

Сеймотектоническая модель центральной части Дагестанского клина

П.И. Крамынин, С.П. Крамынин
ИГ ДНЦ РАН

Моделей строения Большого Кавказа достаточно много, но необходимость возврата к этой проблеме возникла в связи с тем, что не все особенности его геологического строения получили адекватное отражение. Особенно это относится к Восточной части Большого Кавказа, в частности, к Дагестану. Чтобы создать полную геодинамическую и геотектоническую модель строения Восточного Кавказа необходимо разработать концепцию, учитывающую все выше указанные особенности. Она должна включать в себя важнейшие элементы современной геодинамики, а именно: рифтогенез и плитотектоника в субстрате и покровно-шарьяжная тектоника в осадочном чехле.

Из анализа сейсмофокальных областей сильных землетрясений, зарегистрированных на территории Дагестана, вытекает, что очаги форшоков залегают на уровне глубинной гидросферы (глубина 18-20 км), затем процесс перемещается на уровень второго сейсмогенерирующего слоя на глубины 8-10 км, а афтершоковая деятельность рассеивает накопившуюся энергию с уменьшением глубин очагов повторных толчков и увеличением площади рассеивания, вплоть до полного затухания на определенное время.

На первом этапе изученности, используя вышеприведенные данные произведена попытка построения объемной сеймотектонической модели фронтальной части Дагестанского клина. В основу построения модели положена сеймотектоническая схема масштаба 1:200000 и глубинный сейсмогеологический профильный разрез Глили-Меэр-Сулак, который пересекает Хунзахский покров, Аракмеерскую антиклиналь, Ирганайскую антиклиналь, Салатау-Гимринский покров, Буйнакско-Каранайский прогиб, Эки-Булакскую мульду и Сулакскую впадину. Этот разрез построен по материалам Объединения «Даг-нефть», ПГО Севкавгеология, кафедры горючих ископаемых МГУ, данных ДНЦ АН СССР и ОМП ГС РАН. Разрез дает представление о глубинном строении центральной части Дагестанского клина, местоположении и глубине очагов сильных землетрясений расположении сейсмоактивных областей. Разрез сложен верхнемиоценовыми+плиоценовыми, миоценовыми, нижне-миоценовыми+верхнепалеогеновыми (майкопская свита), палиоценовыми+эоценовыми (фораминиферовая свита), верхне- и нижне- меловыми, верхне-, средне- и нижне-юрскими, отложениями. Показаны также: герцинский комплекс, крипто-диапир, байкальский комплекс, базальтовый слой, надвиги, глубинные разломы и линейные элементы. По Западно-Каспийскому Хунзахский покров, Аракмеерская антиклиналь, Ирганайская антиклиналь и Салатау-Гимринский покров надвигаются на Буйнакско-Каранайский прогиб, образуя на глубинах от 4000м до 7000м шарьяжную систему складок. Именно с зонами подворота складок, осложненных рарывами связаны области формирования очагов землетрясений залегающих на глубинах от 4.0км до 10км. Пример построения этой модели может быть использован для разработки и построения сейсмогеодинамической модели для всего Дагестана.

Зоны сеймотектонической активности Северного Кавказа

И.И. Греков
ФГУГП «Кавказгеолсъемка»

Сейсмичности Северного Кавказа в последние годы уделяется повышенное внимание в связи с трагическими событиями на северном склоне Казбекского вулканического района (сход ледника Колка). Основную роль в размещении эпицентров землетрясений на площади Северо-Кавказского региона играют зоны сопряжения Большекавказского горного сооружения с прогибами предгорной и межгорной зон. Традиционно различаются две протяженные зоны повышенной концентрации эпицентров землетрясений вдоль северного и южного склонов Большого Кавказа [2, 7, 10, 11]. В их пределах выделяется ряд участков повышенной сейсмичности, размещение которых подчиняется тектоническому плану Северного Кавказа. Основными элементами районирования рассматриваются сейсмические пояса антикавказской (северо-восточной) ориентировки [2, 7], а в них - сейсмические районы, зоны, участки. Такой подход к районированию позволил локализовать области повышенной сейсмической активности. Общим для Северного Кавказа являлось повышение сейсмичности в направлении с запада на восток. При этом предполагалось, что применительно к Кавказскому сегменту Альпийского пояса основная роль в размещении землетрясений принадлежит Аграхано-Тбилиско-Левантийской левосдвиговой зоне северо-восточной ориентировки [6]. К востоку от нее, по мнению [6] располагается более активная сейсмическая и вулканическая часть этого сегмента.

Анализ размещения очагов землетрясений магнитудой от 3 и выше по срезам глубин 0 – 10, 11 – 20, 21 – 30, 31 – 40, 41 – 50, 51 – 70 и более 70 км за период 1991 – 2001 гг. позволил выявить более сложную картину тектонической активности, зависящую как от наличия активных границ «жестких» массивов, так и от внутренней тектонической неоднородности и расслоенности как массивов, так и консолидированной коры в целом [3]. Выделены две независимо развивающиеся сейсмические области -

Северо-Кавказская и Черноморская, в целом связанные с механическим конвергентным взаимодействием Скифской и Закавказской плит и с дрейфом Аравийской плиты в северном направлении [10].

Северо-Кавказская сейсмическая область является частью Кавказской сейсмической провинции. В целом она «привязана» к «жестким» кристаллическим массивам Центрально- и Восточно-Кавказским и Центрально-Предкавказскому Скифской эпигерцинской плиты. В ней по плотности землетрясений намечено семь северо-восточных сейсмических поясов (против четырех по предшественникам) и четыре запад-северо-западные линейно координированные сейсмические зоны участков концентрации землетрясений различной глубинности (рис.). Их размещение согласуется с диагональной тектонической делимостью консолидированной коры Скифской плиты [4], связанные с конвергентным транспрессионным сдвигом [9] и поперечным выжиманием [5] тектонических блоков в зоне «лобового» столкновения Скифской и Закавказской плит на альпийском коллизионном этапе развития региона.

Линейно-координированные сейсмоактивные зоны. В составе ЛКСЗ Северо-Кавказской сейсмической области установлено 26 максимумов сейсмической активности, морфология которых и их позиция в общей структуре Северо-Кавказского региона позволяют выделить среди них структуры растяжения, сжатия и сдвига [3]. ЛКСЗ по степени глубинности являются комплексными, так как каждая в отдельности объединяет в своем составе практически все морфологические типы сейсмомаксимумов. Сейсмомаксимумы растяжения характерны для Восточно-Кубанского и субширотного отрезка Терско-Каспийского краевого прогибов. Сейсмомаксимумы сжатия парагенетически связаны с разломами Армавиرو-Невинномысским, Невинномысско-Нагутской системы, Владикавказским, Сулакским и Восточно-Дагестанским. Сдвиговые дислокации допускаются по субширотным нарушениям и в том числе по Мамиссонскому отрезку Главного Кавказского разлома.

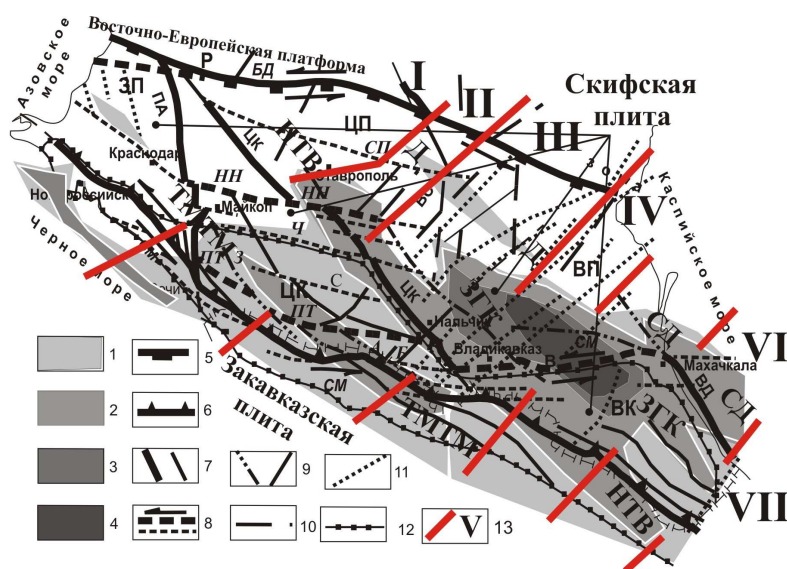


Рис. 1. Схема районирования сейсмических областей Северного Кавказа по глубинности землетрясений, произошедших в период с 1991 по 2001 год. Схема составлена с использованием основы [4].

Подписи к рисунку

1 – 4 – Глубинность очагов землетрясений: 1 – 0 – 20 км; 2 – 21 – 40 км; 3 – 41 – 50 км; 4 – 51 – 70 и более км. 5 – 6 – Краевые швы Скифской плиты: 5 – с Восточно-Европейской платформой (Бейсугско-Дербетовский); 6 – с Закавказской плитой (Главный Кавказский). 7 – Разломы северо-западной ориентировки предположительно правосдвиговой морфологии, в том числе а/ межблоковые шовные зоны (ПА – Пшехско-Адлерская, ЦК – Центрально-Кавказская, ВС – Восточно-Дагестанская), б/ разрывные нарушения высоких порядков. 8 – Межблоковые шовные зоны субширотные (В – Владикавказский) и субширотные левые сдвиги первого (а) и второго порядков: СМ – Сочи-Махачкалинский, БД – Бейсугско-Дербетовский, ПТ – Пшекиш-Тырныаузский, НН – Невинномысско-Нагутский, С – Срединный, Ч – Черкесский, СП – Срединно-Предкавказский. 9 – Сдвиги диагональные: 3 – Заканский, А – Адылсуйский, Б – Баканский. 10 – Прочие разрывные нарушения высоких порядков неясной морфологии. 11 – Линеаменты по геофизическим материалам. 12 – Контур Большекавказского складчато-глыбового сооружения. 13 – Сейсмические поясы и их номер. Линейно-координированные сейсмоактивные зоны: Б – Буденовская; СД – Сулак-Дербентская; ЗГК – Зеленокумск-Грозный-Кумухская (Грозненская); ТМТМ – Тимашевск-Майкоп-Теберда-Мамиссонская. Кристаллические массивы: Р – Ростовский, ЦК – Центрально-Кавказский, ЦП – Центрально-Предкавказский, ВК – Восточно-Кавказский. Мегаблоки Скифской плиты: ЗП – Западно-Предкавказский, ВП – Восточно-Предкавказский.

К числу сейсмоактивных диагональных дислокаций, контролирующих линейно-координированные сейсмоактивные зоны (ЛКСЗ), принадлежат северо-западные Пшехско-Адлерская, Центрально-Кавказская и Восточно-Дагестанская складчато-разрывные зоны правосдвиговой морфологии [1], а также правосдвиговые разрывные нарушения более высоких порядков (разломы Заканский, Софийско-Клычской и Адылсуйской депрессий) и тектонически обусловленные фациальные зоны той же ориентировки. Этой тектонической делимости подчинены ЛКСЗ (с севера на юг) Буденовская (Б) и Сулак-Дербентская (СД), Зеленокумск-Грозный-Кумухская (ЗГК) или Грозненская, Невинномысско-Владикавказ-Тляротинская (НВТ) и Тимашевск-Майкоп-Теберда-Мамиссонская (ТМТМ). ЛКСЗ являют-

ся кососекущими и сквозными по отношению к кавказскому тектоническому районированию, в том числе к складчатым зонам и складчато-глыбовым поднятиям Большекавказского сооружения, к зоне Предкавказских краевых прогибов и Скифской плите Предкавказья. Независимость зон от продольного районирования Северного Кавказа свидетельствует о глубинной природе ЛКСЗ, опосредованно связанную с альпийской коллизионной структурой.

По глубинности землетрясений среди ЛКСЗ выделяются зоны верхнекорового, нижнекорового, нижнекорового и мантийного заложения. К числу ЛКСЗ мантийного заложения принадлежит Грозненская ЛКСЗ. В современной структуре она охватывает зону сопряжения Прикумско-Нефтекумского сводового поднятия и Чернолесско-Кабардинской впадины, далее трассируется через Чеченскую впадину Терско-Каспийского краевого прогиба в горное сооружение и в пределах Джуфидагского антиклинория затухает. В Грозненской ЛКСЗ наиболее глубокофокусные землетрясения (50 – 70 км и более) разместились преимущественно в пределах Терско-Каспийского краевого прогиба. При этом землетрясения мантийного заложения (более 70 км) тяготеют к области Грозненского мантийного выступа (на 3 – 4 км), поверхностным выражением которого является Чеченская впадина. Корни верхнемантийных землетрясений Грозненской глубинной зоны размещаются в узлах сопряжения последней с субширотным Махачкалинским магнитным максимумом в фундаменте, трассирующим зону рифтогенного развития по оси Терско-Каспийского краевого прогиба и, возможно, связанного с мантийными флюидами. Из других тектонических элементов, контролирующих размещение эпицентров землетрясений, являются субширотные Кизлярская, Терско-Сунженская и Владикавказская тектонические зоны, а также Аграхано-Тбилиско-Левантийский линеамент и линеаменты субмеридиональной ориентировки. На нижнекоровом срезе (20 – 40 км), соответствующему условному «базальтовому» слою, плановое положение эпицентров землетрясений в целом унаследовано от структурного мантийного плана, но в отличие от него рассредоточены на значительно большей территории, обнаруживая предпочтительную связь с субширотными линеаментами, в том числе с Кизлярской, Терско-Сунженской и Дербентской тектоническими зонами. На верхнекоровом срезе (10 – 20 км) и в пределах осадочного чехла (0 – 10 км) в зоне повышенной жесткости и хрупкости земной коры эпицентры землетрясений образуют рисунок, свидетельствующий о существенной роли в их размещении ортогональной и диагональной систем разрывных нарушений, а также субгоризонтальных срывов. В целом этот комплекс дислокаций отвечает ансамблю разрывных нарушений содвиговых дислокаций [Расцветаев и др., 1997.]. По мере удаления от сейсмогенерирующей ячейки на северо-запад и юго-восток рассматриваемая ЛКСЗ постепенно преобразуется в нижнекоровую (40 – 50 км) и нижне-среднекоровую (20 – 40 км).

Сулак-Дербентская (СД) и Невинномысск-Владикавказ-Тляротинская (НВТ) ЛКСЗ относятся к разряду сейсмических зон нижнекорового заложения. В их пределах на фоне преобладающего числа верхнекоровых землетрясений (до 10 - 20 км) имеют место землетрясения, укладывающиеся в интервал глубинности 20 – 40 км. Сулак-Дербентская ЛКСЗ контролируется Восточно-Дагестанской складчато-разрывной зоной, тогда как Невинномысск-Владикавказ-Тляротинская в Предкавказье и на северном склоне горного сооружения – Центрально-Кавказской складчато-разрывной зоной, а на южном склоне Восточного Кавказа – зоной Главного Кавказского разлома и складчатыми зонами Южного склона.

Тимашевск-Майкоп-Теберда-Мамиссонская (ТМТМ) ЛКСЗ в своей основе является верхнекоровой. По мере перемещения и краевому шву Скифской плиты, в пределах тектонических зон Передового и Главного хребтов Центрального Кавказа в зоне влияния диагональных разломов Софийско-Клычской и Адылсуйской депрессий, Заканского и северо-западных сегментов Главного Кавказского разлома глубинность зоны повышается до нижнекоровой.

Сейсмические пояса Северо-Кавказской сейсмической области не имеют четко выраженной структурной привязки. Тектоническая делимость северо-восточной ориентировки характеризуется наличием отдельных разрывных нарушений левосдвиговой морфологии, достоверно установленных в горной части региона (Хасукский, Березовский, Джугуртауский, Баксанский и др. разломы). В равнинной части территории разрывные нарушения северо-восточного простирания трассируются по материалам региональной геофизики (гравика, магнитка) и дешифрирования дистанционной и топографической основы. Линеаменты такой ориентировки максимально развиты в восточной половине Северо-Кавказской сейсмической области, где располагается и широко известный Аграхано-Тбилиско-Левантийский (АТЛ) линеамент [6]. В пределах Северо-Кавказской сейсмической области выделено семь сейсмических поясов, отличающихся друг от друга количественными характеристиками эпицентров землетрясений. Максимальная концентрация землетрясений наблюдается в пределах Мамисон-Кизлярского (V) и Гори-Сулакского (VI) поясов, тяготеющих к АТЛ линеаменту. В составе этих поясов располагается Грозненская мантийная сейсмогенерирующая ячейка. В западном и восточном направлениях сейсмичность поясов скачкообразно уменьшается при одновременном снижении глубинности очагов землетрясений.

Таким образом, Северо-Кавказская сейсмическая область выступает в виде региональной предположительно конвективной асимметричной ячейки на литосферном уровне с эпицентром в районе Грозненской сейсмической зоны. Для нее характерны центробежное развитие очагов землетрясений по мере продвижения в хрупкую верхнюю оболочку земной коры, расслоенность последней, неоднозначность взаимоотношения глубинных структур и приповерхностных образований, некоторая автономность структурного плана и геодинамического состояния на различных срезах литосферы.

Черноморская сейсмическая область представлена Новороссийско-Сочинской сейсмоактивной тектонической зоной, парагенетически связанной с заложением и развитием Туапсинского краевого прогиба в теле Закавказской плиты. В области выделяются Анапский и Сочинский сейсмомаксимумы (районы). Тектодинамически они принадлежат к разряду зон сжатия, связанных с дрейфом Западного Кавказа на запад и поддвигом вала Шатского под вовлеченного в горное сооружение Большого Кавказа северного фланга Закавказской плиты (Гагрско-Джавское складчато-глыбовое поднятие). Не исключена связь с гравитационным сползанием горного сооружения в сторону Черного моря.

Совместный анализ сеймотектонических сводных схем различных лет и сеймотектонической схемы, разработанной на основе землетрясений последнего десятилетия (1991 – 2001 гг.), позволил установить, что Северо-Кавказскому региону в целом характерно перманентное функционирование основных максимумов эпицентров землетрясений. Сеймотектоническая модель Северного Кавказа испытывает во времени изменения, которые в целом связаны с изменением характера реакции южной «жесткой» части Скифской плиты на все продолжавшееся продвижение Закавказской плиты на север. С этим продвижением парагенетически связано отраженное «растекание» [5, 10] блоков Большого Кавказа в широтном направлении (восточного сегмента на восток, западного – на запад), а также возникновение ряда деструктивных зон сжатия, растяжения и сдвига, в общем виде обязанных тектонике инденторного типа.

Работа выполнена в порядке личной инициативы и в целом не претендует на решение затронутых в ней проблем. В первую очередь это касается расшифровки механизмов формирования сейсмоактивных зон, поясов. Один из них предполагает связь с тектоникой плит (подавляющее число максимумов землетрясений), другой – с плюм – тектоникой или с развиваемой в ВИЭМС концепцией сейсмоактивных флюидно-магматических систем [8], к которой в нашем случае принадлежит Грозненская сейсмическая зона. Установленный недавно [2] повышенный конвективный тепловой поток в пределах Терско-Каспийского краевого прогиба позволяет допускать принадлежность этой зоны к структурам типа континентальных рифтов.

Литература

1. Греков И.И., Пруцкий Н.И. Проблемы тектоники и металлогении Северного Кавказа. // Геология и минерально-сырьевая база Северного Кавказа. Ессентуки, 2000. С.208 – 226.
2. Греков И.И., Ослопов Д.С., Пруцкий Н.И. и др. тектодинамическая структура Северного Кавказа (опыт геологической интерпретации конвективного теплового потока). Ессентуки, 2001. 108 с. Деп.
3. Греков И.И., Пруцкая Л.Д., Круткина О.Н. Сеймотектонические зоны Северного Кавказа. // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. М.:ГЕОС, 2005. С. 182 – 185.
4. Греков И.И. Сдвиги в структуре Северного Кавказа и их минерагеническое значение. // Проблемы геологии, геоэкологии и минерагении Юга России и Кавказа. Новочеркасск: 2006. В печати.
5. Кооп М.Л. Структуры латерального выжимания в Альпийско-Гималайском коллизиином поясе. М.: Научный Мир, 1997. 314 с.
6. Короновский Н.В. Линеаменты Большого Кавказа и Предкавказья по изображениям на космических снимках и их геологическое истолкование. // Вестн. Моск. ун – та, сер. геол., 1984, № 6, с. 7 – 18.
7. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 484 с.
8. Пронин А.П., Пруцкая Л.Д., Круткина О.Н. и др. Проявления дальних катастрофических землетрясений в структуре гидрогеодеформационного поля Северного Кавказа. // Геологический вестник Центр. Районов России, 2001, № 3 – 4, с. 23 – 37.
9. Расцветаев Л.М. Сдвиги и альпийская геодинамика Кавказского региона. // Геодинамика Кавказа. М.: Наука, 1989. С. 106 – 113.
10. Шевченко В.И., Гусева Т.В., Лукк А.А. и др. Современная геодинамика Кавказа (по результатам GPS измерений и сейсмическим данным). // Физика земли, 1999, № 9, с. 3 – 18.
11. Шолпо В.Н. Альпийская геодинамика Большого Кавказа. М.: Недра, 1978. 176 с.

Сеймоструктуры Восточного Кавказа

М.А. Маркус

ФГУП «Кавказгеолсъемка»

Восточный Кавказ с землетрясениями в 7-8 баллов является наиболее сейсмически активным на Большом Кавказе. Они происходят в 2-3 раза чаще, а темпы поднятий (8-15 мм/год) почти вдвое больше чем на Западном Кавказе. Сейсмическая активность и структуры рассматривались и ранее [1, 5, 11], но точность инструментальных наблюдений оставалась низкой до последних десятилетий [2]. Ниже проанализированы инструментальные сейсмические наблюдения С.О. Гаджиева, З.А. Мусалиевой, С.С. Сардарова, М.М. Мирзалиевой, О.А. Асмановой и др. применительно к геологическим структурам, установленным геологической съемкой последних десятилетий.

Домезозойский фундамент на Восточном Кавказе глубоко погружен и перекрыт юрскими терригенными отложениями – на северо-востоке дельтовыми осадками, переходящими южнее в шельфовые, а в осевой части бассейна сменяющиеся мощными аспидными батиальными отложениями (более 10-12 км). По южной границе последних появляются эффузивы основного состава. По периферии бассейна мощности осадков сокращаются (прибрежные фации) и средняя юра с размывом (кроме южного склона) перекрывается известняково-терригенными верхней юрой, мелом, палеоцен-эоценом общей мощностью 2-3 км, (на южном