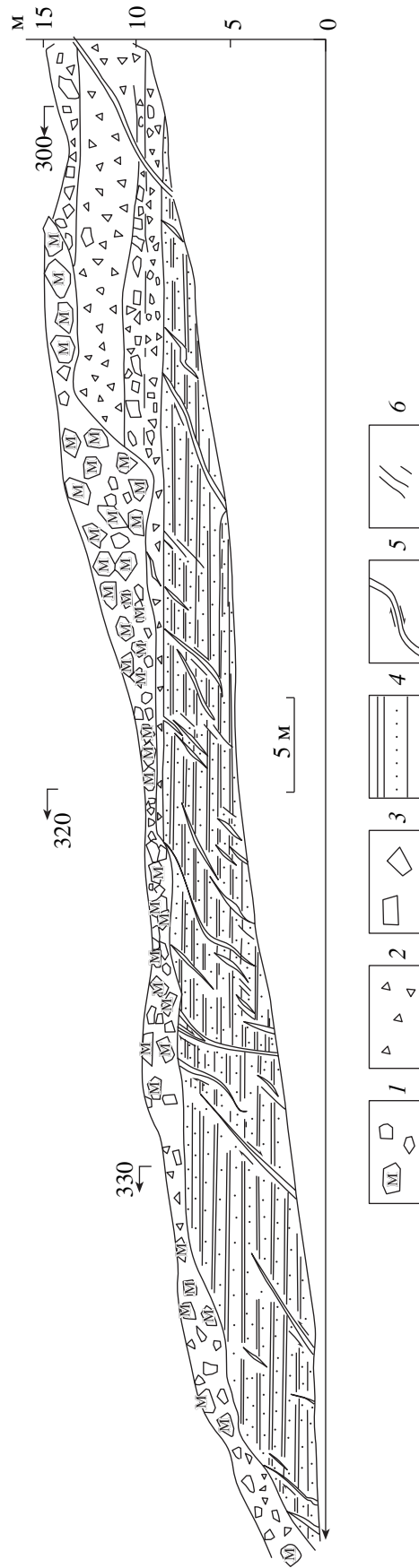


Рис. 3. Нептунические дайки в толщах рыхлых аллювиальных и озерных песков, а также в горизонте лахара на северном склоне Эльбруса у окончания ледника Уллучиран (на рис. 1 точка 3). 1 – морена; 2, 3 – отложения лахара; 2 – мелкообломочные, 3 – крупнообломочные; 4 – флювиогляциальные слоистые пески и гравий; 5 – крупные непунические дайки в трещинах и направление смещения слоев по трещинам; 6 – непунические дайки в тонких трещинах.

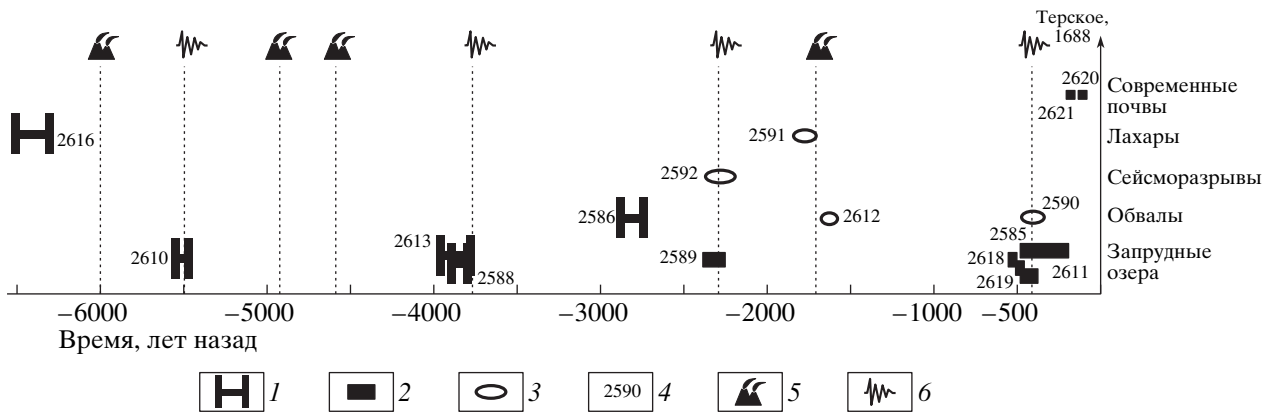


Рис. 4. График проявлений разных типов палеосейсмодислокаций во времени. 1, 2 – ¹⁴C-датировки радиоуглеродной лаборатории Института географии РАН: нижняя (1) и верхняя (2) возрастные границы сейсмического события; 3 – возраст дислокаций, возникших в момент землетрясения; 4 – номера проб на радиоуглеродный анализ; 5 – временные рамки цикла вулканической активности по [1–3]; 6 – момент землетрясения.

событие вызвало образование обширного, глубокого запрудного озера, залившего палеопочву на высоких, 40–50-метровых террасах Баксана в приустьевой части притока Кылдыбашсу (рис. 1, точка 2; 5510 ± 40 лет назад – ИГАН 2610), а также, вероятно, породило многочисленные нептунические дайки, наблюдающиеся в слоистой толще флювиогляциальных вулканических песков на северном склоне Эльбруса у окончания ледника Уллучиран и в песчаных линзах аллювиальных террас в устье р. Кыртык (рис. 1, точки 3 и 9 соответственно). Второе землетрясение сопровождалось возникновением двух запрудных озер в долине р. Баксан: в районе современного пос. Эльбрус (рис. 1, точки 4, 11) и ниже по течению в районе современного г. Тырныауз (рис. 1, точка 2; 3870 ± 90 лет назад – ИГАН 2613, 3840 ± 50 лет назад – ИГАН 2588). Третье сейсмическое событие породило меридионально ориентированный сейсморазрыв на плоской поверхности бывшего немецкого аэродрома времен Второй мировой войны на северо-восточном склоне конуса вулкана (рис. 1, точка 1; 2280 ± 90 лет назад – ИГАН 2592) и способствовало образованию обвалов: в нижнем течении р. Адырсу (рис. 1, точка 7), “Вала Тюбеле” (рис. 1, точка 8) и в истоках р. Бейтик-Тебе (рис. 1, точка 5; 2320 ± 70 лет назад – ИГАН 2589). Наконец, четвертый сейсмический толчок вызвал крупные обвалы в верховьях рек Адырсу (рис. 1, точка 6), Юсенги, в долине р. Баксан к востоку от поселка Эльбрус (рис. 1, точки 4, 10; 490 ± 30 лет – ИГАН 2611; 430 ± 60 лет – ИГАН 2619; 340 ± 150 лет – ИГАН 2585; 530 ± 30 лет назад – ИГАН 2618), которые послужили причиной возникновения ряда запрудных озер (в районе современного пос. Эльбрус, в верховьях р. Адырсу, выше современного г. Тырныауз по течению Баксана; рис. 1, точки 2, 4, 6, 11).

Имеются исторические сведения о сильном землетрясении на северном склоне Большого Кавказа, происшедшем в 1688 г. ± 1 год, т.е. более 300 лет назад [5]. Это землетрясение имеет имя Терского, характеризуется координатами 43.7° ± 1° с.ш. и 44.7° ± 1° в.д., магнитудой 5.3 ± 0.7 и интенсивностью 7 ± 1 баллов. При землетрясении в Терской области наблюдалось разрушение строений. Вероятно, именно это землетрясение породило указанные молодые сейсмодислокации в долинах рек Баксан и Адырсу, координаты которых крайне близки к указанным в каталоге. Очаг землетрясения мог располагаться в Приэльбрусье, а магнитуда могла превышать 6–6.5.

В целом разнородные по возрасту и природе сейсмодислокации распространены в Приэльбрусье в пределах площади овальной формы (рис. 1), в западной части которой располагаются два вулканических конуса Эльбруса, а длинная ось ориентирована в кавказском, запад-северо-западном направлении. Длинная ось “овала” почти совпадает по положению с зоной Сылтранского разлома, который считается магмаконтролирующей структурой. К зоне этого разлома приурочены главные вулканические аппараты Эльбруса. Северная граница ареала проходит по северному крылу зоны Пшекиш-Тырныаузского разлома, южная – в среднем течении рек Адырсу (в районе устья р. Шхельды) и Адырсу (в районе алылагеря Новый Джайлык). Западная граница “овала” проходит в верхней части горного отрезка долины р. Кубань, восточная не выходит за пределы меридиана г. Тырныауз. Таким образом, длина области распространения палеосейсмодислокаций составляет примерно 50–60 км, при ширине 20–25 км. Эта область примерно совпадает с положением ПОЗ, выявленного с помощью сеймотектонического метода. Размеры зоны распространения сейсмодислокаций в целом соответствуют разме-

рам плейстоценовой области землетрясения с магнитудой 7.2 и коровым положением очага [8]. За пределами описанной овальной области первичные сейсмодислокации и гравитационные склоновые структуры (сейсмогенные или асейсмичные) практически не встречаются на десятки километров.

З а к л ю ч е н и е. Сравнение периодов сейсмической активизации, установленных на основании приведенных выше палеосейсмогеологических данных, с периодами голоценовой вулканической активности Эльбруса показывает, что в течение последних 6 тыс. лет сильные землетрясения и катастрофические извержения происходили в данном районе в разное время (рис. 4). Более того, наблюдается периодическая смена во времени проявлений двух форм эндогенной активности. Период повторяемости сильнейших землетрясений составляет 1500–1900 лет, а вулканических извержений – 1000–2000 лет, причем отмечается отсутствие синфазности в проявлениях того и другого вида природных катастроф.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (гранты 02–05–64946, 01–07–90176, 03–05–64215, 03–05–96744), Проекта CRDF RG1-2239 и Проекта Минпромнауки “Катастрофические процессы...” контракт № 43.043.11.1603, раздел 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатиков О.А., Рогожин Е.А., Гурбанов А.Г. и др. Тектоника и геодинамика континентальной литосферы. Материалы XXXVI тектонического совещания. М.: Геос, 2003. Т. 1. С. 48–54.
2. Рогожин Е.А., Собисевич Л.Е., Нечаев Ю.В. и др. Геодинамика, сеймотектоника и вулканизм Северного Кавказа. М.: Изд-во “Регион. общест. организация ученых по пробл. прикл. геофизики”, 2001. 338 с.
3. Катастрофические процессы и их влияние на природную среду. Т.1. Вулканизм / Под ред. Н.П. Лавверова. М.: Изд-во “Регион. общест. организация ученых по пробл. прикл. геофизики”, 2002. 435 с.
4. Никонов А.А. // ДАН. 1991. Т. 319. № 5. С. 1183–1186.
5. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. / Под ред. Н.В. Кондорской, Н.В. Шебалина. М.: Наука, 1977. 535 с.
6. Рогожин Е.А. В сб.: Современные математические и геологические модели природной среды. М.: ОИФЗ РАН, 2002. С. 244–254.
7. Солоненко В.П. // Физика Земли. 1973. № 9. С. 3–16.
8. Wells D.L., Coppersmith K.J. // Bull. Seis. Soc. Amer. 1994. V. 84. № 4. P. 974–1002.