

Активная складчатость и сильные землетрясения на Тянь-Шане и Большом Кавказе

В последние годы перспективным направлением стало комплексное геолого-геофизическое исследование линейных тектонических структур, не выраженных на поверхности в виде явных активных разломов. Очень часто к таким структурам приурочены очаги сильных и умеренных землетрясений, способных генерировать интенсивные сейсмические колебания и опасные геологические явления. В ходе работ по проекту, особенности «слепых» очагов были выявлены в подвижных горно-складчатых системах Китая и России.

В Китайской горно-складчатой системе «слепые» разломные зоны были изучены в пограничной области Северного Тянь-Шаня и Восточного Казахстана. Для этих исследований китайскими и российскими участниками проекта (при участии ученых из Казахстана) были собраны данные оперативного обследования землетрясения Чжаосу 1 декабря 2003 г. и изучена зона Коконадыр-Тегерекского разлома.

На территории России сильные сейсмические события со скрытыми в недрах очагами были изучены на Северо-Западном Кавказе. Для этого авторами отчета были проведены комплексные геолого-геофизические исследования в трех крупнейших флексурно-разрывных зонах - Анапской, Ахтырской и Молдаванской.

В обоих случаях для исследования очагов было проведено комплексное изучение зон их проявления с применением сейсмологических, геолого-геофизических, сеймотектонических, палео- и археосейсмических методов. Ввиду скрытого характера сейсмических очагов, проведение традиционных палеосейсмогеологических исследований не может дать ясного представления о максимальной магнитуде и характере подвижки при произошедших там ранее землетрясениях. Поэтому чтобы оценить энергию древних сейсмических толчков и их повторяемость и построить модели глубинного строения современных очагов, авторами было проведено изучение вторичных палеосейсмодислокаций (обвалов, оползней, разжижений грунта, молодых деформаций рельефа) с использованием новых методик анализа вторичных сейсмогенных эффектов среды.

При изучении проявлений палеосейсмичности вдоль зоны предгорного Коконадыр-Тегерекского разлома на Северном Тянь-Шане, было выявлено, что основная часть выходов сейсмогенных разрывов на поверхность смещается на сотни метров к югу от упомянутого разлома. При этом формируются многоактные сейсмоуступы и компенсационные грабены в их тыловой части. С помощью радиоуглеродного метода датирования было установлено, что вдоль зоны Коконадыр-Тегерекского разлома произошло четыре сильных землетрясения, в следующие временные интервалы: 1771–1785 гг. н.э., 1440–1515 гг. н.э., а также вероятно в 2310–745 гг. до н.э. и 6400–5300 гг. до н.э. Судя по параметрам изученных сейсмоуступов, магнитуда этих событий была $M \geq 7$, а сейсмическая интенсивность $I_0 \geq IX$ баллов. Тем временем, с разломом Басулытау (Basulytau), к которому приурочена очаговая зона землетрясения Чжаосу 2003 г., вероятно связаны два исторических крупных землетрясения 1716 г. и 1906 г. с магнитудами 7.5 и 7.3 соответственно.

В геолого-геофизическом исследовании Анапской, Ахтырской и Молдаванской флексурно-разрывных зон на Северо-Западном Кавказе в качестве основного геофизического метода применялся метод микросейсмического зондирования (ММЗ). С помощью этого метода авторам удалось выявить особенности глубинного строения земной коры в зоне исследований и связать их с конкретными тектоническими структурами на поверхности (рис. 1).

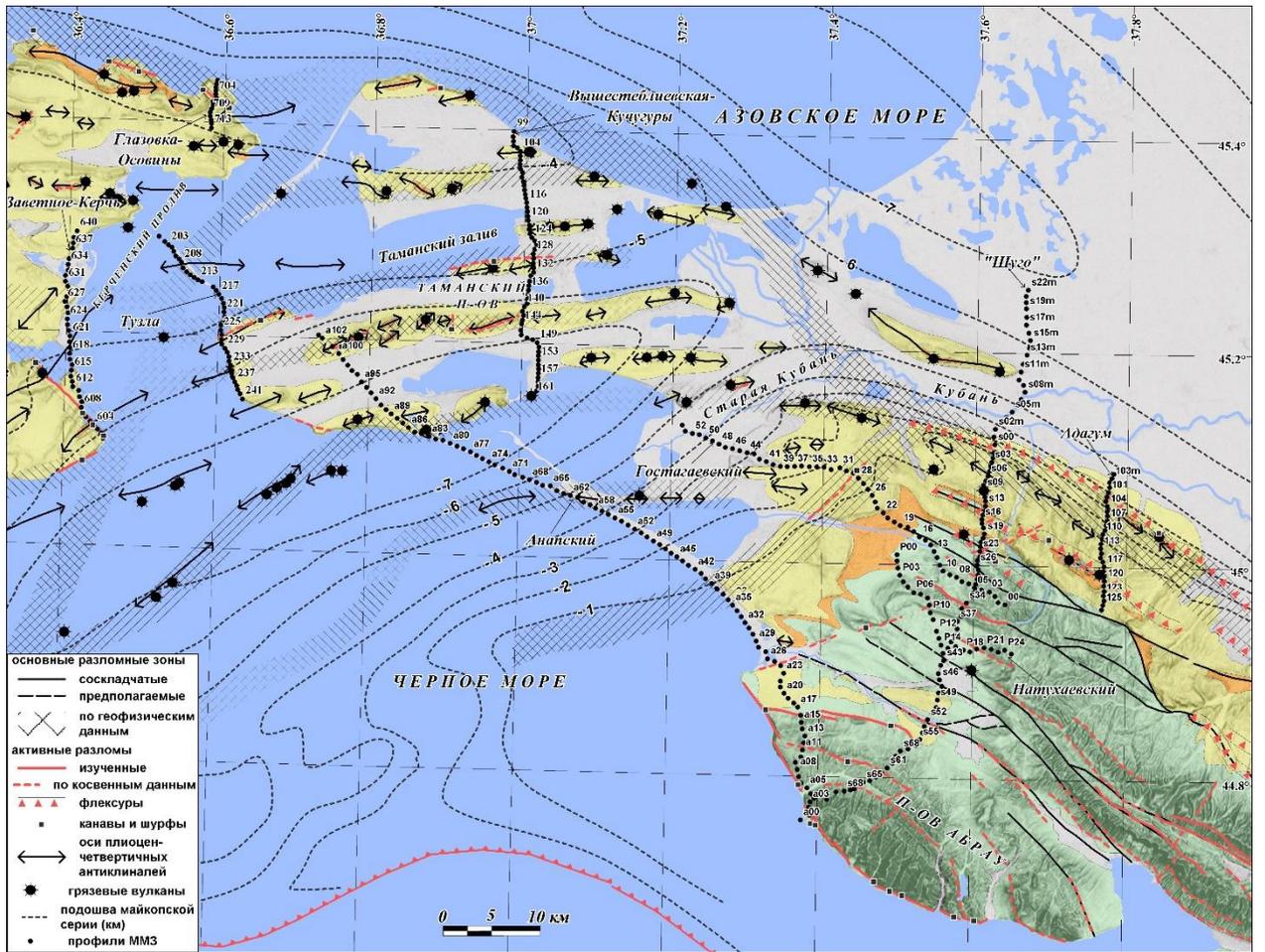


Рис. 1. Сейсмотектоническая карта Северо-Западного Кавказа и Таманского п-ова с положением профилей ММЗ.

Данные ММЗ сопоставлялись с параметрами разреза осадочного чехла и коровых границ раздела по данным бурения и выполненных ранее работ методом обменных волн землетрясений (МОВЗ). Благодаря такому комплексу методов удалось выяснить, что Анапская флексура и продольные тектонические зоны имеют под собой четкие глубинные корни, а также отделяют периклиналь Северо-Западного Кавказа от области Таманского полуострова и от опущенных блоков северного склона складчатой системы (рис. 2).

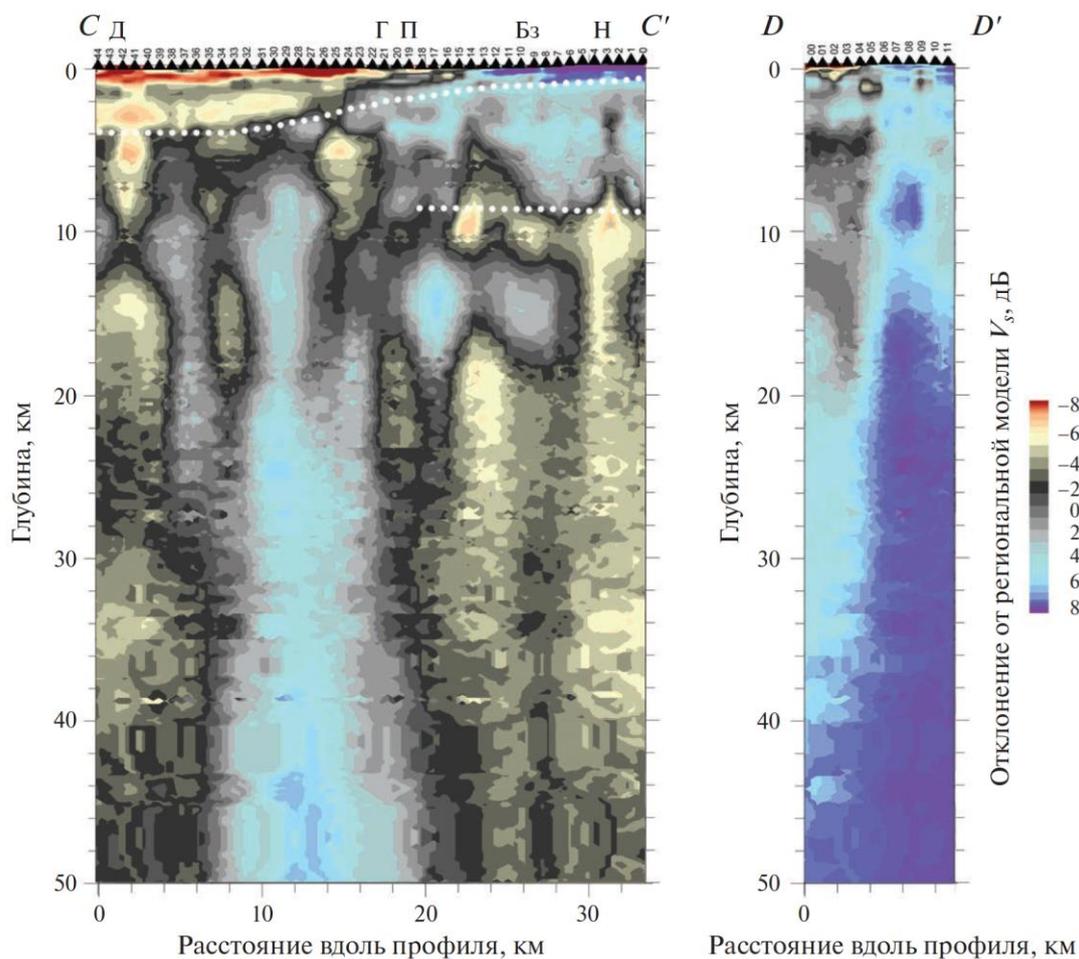


Рис. 2. Разрезы земной коры по результатам ММЗ по профилям, расположенным вкост Анапской флексурной зоны. Глубинные разломы: Бз – Безепский, Г – Гостагаевский, Д – Джигинский, Н – Натухаевский, П – Псебепский. Обозначены: кровля (линия из точек, погружающаяся к западу) альбского яруса по результатам сейсморазведки МОВ ОГТ, по [Перерва В.М., 1981]; граница (линия из точек на глубине 9–10 км) кристаллического фундамента под периклиналью Северо-Западного Кавказа, по [Золотов и др., 2001]. Показана (вертикальная шкала) степень отклонения скоростей сдвиговых сейсмических волн от средней региональной скоростной модели V_s , в децибелах.

Разломы в зоне исследования можно разделить на два типа: глубинные разломы, проникающие в низы коры и даже в верхи мантии, имеющие, как правило, «кавказское» простирание, и приповерхностные разломы, не выходящие за пределы толщи осадочного чехла. Кроме того, была установлена сейсмогенерирующая роль данных тектонических нарушений и изучены связанные с ними зоны землетрясений - Анапского 1966 г., Нижне-Кубанского 2002 г., Су-Псехского 2012 г. При совместных полевых работах с китайскими участниками проекта, было установлено, что очаги этих толчков не проявились на поверхности в виде сейсморазрывов. Таким образом очевиден их скрытый ("слепой") характер.

Все собранные данные отличаются новизной и высокой степенью оригинальности, поскольку собраны для изученных регионов впервые.