

Д.г.н, зав. отделом международных отношений Института географии им.В.Багратиони, акад. АЭН Грузии  
И.В. Бондырев



Д.ф.-м.н, директор СКО Объединенного института физики Земли им.О.Ю.Шмидта РАН  
В.Б. Заалишвили

## Опасность активизации геодинамических процессов на Северном Кавказе

И.В. Бондырев, В.Б. Заалишвили

Прежде чем рассмотреть сущность стоящей перед нами проблемы, вкратце остановимся на анализе механизма процессов и явлений земной коры Кавказа, в конечном итоге обусловившего основные геодинамические закономерности региона.

По данным В.Г. Трифонова и др. [1], на Центральном Кавказе, Южно-Грузинском и Армянском вулканическом нагорьях, участки наиболее активного развития процессов вулканизма приурочены к верхнекоровым структурам отражения «горячей точки». Ставропольская возвышенность и Лаба-Малкинская моноклираль характеризуются повышенными энергетическими характеристиками, вызванными поступлением тепла из нижних горизонтов литосферы (более  $80 \text{ мВт/м}^3$ ). В пределах Главного водораздела Большого Кавказского хребта и Центральной части Армянского и Южно-Грузинского вулканических нагорий фиксируются две области аномально сверхвысоких потоков глубинной энергии со значениями от 110 до  $140 \text{ мВт/м}^3$ . На остальных участках Малого Кавказа они редко превышают  $100 \text{ мВт/м}^3$  [19]. В зоне Закавказского межгорного прогиба, а также Черноморской и Южно-Каспийской впадин, интенсивность потока снижается до  $32\text{-}50 \text{ мВт/м}^3$ . По мнению Л.И. Тулиани [2], все это свидетельствует об устойчивой тенденции геодинамических условий на Кавказе в течение последних 10 млн. лет, т.е. с конца среднего миоцена.

Четко установленное поддвижение более мобильной Малоазиатской микроплиты под сравнительно стабильную Скифскую, со ско-

ростью около  $3,5 \text{ см/год}$ , наряду с процессами глубинной энергетики и дифференциации магмы, приводят к вздыманию горных систем Кавказа, сопровождающемуся погружениями межгорных депрессий, вызванному процессами конвергенции. При этом граница между Скифской и Малоазиатской плитами проходит по Главному водоразделу Большого Кавказа, а между Черноморской и Южно-Каспийской микроплитами – по зоне Транскавказского регионального поднятия. Все это создает крайне сложную мозаику сил и векторов, участвующих в эволюции земной коры Кавказа. Анализ сейсмических данных по Рачинскому землетрясению и материалы космических нивелировок [2] показали, что продолжается интенсивное поднятие Грузинской глыбы и в результате ее поддвижение под складчатые структуры Южного склона и Главного водораздела с усилием  $0,2 \times 10^{15} - 1,9 \times 10^{15} \text{ дин}$  [3]. В районе Ахалкалакской котловины эти величины не превышают  $0,5 \times 10^{15} \text{ дин}$ , при величине сжатия – от  $-0,6$  до  $-1,2 \times 10^{15} \text{ дин}$  [4].

В районе Спитака, расположенного на контакте двух противоположнодвигающихся блоков, отмечается восходящий поток аномально разогретых мантийных струй.

Согласно В.В. Белоусову [5], базальным уровнем глубинной дифференциации вещества земной коры являются глубокие горизонты литосферы на границе мантии и ядра. По-иному трактуется этот вопрос с позиции концепции тектоники плит. Предполагается, что формирование базальтов происходит на небольших глубинах в зонах рифтовых разломов срединно-океанических хребтов, под влиянием

конвекционных восходящих течений, как горячих мантийных потоков, так и мелкоячеистой приповерхностной конвекции. При этом плавление океанической коры происходит при ее погружении в зонах Беньюффа, что приводит к формированию андезитовой магмы и образованию островодужных вулканических морфоструктур. В приповерхностных условиях происходит зарождение магматогенных морфоструктур вулканоплутонических поясов – купольных, кальдерных, инверсионных и т.д. [6].

На фоне всего этого более ясной становится история формирования основных морфоструктурных единиц Кавказа. Начиная с юры, Кавказ представляет собой активную окраину Евразийской плиты с сочетанием двух кулисообразно расположенных островодужных морфоструктур – Кавказско-Понтийской и Центрально-Иранско – Эльбурсской, которые разделяются узким Малокавказским океаном. В это же время зарождаются вулканические пояса Загроса и Малого Кавказа [7].

Как видно из сказанного выше, огромное влияние на весь ход геодинамических процессов оказывает, с одной стороны, поддвигание Малоазиатской микроплиты под Скифскую плиту, со скоростью около 3,5 см/год. В результате имеет место непрекращающийся рост горных систем (5-15 мм/год) и частично-компенсационных погружений межгорных депрессий (0,1-3 мм/год) [8-10], сопровождающийся многочисленными тектоническими деформациями

(складками, разломами, надвигами), формирующими основной костяк морфоструктурного облика страны.

С другой – процессы дифференциации вещества в земной коре, приводящие к образованию феномена кольцевых структур, обуславливают целую гамму явлений (вулканизм, сводовые поднятия, образование кольцевых депрессий и т.д.) различного масштаба. Эти процессы интерзональны и либо протекают одновременно (а порой и генетически одновременно) с тектоническими движениями, либо накладываются на смежные тектонические зоны, внося свои коррективы в общий структурный план рельефа [11].

При этом изучению подлежат не просто формы рельефа, а пространственно-временные аспекты взаимообусловленного комплекса процессов, отложений и форм:

**1. Геодинамические процессы**, приводящие в движение материальные объекты земной коры, представляющие собой закономерное изменение форм и явлений и обладающие энергетическим потенциалом.

**2. Отложения** рыхлых и коренных (блоки) горных пород, коррелируемые этим процессам, представляющие собой как упорядоченные, так и неструктурированные массы перемещенного в места «...его более или менее длительного или окончательного хранения материала» [19] и отражающие синтезирующие (аккумулирующие, интегрирующие) аспекты развития этих материальных систем.

**3. Формы рельефа**, образующиеся в результате этих процессов, отражающие конкретное материальное содержание (морфоструктуры – коренные горные породы, основные морфоскульптурные комплексы – рыхлые отложения) и являющиеся одним из способов существования и выражения этого содержания.

Остановимся более подробно на рассмотрении конкретных фактов проявления геодинамических процессов в условиях Северного Кавказа.

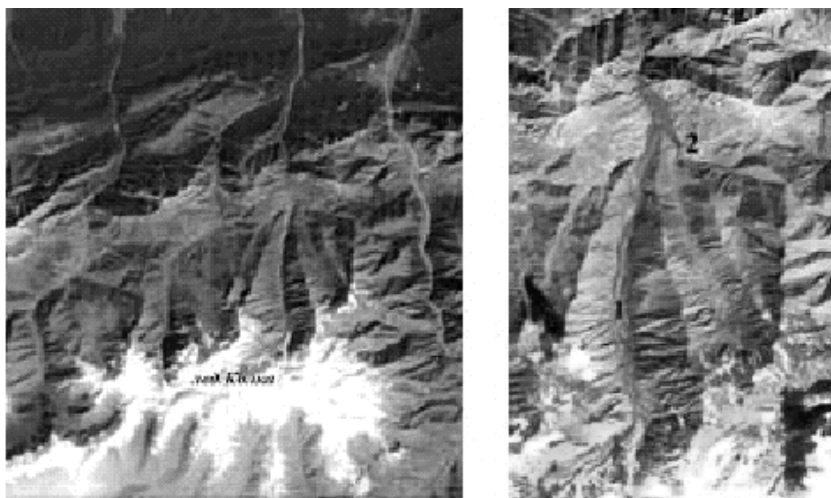


Рис. 1. Космические фотоснимки северного склона Большого Кавказа в районе подвижки ледника Колка, обусловившего сход гляциального селя (1) и образование запрудного озера



туры. Существует мнение, что кольцевые структуры и нелинейные морфоструктуры – это одно и то же. Однако нелинейные морфоструктуры представляют собой лишь небольшую, наиболее четко выраженную в рельефе и геологическом строении часть изометричных в плане природных феноменов, в основе генезиса которых лежат процессы, связанные с эволюцией модульных, нуклеарных, сводовых, вулканических и др. нелинейных структур, обусловленных специфическими формами дифференциации вещества и энергии в литосфере [8,11].

Основное отличие нелинейных и линейных морфоструктур заключается в различии элементов их симметрии. В то же время у них гораздо больше общегенетических истоков, чем это представлялось ранее, что заставляет не противопоставлять их друг другу, а считать определенным симбиозным феноменом, когда одни и те же морфоструктуры несут на себе отпечатки как линейных, так и нелинейных процессов.

В силу вышеуказанных причин, по-новому интерпретируются участки концентрации нелинейных морфоструктур и наложенных на них систем дизъюнктивных нарушений неотектонического и современного этапов – как очагов активного развития опасных геодинамических процессов.

Это обусловлено тем, что напряжение этих узлов земной коры, выражающееся в качестве их физико-механических и, частично, химических параметров, отличается от аналогичных показателей стабильных участков. Горные породы здесь характеризуются меньшей упругостью, а следовательно, и более низкой прочностью на излом. Любое, пусть даже незначительное изменение геодинамического режима этих узлов моментально проявляется в резкой активизации всей гаммы стихийно-катастрофических экзогенных процессов (обвалы, сели, камненные и снежные лавины, оползни, камнепады и т.д.).

Образовавшиеся в результате частых землетрясений блоковые оползни, мощные сели (в том числе и гляциальные) и т.д. приводят к образованию подпорных озер, срок существования которых колеблется от столетий (Рица, Амткел, Кведрула) до нескольких дней (Девдоракское, Терское и др.). Прорывы подобных

временных перемычек неоднократно приводили к катастрофическим наводнениям на горных реках Кавказа [12].

Особенно велик ущерб от воздействия стихийно-разрушительных процессов на приграничных участках высокогорий. Он составляет около 50% от всего объема грузооборота автотранспорта [12]. Так, в июне 2002 г. в результате затяжных ливневых дождей вышли из своих русел горные реки, перекрыв более чем на месяц движение через Рокский и Крестовый перевалы, что привело к гибели людей и большим экономическим потерям.

На линии магистрального газопровода Владикавказ – Тбилиси, в пределах Кавкасионского участка трассы (148 км) в настоящее время выявлено около 15 вновь образовавшихся и 37 активизировавшихся оползневых тел, более сотни участков с развитием активной эрозии и свыше 0,9 тыс.га поврежденных эрозией земель.

Селевые процессы, развитые практически повсеместно, наиболее активно проявляются в районах Большого Кавказа, сложенных породами молассовой толщи и сланцами юры, на склонах хребтов складчатой системы Малого Кавказа. Разовые выносы селевого материала нередко превышают объемом миллионы кубометров. Так, катастрофический сель на р. Терек в августе 1967 г. вынес массу в несколько млн. м<sup>3</sup>. Сель на р. Кубасанты (приток р. Баксан) у г. Тырнауз (Кабардино-Балкария), сошедший 18-24 июня 2000 года, имел объем от 6 до 10 млн. м<sup>3</sup> [13]. Наибольшую опасность представляет Дуруджский селеносный очаг, где скопилось около 20-35 млн. м<sup>3</sup> рыхлого материала, который дамокловым мечом нависает над г. Кварели в Восточной Грузии.

На значительной части территории Кавказа, в том числе и Республики Северная Осетия-Алания широко распространены экзогенные геологические процессы. Наиболее распространены оползни, которые своим деструктивным воздействием нарушают экологическую стабильность и угрожают магистральным коммуникациям, связывающим эти страны.

Безопасная для экологии эксплуатация коммуникаций требует постоянного мониторинга и принятия координированных инженерных и других мероприятий. Однако, в связи с отсутствием необходимого финансирования и

нарушением связей между странами Кавказского региона, в течение последних 15-20 лет необходимые действия не предпринимались. Положение усугубляется повышением сейсмической активности региона (Спитак, 1988; Рача-Джава, 1991; Барисахо, 1992), провоцирующей отрицательную динамику оползневых процессов. Промедление принятия адекватных мер в ближайшие годы может привести к крупным экологическим нарушениям, экономическим и социальным потерям (свидетельством чему явились события в Кармадонском ущелье).

Необходимо напомнить такой известный факт, что природные катастрофы не признают государственных границ. Более того, любой опасный геологический и любой иной процесс в той или иной мере затрагивает или часто определяет ситуацию в соседнем государстве или регионе. Например, мощный Девдоракский ледник, располагаясь на южном склоне Казбека, в случае схода приведет к большому социальному и экономическому потерям в Казбегском районе Грузии, но запрудив р. Терек и тем самым сформировав там запрудное озеро, может вызвать не меньшую экологическую катастрофу в населенных пунктах Владикавказского региона. Именно в тесном сотрудничестве ученых и специалистов Кавказа, исходя из общих экологических проблем, можно реально решать задачи прогнозирования, а также организации превентивных мер на случай любой природной или техногенной катастрофы.

Мерам по стабилизации экзогенных процессов должны предшествовать работы по их учету, оценке риска и динамики развития процессов, а также их систематизация по степени опасности. Другими словами, должна быть проведена «инвентаризация» ситуации! Указанные работы желательно проводить по единой схеме для всех участников и на общей информационной основе и тем самым подготовить основу для осуществления следующих шагов и мер по снижению экологической уязвимости региона.

В дальнейшем при рассмотрении данной проблемы необходимо будет, в первую очередь, учесть результаты детального сейсмического районирования и микрорайонирования территории, на основании анали-

за которых особое внимание следует уделить районам с наибольшей степенью опасности проявления высокоэнергетических землетрясений.

В последние годы начала активизироваться работа в данном направлении на Северном Кавказе (комплексная оценка сейсмической опасности территории г. Грозного, детальное сейсмическое районирование территории Краснодарского края) [14]. Проводятся аналогичные работы в Дагестане.

К сожалению, практически ничего или очень мало делается в данном направлении в нашей республике. И это в условиях, когда уже год утверждена федеральная целевая программа «Сейсмобезопасность территории России (2002-2010 годы)». Ни одна научно-исследовательская тема не финансируется из указанной программы, при том, что на эти цели есть специальная графа в паспорте программы [15]. Хотя это позволило бы безболезненно решить многие задачи по снижению сейсмического риска в республике.

В то же время сейчас выполняется международный проект «Сейсмический риск территорий больших городов Кавказа. Методы и способы управления сейсмическим риском». Проектом предусмотрено оценить сейсмическую опасность территорий гг. Баку, Владикавказ, Еревана и Тбилиси. В проекте участвуют ученые из Азербайджана, Армении, Грузии и России. Один из авторов данной статьи является содиректором проекта от России. В работе российской группы участвуют ведущие ученые Владикавказа и Москвы. Проектом предусматривается получение и освоение применяемых в развитых странах мира современных научных технологий оценки сейсмической опасности и риска территорий городов, населенных пунктов и больших строительных площадок.

В настоящее время, согласно указанному проекту, ведется работа по уточнению сейсмических условий территории Владикавказа с научно-исследовательских позиций. При этом необходимо отметить, что, являясь, по сути, научно-методическим, проект не может решать практические задачи сейсмической безопасности и, таким образом, не может заменять собой финансовую поддержку государственными структурами, призванными решать ука-

занные задачи. Тем более, что в проекте зарплата участникам вообще не предусмотрена.

В связи с этим описать в настоящее время сейсмические условия республики возможно, лишь используя данные работ, проведенных для других территорий. Понятно, что это предполагает наличие определенной погрешности, тем не менее сейсмические условия республики, определяющие проблему формирования селевой опасности при сейсмических воздействиях, описаны достаточно реально.

Ниже приводятся предварительные данные по вероятным значениям сейсмической опасности для территории РСО-А.

## 2. СЕЙСМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ РСО-А. ОСОБЕННОСТИ СЕЙСМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ВЛАДИКАВКАЗА

На территории Кавказа интрузивный и эффузивный магматизм широко развит и играет большую роль в геологическом строении всех стратиграфических уровней, от докембрия до четвертичных включительно.

Территория Северной Осетии входит в состав Центрально-Кавказской сеймотектонической области, в пределах которой выделяются [14]:

1 – Владикавказская флексурно-разрывная зона;

2 – Садонская шовно-депресссионная зона, от которой на западе ответвляется сходная по типу, но менее четкая Верхнеурухская зона. Поэтому они могут рассматриваться как единая Садонско-Верхнеурухская зона;

3 – зона Главного надвига, извилистая и недостаточно четко фиксируемая к западу от поперечной Грозненской зоны.

К Владикавказской флексурно-разрывной зоне приурочены всего два землетрясения. Максимально наблюдаемая магнитуда – 4,8 (землетрясение 23.04.1923 г. с глубиной очага 5 км). С южной частью этой зоны ряд исследователей также связывает систему линейных сеймотектонических дислокаций в верховьях реки Ардон [14,16]. Протяженность выявленной по аэрокосмоснимкам части системы составляет около 50 км при ширине 5-7 км, причем сама эта система представляет собой цепочку субпараллельных нарушений протяже-

нием 3-5 км каждое. Нарушения большей частью представляют собой уступы, обрывы высотой от 0,5 м до 10-15 м; здесь также отмечаются многочисленные сейсмогравитационные образования. По оценкам [14], сейсмический эффект, вызвавший такие нарушения, должен был составить не менее 9 баллов, что, по-видимому, может отвечать неглубоким ( $h = 5-15$  км) землетрясениям с магнитудами 5,6-6,7. Согласно оценкам авторов, за последние 10 тысяч лет такие события происходили многократно. Если выделенные структуры действительно являются сейсмодислокациями, максимальные магнитуды, связанные с Владикавказской флексурно-разрывной зоной должны быть увеличены, по меньшей мере, до 6,5.

С Садонско-Верхнеурухской шовно-депресссионной зоной связаны два значительных землетрясения 14.01.1915 г. ( $M = 5,4$ ;  $h = 19$  км) и 10.02.1929 г. ( $M = 5,3$ ;  $h = 17$  км); первое произошло в восточной части зоны, второе – в западной ее части. Наблюдаемая сейсмичность средней части этой зоны – заметно слабее: здесь можно отметить лишь землетрясение 3.07.1902 г. ( $M = 4,7$ ;  $h = 10$  км). Восточная часть зоны в целом сейсмически наиболее активна. Помимо наиболее сильного для всей зоны землетрясения 1915 г., здесь имел место ряд более слабых событий: 28.03.1903 г. ( $M = 4,4$ ;  $h = 20$  км), 6.04.1932 г. ( $M = 4,7$ ;  $h = 20$  км), 7.01.1938 г. ( $M = 4,8$ ;  $h = 15$  км). Наиболее изученным является землетрясение 10.02.1929 г., для которого построена схема изосейст [14, 16]. Его очаг связан с районом сочленения Верхнеурухской и Садонской шовно-депресссионных зон в месте сближения последней с Владикавказской флексурно-разрывной зоной, причем его ориентация близка к простиранию Верхнеурухской и Владикавказской зон. Интенсивность сотрясений в эпицентре этого землетрясения достигала 7 баллов.

С разрывной зоной Главного надвига связано землетрясение 9.05.1946 г. с максимальной наблюдаемой для этой зоны магнитудой 4,8 и глубиной очага 20 км. Эпицентр этого землетрясения расположен в средней части зоны; в восточной ее части, там, где она сближается с Верхне-Аргунским структурным узлом, отмечено несколько среднекоровых ( $10 \text{ км} < h < 25 \text{ км}$ ) землетрясений в интервале маг-

нитуд 4,3-4,7.

Рассматривая сейсмические условия любого из районов центральной части Северного Кавказа, нельзя не отметить катастрофическое Рачинское землетрясение 1991 г. ( $M = 6,9-7,2$ ;  $h = 5$  км), которое связано с сочленениями Джавской и Рача-Лечхумской шовно-депресссионных зон [14]. Это превышало уровень возможной максимальной магнитуды для Кавказа, согласно принятым в то время официальным воззрениям.

Сейсмический эффект в эпицентре Рачинского землетрясения в среднем составил по макросейсмическим данным около 10 баллов. В гг. Владикавказ и Грозный проявленная интенсивность сотрясений при Рачинском землетрясении 1991 г. составила 4-5 баллов [17].

Согласно предварительным данным (т.к. непосредственно на территории республики ни уточнения исходной сейсмичности, ни детального сейсмического районирования не проводилось), здесь могут быть выделены зоны ВОЗ с  $M_{max} = 6,0$  – на севере республики и  $M_{max} = 6,0-6,5$  – в ее южной части. К зоне с  $M_{max} = 6,0-6,5$  относится г. Владикавказ, что обуславливает возможность сотрясений на средних грунтах до 8-9 баллов с ориентировочной повторяемостью 1 раз в 1000 лет на площади 1000 квадратных километров. С другой стороны, это означает, что для отдельных участков, обусловленных их грунтовыми условиями, интенсивность проявления землетрясений на территории города может достигать 9-10 баллов.

В связи с высоким уровнем сейсмической опасности для г. Владикавказ и в целом всей Республики Северной Осетии-Алания целесообразно ускорить проведение работ по уточнению исходной сейсмичности и сейсмическому микрорайонированию территории г. Владикавказ и других населенных пунктов (полноценная работа по сейсмическому микрорайонированию территории г. Владикавказ в последний раз здесь была проведена еще в 1969 г.) [18]. Это позволит выделить зоны с различным уровнем опасности и оценить сейсмический риск территорий населенных пунктов. Учитывая, что сильные землетрясения являются спусковым механизмом для вторичных эффектов в виде оползней, лавин, камнепадов и т.п., различия в оценках сейсмического районирования обуславливают разли-

чия в уровнях селевых явлений.

При этом очень важно учитывать, что на проведение как исследовательских, так и спасательных мероприятий в условиях продолжающихся стихийных явлений накладываются как процессы перемещения переувлажненных масс почво-грунтов (оползни, сели, оплывины), так и значительное повышение уровня и скорости течения русловых потоков (паводки), сопровождаемых в большинстве случаев резким похолоданием.

С целью ликвидации последствий стихии следует предусмотреть возможность повторения и/или продолжения процесса и принять меры по эвакуации людей на возвышенности выпуклых склонов, лишенных селевых или лавинных желобов, ниш отрыва оползней, следов камнепадов и т.д.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для решения конкретных задач борьбы с опасными геодинамическими процессами в горных районах Большого Кавказа необходимо проведение следующих мероприятий:

- Сбор, систематизация и анализ доступных материалов изучения участков развития экзогеодинамических процессов как вдоль магистральных автомобильных дорог и других коммуникаций (линий ЛЭП, газопроводов), так и в зоне угрозы для населенных пунктов.

- Выявление и отображение (в текстовой, графической и/или модельной форме) все многообразие существующих в данной экосистеме связей между природными и антропогенными экзогеодинамическими процессами, населением и промышленными объектами. Определение характера, степени и качества антропогенного воздействия на окружающую среду и выявление всего многообразия взаимосвязей опасных геодинамических процессов и человека (в том числе и нереализованные).

- Полевые обследования вдоль трасс коммуникаций и населенных пунктов с целью отрисовки реальной ситуации и постановки комплексных режимных наблюдений, прогноз динамики и разработка аспектов необходимой реакции для борьбы с опасными экзогенными геодинамическими процессами.

- Составление карты экзогеодинамической ситуации региона.

- Проведение сейсмического микрорайони-

рования, включающего работы по детальному районированию территорий городов и населенных пунктов исследуемого региона.

- Разработка рекомендаций по снижению угрозы экологических катастроф и уязвимости территории со стороны экзогенных процессов.

По своему географическому положению, геологическому строению, особенностям рельефа и чрезвычайно пестрой мозаике ландшафтов Кавказ представляет своеобразный рефугиум с более или менее сохранившейся природой, резко выделяющийся на общем фоне трансформированных природно-территориальных комплексов современной цивилизации. Все это требует максимально бережно от-

носиться к самому большому богатству нашего края – его уникальной природе.

## Литература

1. Трифонов В.Г., Востриков Г.А., Трифонов Р.В. и др. Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизийного пояса // Тектоника и геодинамика: общие и региональные аспекты. – М.: ГЕОС 6 т. 2, 1998. С. 227-230.
2. Тулиани Л.И. Сейсмичность и сейсмическая опасность (на основе термодинамических и геологических параметров тектоносферы). – М.: Научный мир, 1999. С. 216.
3. Прилепин М.Т., Баранова С.З. Изучение кинематики Кавказского региона с использованием GPS-технологии // Физика Земли, 1997, № 6. С. 68-75.
4. Гузунава Г.Е. Взаимосвязи некоторых геофизических полей и глубинного строения Кавказа. – Тбилиси: Мецниереба, 1981. С. 180.
5. Белоусов В.В. Об одной гипотезе развития океанов // Бюлл.МОИП, отд. геол., 1970. Т. 44, № 4.
6. Хайн В.Е. Тектоника и магматизм (эволюция и некоторые аспекты проблемы) // Вулканизм и литогенез (ред.Н.Е.Схиртладзе). – Тбилиси: Мецниереба, 1981. С. 9-17.
7. Адамия Ш.А., Закариадзе Г.С., Лордкипанидзе М.Б. Мезозойский вулканизм Кавказа и его связь с тектоникой // Вулканизм и литогенез (ред. Н.И. Схиртладзе). – Тбилиси: Мецниереба, 1981. С. 76-97.
8. Бондырев И.В. Аэрокосмические исследования и проблема кольцевых структур. – Тбилиси: Техинформ, 1991, 64 с.
9. Общая характеристика и история развития рельефа Кавказа (ред. Н.В. Думитрашко, Б.А. Антонов и Н.Ш.Ширинов). – М.: Наука, 1977, 288 с.
10. Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. – М., Наука, 1988, 385 с.
11. Бондырев И.В. Новый взгляд на некоторые проблемы геоморфологии Грузии. – Тбилиси: Полиграф, 2001, 78 с.
12. Таташидзе З.К., Бондырев И.В., Церетели Э.Д. Некоторые проблемы геоэкологии горных районов Грузии // Геоэкология, 2002. № 3. С. 92-103.
13. Сейнова И.Б., Золотарев Е.А. Ледники и сели Приэльбрусья (эволюция оледенения и селевой активности). – М.: Научный мир, 2001, 204 с.
14. Полтавцев С.И. (ред.). Комплексная оценка сейсмической опасности территории г. Грозного. – М.: Минстрой России. 1996, 107 с.
15. Федеральная целевая программа «Сейсмобезопасность территории России (2002-2010 годы)». Собрание законодательства РФ. №41, 8 октября 2001 г., Разд. 4, ст. 3955. С. 8786-8822.
16. Никитин М.Ю., Никонов А.А., Болотов С.Н., Беляков Г.А. Палеосейсмодислокации в бассейне р. Ардон и их значение для оценки сейсмического потенциала Большого Кавказа. – ДАН. 1993. Т. 330, № 6. С. 740-744.
17. Папалашвили В.Г., Варзанашивили О.Ш., Гогмачадзе С.А., Заалишвили В.Б., Кипиани Д.Г., Махатадзе Л.Н., Мухадзе Т.Г., Чачава Т.Н., Аивазиишвили И.В. Рача-Джавское землетрясение 29 апреля 1991 года. // Землетрясения в СССР в 1991 г. ОИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН, 1997. С. 18-25.
18. Сейсмическое микрорайонирование территории г. Орджоникидзе СО АССР. Труды Института строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР. Машинопись. – Тбилиси, 1970. 240 с.
19. The Oxford English Dissionary, Oxford, 1987.