

42. В сб.: “Геодинамика Крымско-Черноморского региона”. Симферополь, 1997. С. 12-15.
УДК 551.24 + 550.343.62 (477.75 + 571.64)

В.В. Юдин

КРЫМ И САХАЛИН: ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ И ПРОГНОЗ СЕЙСМИЧНОСТИ

Крым и Сахалин имеют сходную геодинамику. Сильное сахалинское землетрясение 1995г. по аналогичной мезозойской сутуре позволяет прогнозировать повышенную сейсмичность Предгорной зоны Крыма.

The Crimea and Sakhalin have similar geodynamics. The powerful Sakhalin earthquake in 1995, by the analogous Mesozoic suture, makes it possible to forecast an increased seismicity of Crimea Submounlane zone.

В соответствии с новой актуалистической геодинамической моделью Крым представляет собой два разновозрастных, причлененных к Евразии островодужных террейна - Скифию и Крымю, разделенных коллизионными швами - сутурами [7]. Северокрымская сутура южного падения прослеживается по геофизическим данным в широтном направлении от м. Тарханкут. В позднем палеозое она разделяла зоной конвергенции Лавразию и Скифскую плиты, а после коллизии нарастила край палеоконтинента. Несмотря на свою древность, с ней и в настоящее время связаны очаги слабых землетрясений в Северокрымской сейсмогенной зоне [9]. На юго-восток шов прослеживается вдоль Кавказа, где известны офиолиты и коллизионная моласса пермского возраста.

Предгорная сутура северного падения выявлена и прослежена нами по комплексу геолого-геофизических данных вдоль Третьей гряды Крымских гор от г. Севастополя, северных окрестностей Симферополя и Белогорска до Керчи и далее на Кавказ, где она известна под названием Главного Кавказского надвига. В Крыму эта сутура отражает юрскую субдукцию океанической коры Тетиса шириной 1700 км и раннемеловую коллизию островодужного террейна Крымия с Евразией. Это подтверждается палеомагнитными реконструкциями [3], выявлением в сутурной зоне офиолитовой триады и структурно-формационными данными [8, 9]. К началу позднего мела коллизия завершилась, но шов и в настоящее время сохраняет тектоническую активность в виде субпослойных срывов и надвигов в мел-неогеновых комплексах. Это отражается в тектонике, в современной геоморфологии Второй, Третьей гряд и в расположении эпицентров землетрясений Предгорной сейсмогенной зоны [8, 9].

Современная геодинамика Крыма определяется его положением на активной окраине Евразийской плиты. Главная Аджаро-Триалетская зона конвергенции (с Африканской и Аравийской плитами) расположена южнее Турции и наклонена на север [2]. В ее тыловой части, состоящей из коллажа террейнов, в позднем мелу-кайнозое сформировались задуговые бассейны Паратетиса, часть которых и представляют собой две океанические впадины Черного моря [2]. В северной части бассейна происходит субдукция новообразованной океанической коры и субокеанической коры Черного моря под Крымско-Кавказскую складчато-надвиговую область, где полосой расположены многочисленные очаги Главной сейсмогенной зоны Крыма. С ней же связаны современные надвиги северного падения и линейные принадвиговые складки южной vergentности, хорошо известные по материалам морской сейсморазведки на шельфе и континентальном склоне [5 и др.]. Интенсивные продольные складчато-надвиговые дислокации кайнозоя выявлены и при детальном структурных исследованиях прибрежной территории. Все они четко выражены геоморфологически в виде линейных гряд Крымских и Кавказских гор, а также параллельным континентальным склоном с суммарным перепадом рельефа до 4-5 км.

Общая модель современной геодинамики хорошо объясняет проявления сейсмичности, сходные для других зон конвергенции мира. Это позволяет искать геодинамические аналоги и сопоставлять их с целью долговременного прогноза сейсмичности. Исходя из вышеизложенного, современный геодинамический аналог Крыма расположен на активных окраинах западнотихоокеанского (японского) типа, в приконтинентальной части новообразованных окраинных бассейнов, созданных задуговым спредингом. В данном случае не играет существенной роли строение, стадия развития и характеристика самой зоны конвергенции. Важно ее присутствие, глобальный масштаб и связь с задуговым бассейном, отчленившим энсиалическую островную дугу или фрагмент окраины континента. Главным является сходство геологического строения приконтинентальной части и самого задугового бассейна.

Анализ строения активных окраин японского типа позволил нам выделить в качестве современного геодинамического аналога Крыма юго-западное побережье Охотского моря и, в

частности, О.Сахалин. Общность в геодинамическом развитии этих далеко расположенных районов следует из известных работ [2] и заключается в следующем. Оба района расположены на однотипной кайнозойской активной окраине Евразийской плиты в приконтинентальной части близких по возрасту задуговых бассейнов Черного и Охотского морей с новообразованной океанической корой, сформированной в тылу глобальных зон конвергенции. Однопорядковы размеры Южноохотской и Черноморской впадин, их глубина. Сходны одновозрастный осадочный чехол на океанической коре с рифтогенно-спрединговым фундаментом, наличие в приконтинентальной части принадвиговых складок тангенциального сжатия. Близки по масштабу элементы строения всей активной окраины. Отличие в самой зоне субдукции заключается в полном отсутствии в дальневосточном объекте континентальной коры со стороны Тихого океана, что мало влияет на строение задугового бассейна.

Второй группой сходных признаков является наличие в Крыму и на Сахалине близких по возрасту мезозойских коллизионных швов. В частности, аналогом Предгорной сuture Крыма можно считать Срединно-Сахалинский шов, с которым тоже связаны меловые олистостромы и офиолиты, а в аллохтоне фрагментами выведены палеозойские породы [1,4]. Падение сuture однотипное - под континент, хотя в Срединно-Сахалинском шве, наряду с надвиговой, отмечается правосдвиговая составляющая современного смещения. Аналогичная составляющая известна для продольных региональных надвигов Крыма, но убедительного описания их морфологии, кинематики и определения амплитуд не приводилось. В прилегающих регионах такие надвиго-сдвиги известны в Анатолии и на Кавказе. Нельзя не отметить и другие структурные аналоги. Это наличие продольного регионального надвига обратного падения: на Сахалине - Хоккайдо-Сахалинский, а в Крыму - Мраморный ретронадвиг, переходящий на востоке в Южноазовский. Их падение (от континента) не характерно для этих складчатых областей, как и вергентность связанных с ними складок. Сходны также наличие вдоль сuture зоны послонных срывов в меловых отложениях, приразрывных антиклиналей, а в тыловой зоне - современных опусканий земной коры. Последние выражены в Крыму Каркинитско-Сивашской зоной, а на Сахалине - Татарским проливом.

Особенно важным представляется сравнение сейсмичности Срединно-Сахалинской и Предгорнокрымской зон, расположенных в аналогичной структурно-геодинамической обстановке. Это связано, в первую очередь, с катастрофическим 9-балльным Нефтегорским землетрясением на Сахалине 27 мая 1995г.. Разностороннее и детальное изучение позволяет рассматривать его как наиболее изученное сейсмическое событие на территории России а структурно-геологическом, геодинамическом и сейсмическом планах [4]. Согласно исследованиям ОИФЗ РАН, очаг землетрясения связан с 70-километровым фрагментом регионального Срединно-Сахалинского шва, называемого Верхнепильтунским разломом. Разрыв представлен взбросом с правой сдвиговой составляющей. Сместитель его наклонен под Евразию (на ЗСЗ) под углом 60-70 градусов, хотя в сейсмогенной зоне и за ее пределами фиксировалось и более пологое положение плоскостей оперяющих надвигов и взбросо-надвигов. Горизонтальная амплитуда разового сейсмогенного смещения 3-4м, достигает 8м, вертикальная 1-1,5м до 2м, уменьшается на концах разрыва до первых сантиметров. Ширина зоны выраженных нарушений составляет 3-5м до 10-15м в очаговой зоне. Эпицентры афтершоков располагаются в полосе 10-15х70км вдоль разрыва, отражая размеры сейсмогенных нарушений на глубинах 0-18км до 25км в западной части. Изучение палеосейсмодислокаций позволило выявить еще три события с промежутками 400 лет и предполагать еще более древнюю активность разрыва в кайнозое.

Приуроченность сильных землетрясений к мезозойским сuture швам современных активных окраин плит не случайна и известна в других складчатых областях. Коллизионный шов, отражающий палеозону конвергенции от субдукции до коллизии, представляет собой ослабленную зону по всей толщине земной коры до мантии и при современных напряжениях, естественно, участвует в сейсмогенезе унаследованными подвижками. Ближайшим примером того является Спитакское землетрясение, также приуроченное к зоне офиолитового шва Малого Кавказа. О том же свидетельствует сейсмичность вдоль субширотных Интрапонтийской, Измир-Анкарской и других мезозойских сuture Турции [6]. Все это заставляет более внимательно рассматривать прогноз сейсмических событий в выявленных сuture зонах Крыма и, в первую очередь, в Предгорной сuture. Вблизи и непосредственно над ней расположены города Севастополь, Бахчисарай, Симферополь, Белогорск, Старый Крым, Керчь и многочисленные поселки.

Анализ геолого-структурных данных не исключает значительную современную {активность Предгорной сuture [8, 9]. Подтверждение тому - наблюдаемые в обнажениях и вскрытые скважинами зоны срывов и субпослойного брекчирования отдельных горизонтов 1й и 2й мела, протягивающиеся в присuture зону, а также локально брекчированные, сорванные надвигами полого залегающие толщи позднего мела и палеогена. К геоморфологическим данным современной активности сuture относится ее расположение вдоль Третьей гряды Крымских гор и Парпачского гребня, где местами отмечаются меланжированные толщи майкопской серии [10].

Основание. Второй гряды гор четко выражено геоморфологически, видимо, из-за упомянутого оперяющего срыва по нижнемеловой толще. Местами современные движения по этой плоскости фиксируются смещениями широтных русел оврагов, пересекающих зону контакта.

Эпицентры землетрясений выделенной нами Предгорной сейсмогенной зоны Крыма располагаются полосой вдоль мезозойской сугуры. В основном они группируются западнее Севастополя и в восточных районах Крыма, образуя от Бахчисарая до Старого Крыма малоинтенсивную и редкоочаговую область. В последней гряда Крымских гор имеет большую контрастность рельефа, свидетельствующую о значительной неотектонической активности. Такое несоответствие может быть связано либо с криповыми смещениями по разрыву, либо с накоплением тектонической энергии, высвобождаемой через очень значительный промежуток времени в виде сильного землетрясения, как в Нефтегорске. Отметим, что эпицентры 700 афтершоков там вытянуты вдоль сугуры и также тяготеют к дистальным окончаниям сейсмогенного разрыва, хотя главный очаг располагается в середине [4].

Изучение разрушений древних исторических построек Предгорного Крыма также подтверждает значительную подвижность этой зоны. Такие объекты как Херсонес, крепость Каламита, Мангуп-Кале, Сурб-Хач и другие несут следы значительных высокоамплитудных подвижек, разрушающих преимущественно стены субширотного простирания и вызывающие расширяющиеся вверх трещины раскачивания в субмеридиональных постройках [8]. Дополнительный (к известным от сейсмических волн) геодинамический фактор разрушений связан с высокоамплитудным до первых метров смещением крыльев разрыва при землетрясении, как было на Сахалине. К сожалению, большинство современных разрывов Главной сейсмогенной зоны Крыма расположены в акватории Черного моря, что делает недоступным их непосредственное изучение и определение сейсмогенных амплитуд смещений. Однако, по аналогии с таковыми на Кавказе и в Анатолии, а также по последствиям сильных крымских землетрясений, здесь можно ожидать амплитуды разовых смещений от дециметров до первых метров, вероятно не более 3м.

Амплитуды при одном (разовом) сейсмическом событии в известных разрывах мира достигают первых метров[^] и даже десятков метров. Такие значительные подвижки фиксируются после землетрясений наблюдениями по смещению дорог, заборов, троп, сбрасыванию и передвиганию массивных предметов и т.д.. Видимо, назрела необходимость разработки инструментального метода более точного трехмерного определения направления значительной амплитуды перемещений крыльев сейсмогенного разрыва, которые ответственны за значительную часть разрушений при землетрясениях. Такой метод позволил бы определять не только реальное структурно-геодинамическое смещение крыльев, но помог бы объективно выбирать нодальные плоскости при решении фокального механизма очага, наиболее рационально проектировать и строить антисейсмичные объекты.

Таким образом, выявление и рассмотрение о.Сахалин, как современного геодинамического аналога Крыма в сумме с известными ранее данными, позволяет прогнозировать более значительную сейсмическую опасность Предгорной Зоны. Здесь необходимы: специальное детальное изучение палеосейсмодислокаций вдоль Предгорной сугуры, целенаправленный анализ последствий землетрясений в полосе, постановка скважинных пунктов, мониторинга предвестников землетрясений, геоморфологические и повторные геодезические наблюдения, а также разработка инструментальных методов определения трехмерных высокоамплитудных смещений. Жилая застройка зон вблизи послыного срыва по толщам нижнего мела, проявляющая себя аномальным оползнеобразованием (Марьинский оползень в Симферополе), должна быть прекращена, как и строительство, вблизи нее и сутурной зоны, высокоэтажных и неантисейсмичных зданий. При проектировании сооружений в этой полосе необходимо учитывать вероятность высокоамплитудного сейсмогенного толчка с амплитудой до 3м в направлении ССЗ. Поскольку простирания Предгорной сугуры и сейсмогенных надвигов Южнокрымской зоны совпадают, наши рекомендации по ориентировке зданий для меньшего разрушения южного берега Крыма [8,9] приемлемы и в Предгорной зоне. Проектируемые строения следует располагать перпендикулярно ожидаемому смещению удлинением на ССЗ или усиливать конструкции на возможную аномальную нагрузку субгоризонтального толчка и субмеридионального сейсмогенного раскачивания.

1. Геология СССР, Т XXXIII. Остров Сахалин. Геологическое описание // М.: Недра. -1970. - 431 с. *Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.М., Налито* Л.М.* Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 2. - М.: Недра, 1990; -334 с
3. *Печерский Д.М., Сафонов В.А.* Палинспастическая реконструкция положения Горного Крыма в средней юре - раннем мелу на основе палеомагнитных данных // Геотектоника. -1993. - №1. - С. 96-105.
4. *Рогожин В.А.* Тектоника Нефтегорского землетрясения 27 (28) мая 1995г. на Сахалине // Геотектоника. -1996. - №2. - С 45-53.
5. *Терехов А.А., Шимкус К.М.* Молодые осадки и надвиговые структуры в Прикрымской и Прикавказской зонах

Черноморской впадины // Геотектоника. -1989. - №1. - С. 72-79.

6. Чекунов А.В., Пусточипенко Б.Г., Кульчицкий В.Е. Сейсмичность Черноморской впадины и ее тектонические следствия // Геологический журнал. —1992. - №3. - С. 17-22.

7. Юдин В.В. Новая модель геологического строения Крыма // Природа. -1994. - №6. - С.28-31.

8. Юдин В.В. Структурно-геодинамическая модель Крыма // Проблемы сейсмобезопасности Крыма. - Севастополь, 1995. - С. 45-50.

9. Юдин В.В. Геодинамика Крыма и последствия землетрясений // Геодинамические исследования в Украине. - Киев. -1995. - С. 36-44.

10. Юдин В.В. Меланжи Крыма // Тез. доп. Міжнар. Конф. -Глибина будова лігосфери та нетрадиційне використання надр Землі - Київ. -1996. - С. 62-63.