

ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН ХАИЛИНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 8 МАРТА 1991 г. НА ЮГО-ЗАПАДЕ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ

Хаилинское землетрясение 1991 г. и последующее Олюторское землетрясение 2006 г. связаны с глыбово-клавишной структурой земной коры активных мезо-кайнозойских континентальных окраин Тихоокеанского подвижного пояса. Их очаги приурочены к замку максимального прогиба слоёв и фундамента коры, подошвы литосферы, который образуется в тектонически опущенной глыбе-клавише отрезков-звеньев региональных продольных структур. Замок фиксирует разломную сейсмогенную дислокацию, простирающуюся вкрест структур на северо-запад.

Ключевые слова: Корякское нагорье; Хаилинское землетрясение; сейсмогенные тектонические разломные дислокации; активные окраины континента; глыбы-клавиши земной коры.

Введение

Территория юго-запада Корякского нагорья рассматривается в планах социально-экономического развития Камчатского края как база создания мощной горнодобывающей промышленности на базе месторождений Au, Ag, Pt, Sn, Cu, Hg, самородной серы, угля, строительных материалов. Здесь расположено несколько десятков сёл и посёлков, морпункты, аэропорты, карьеры, предприятия рыбной промышленности.

Территория рассматривалась как слабо сейсмичная, но три сильных землетрясения – Корякское (1988г.), Хаилинское (1991г.) и Олюторское (2006г.) с $M = 5.9, 6.5$ и 7.1 , соответственно, заставили пересмотреть её районирование. В поисках объяснения была предложена конструкция литосферной плиты Берингии, занимающей северо-запад Тихого океана. На юге она ограничена Алеутско-Аляскинским сейсмическим поясом, на западе её граница выходит на п-ов Камчатку севернее п-ова Озерного, далее проходит по хребтам юго-запада Корякского нагорья и выходит на Аляску. И если Корякское землетрясение ещё не вызвало повышенного интереса к сейсмичности юго-запада нагорья, то Хаилинское поставило вопрос о его роли в аргументации замыкания Берингии вдоль Корякского нагорья. Возник и вопрос о связи Хаилинского землетрясения с тектоническими структурами территории. А Олюторское землетрясение поставило ещё более остро вопрос о сейсмоопасности территорий побережий Берингова моря от Камчатского перешейка до Берингова пролива, как в научном, так и в прочих практических аспектах.

Сейсмичность вдоль Корякского нагорья не связана с механизмом современных сейсмофокальных процессов взаимодействия океанической и континентальной литосферных плит, подобных Курило-Камчатской зоне субдукции. По общепринятому мнению такого взаимодействия здесь нет. Другой аспект новизны в сейсмичности территории проявился в северо-западном простирании облака афтершоков Хаилинского землетрясения – ортогонального

тектоническому плану территории. План наследует окраину позднемезозойского континента всеми известными структурами и не даёт ответа на сеймотектонический аспект локализации Хаилинского землетрясения.

Олюторское землетрясение имеет близкий плановый эпицентр главного толчка с Хаилинским землетрясением. Территория облака его афтершоков перекрыла Хаилинское облако в центральной части своей территории. Совмещение площадей облаков землетрясений, совпадение эпицентров главных толчков, приуроченность к общим структурам дают основание рассмотреть их совместно. Авторское обращение к выявлению геологических аспектов локализации Хаилинского землетрясения показало, что в материалах геологических и геофизических съёмок м-ба 1:200 000 территории очевидной аргументации сеймотектонической структуры будто бы нет, равно как и в ранних исследованиях других авторов. Поэтому решено обратиться к переинтерпретации геофизических данных и к системному исследованию совокупности геолого-геофизических материалов.

Обзор геолого-геофизических исследований общей территории Хаилинского и Олюторского землетрясений

Территория приурочена к долине р. Вывенки и ряда обрамляющих её горных хребтов, примыкающих к Олюторскому заливу Берингова моря. Эта территория геологических съёмок м-ба 1:2000 000 на листах Р-58-XXVIII-XXX, XXXIV и Р-59-XXV, XXX. Материалы этих съёмок вошли в «Карту...» (1999) м-ба 1:500 000. На основании обобщения данных гравиметрической съёмки м-ба 1:200 000 на материковой части края С.Е. Апрельковым с соавторами [1997] составлена фундаментальная тектоническая карта м-ба 1:500 000. Это единственная (и не изданная) карта аргументируется в выделении тектонических элементов территории интерпретацией сводной гравиметрической карты этих же соавторов, что позволяет уверенно проводить тектоническое районирование территории и принять его с полным доверием к использованию. В нашем

исследовании это выражено в принятии позиции авторов по выделению тектонических структур территории, которая охватывает юг Центрально-Коряжской и всю Олюторскую тектоническую зоны с их одноименными структурно-формационными зонами (СФЗ).

Территория покрыта аэромагнитной съёмкой м-ба 1:200 000 [Корнилов, 1971] в 60-е годы прошлого века и вместе с гравиметрической съёмкой [Белоусов и др., 2005], они обеспечивают решение проблем регионального изучения. Выполнена и съёмка методом МТЗ м-ба 1:500 000 [Мороз, 1991], результатом которого является карта поверхности позднемезозойского и кристаллического фундаментов. Съёмка захватывает лишь западную часть Олюторского облака афтершоков, но и она непосредственно относится к проблеме глубинного строения территории. Выделена Вывенская впадина в долине р. Вывенка.

В 2004-2005 гг. по диагонали будущего Олюторского облака пройден региональный профиль МТЗ-МОВЗ «п. Корф – п. Верхнее Пенжино» с шагом пикетов 3 км [Белявский и др., 2007] (рис. 1). Получены электрические и сейсмические характеристики глубинного строения крупных региональных структур через кайнозойский и мезозойский континенты, мезокайнозойский Охотско-Чукотский вулканогенный пояс. На крайнем южном отрезке профиль пересекает поперёк территорию Хаилинского облака. Касаясь сейсмичности территории, авторы связывают её с обдукцией со стороны океана и субдукцией с северо-запада, которые соприкасаются в районе границы Центрально-Коряжской и Олюторской СФЗ. Отмечено, что очаги Хаилинского и Олюторского землетрясений связаны с особенностями глубинного строения. В статье косвенно затронута проблема тектонической сейсмогенной структуры площади облака Хаилинского землетрясения и без анализа показана в разрезе земной коры зона положения эпицентров Олюторского землетрясения. Приведены разрезы геоэлектрические и сейсмические с выделением горизонтов коры, её подошвы (М) и подошвы литосферы (М₁). Показан ряд зон поглощения обменных волн, в частности, на южном отрезке профиля в интервале пк 219-226.

В 2006 г. от пк 226 профиля (с. Хаилино) проложен к р. Пахача аналогичный профиль, находящийся в обработке (Устное сообщение А.Г. Нурмухамедова, 2013 г.).

Один из соавторов вышеназванной статьи А.Г. Нурмухамедов в диссертационной работе [2005 г.] показал сложную конфигурацию т.н. Ирунейско-Ватынского надвига в Ильпинско-Тылговаямском прогибе, на территории Олюторского облака, западная граница которого ограничивается Парень-Таловско-Тиличикским поперечным межглыбовым разломом [Яроцкий, 1973; 1986]. Это принципиальная граница и фиксирует она

резкое западное ограничение Олюторского облака афтершоков.

Материалы МОВЗ по профилю переинтерпретированы А.В. Егоркиным [Федотов и др., 2011] и представлены в виде глубинного разреза с горизонтами по прослеженным пластовым скоростям. В отличие от ранее представленного разреза, выделена принципиальная зона потери корреляции горизонтов в коре и литосфере. Она приурочена к середине эллипса афтершоков (интервал пикетов профиля 222-225) Хаилинского облака. Авторами высказано мнение о том, что эта потеря корреляции на глубинах 25-37 км и до глубин в верхней мантии может рассматриваться в пределах Хаилинского блока как глубинное сочленение двух террейнов на территории Олюторской СФЗ: Олюторского и Говенского.

Вопрос о тектонической сейсмогенной структуре Хаилинского землетрясения имеет ограниченную освещённость в исследованиях. Принципиально и конструктивно он поставлен в работе А.В. Ландера с соавторами [1994] при обращении к тектонической истории юга Корякии. Предложена гипотеза о наличии «древнего» и современного «олюторского» структурного планов. Оба плана рассматриваются как продолжение структур Камчатки или западного обрамления Командорской котловины. Выделено Ивтыгинское поднятие, дискордантное «древним» СВ структурам, с которым авторы связывают СЗ простираение облака землетрясения. Заметим, что согласно геологическим и геофизическим данным СЗ план тектонических структур на ЮВ окраине древнего континента неизвестен. Основной вывод авторского исследования сеймотектоники заключён в утверждении, что «... землетрясение не лежит на крупном активном разломе; образовавшийся в пределах земной коры разрыв протяжённостью около 40 км является новой дислокацией» (стр. 118).

Повторно А.В. Ландер с соавторами [2007] обратился к вопросу о сеймотектонической структуре Хаилинского землетрясения при исследовании Олюторского землетрясения 2006 г., облако которого своей центральной частью перекрыло площадь Хаилинского. Говоря о неожиданной северо-западной ориентировке Хаилинского облака авторы пишут об обнаружении на юго-востоке его очаговой зоны свежего поверхностного сейсморазрыва – чистого левого сдвига ЮВ простираения.

Е.А. Рогожин с соавторами [2007], оценивая тектоническую позицию очага Олюторского землетрясения 2006 г., считает, что сходные решения доказательного механизма для его главного толчка, Хаилинского землетрясения 1991 г. и Озерновского события 1969 г. позволяют все сильные проявления Восточной Камчатки и Вывенской зоны Корякии выделить в единую сейсмогенерирующую провинцию. Вопрос о

сейсмотектонической дислокации Хаилинского землетрясения в работе не рассматривается.

Методика исследования

Из приведенных сведений возникает постановка цели исследований: выявление тектонической сейсмогенной структуры Хаилинского землетрясения, как связи сейсмичности юго-запада Корякского нагорья с историей его геологического развития и прогноза возможного развития сейсмичности.

Выполнен геолого-геофизический анализ фактических данных, даны их интерпретации разными авторами и их обобщения. Методологической основой исследования проблемы является учение о разломной тектонике активных окраин континентов в зоне их сочленения с океаном. Методически это решается в авторской концепции глыбово-клавишной структуры земной коры окраин [Яроцкий, 1973; 1986; 2007]. В рамках формирования этой структуры развивается блоково-клавишная структура вулканогенно-осадочных ярусов коры – основы поиска глубинных структур территории.

Задачами исследования являются: выявление закономерных связей афтершоков Хаилинского и Олюторского облаков с геологическим строением, геоморфологией и аномалиями геофизических полей; расшифровка элементов глубинного строения территории; выявление особенностей геологической поверхности и их связи с глубинными структурами; построение глубинной модели территории Хаилинского землетрясения с определением сейсмогенной тектонической структуры.

Для решения задач привлечены данные: фактические – Каталоги землетрясений, карты магнитные [Корнилов 1971] и гравитационные [Белоусов и др. 2005], геологические [Карта., 1999]; интерпретационные – карты изолиний поверхности мезозойского и кристаллического фундаментов [Мороз, 1971], разрезы глубинные геоэлектрические и сейсмические (МТЗ-МОВЗ) [Белявский и др., 2007], сейсмические [Федотов и др., 2011], сейсмологические [Ландер и др., 1991, 2011]; обобщения – тектонические [Апрелков и др., 1997; Яроцкий, 1976, 1986, 2006]. Ссылка на эти источники дана не каждый раз, во избежание повторений, в отдельных случаях даны ссылки на эпизодическое использование других источников.

Глыбово-клавишная структура земной коры и блоково-клавишная – её верхних ярусов

На активных окраинах континентов Тихоокеанского подвижного пояса широко развита разломно-блоковая тектоника складчатого основания и его продольных структур (вулканогенов, антиклинорий, грабенов, горстов и др.), последовательно наращивающих сушу в сторону океана. Для СЗ части пояса, его Чукотско-Японской ветви, продольные региональные структуры СВ-го простирания связаны с СВ-ой

составляющей диагональной системы планетарной регматической сети. Её СЗ-я – поперечная – составляющая расчленяет единые продольные структуры на локальные линейные звенья (рис.1).



Рис. 1. Разломная тектоника [Карта., 1999] и система поперечных межглыбовых сквозькоровых глубинных разломов и клавиш глыбово-клавишной структуры земной коры [Яроцкий, 1976-2006]

Соседние звенья каждой единой продольной структуры отличаются, иногда принципиально, по признакам: стратиграфическим, вещественным, геоморфологическим, геофизическим. Они ограничены парами поперечных глубинных сквозькоровых разломов СЗ-го простирания, прослеживаемых от побережья океана к северо-западу вглубь континента на сотни км в т.ч. через Охотское [Тектоническая., 2000] и в Берингово [Селивёрстов, 1998; Злобин, 2003] моря.

Ширина индикационных геолого-геофизических признаков зон поперечных разломов северо-западного простирания – 5-10 км. Среди них: геологические, геоморфологические, тектонические, минерагенические, геофизические (ΔТ, Δg, геоэлектрические, сейсмологические). Между разломами и заключены последовательно от океана к северо-западу локальные линейные звенья ряда сопредельных разновозрастных субпараллельных региональных продольных

структур СВ-го простираения, наращивающих окраину континента в разное время его истории.

Последовательная совокупность ряда звеньев этих структур, заключённых парой разломов, в направлении к северо-западу от океана вглубь континента объединяется в СЗ глыбу земной коры, т.е. разломы являются межглыбовыми. Они доверхнемеловые, длительные и стабильные, сквозные, сквозькоровые, размещаются вне зависимости от типа коры, пересекая переходную и континентальную древнюю кору региона, [Яроцкий, 1976; Структуры..., 1984].

Звенья продольных структур, обособленные в составе каждой из глыб, находятся в разнонаправленных тектонических движениях этапов истории своего геологического развития и наращивания континента: воздымания или опускания. Это ярко выражено в современной геоморфологии побережий восточной окраины Азиатского континента в виде закономерно чередующихся их воздымающихся полуостровов и опускающихся заливов (Чукотка, Корякия, Камчатка, Сахалин, Япония, Филиппины, Новая Зеландия и др.), либо в чередовании групп островов островных дуг (Курильские гряды), отражено в палеогеографии Японии [Геологическое строение..., 1968]. В контексте движений ЮВ окончания глыб рассматриваются вдоль их СЗ-го простираения как серия чередующихся разноглубинных клавиш – звеньев разновозрастных продольных СВ структур, а совокупность звеньев этих клавиш в глыбе – как глыбово-клавишная модель земной коры.

В поперечном (СВ-ом) глубинном сечении глыб клавиши заливов представляются трапециями, а полуостровов – клиньями, «обжатыми» боковыми сторонами сопредельных трапеций. В кайнозой развития Камчатки и ЮВ материковой части (Корякия) это фиксируется заливами [Карта..., 1999], разделённые клавишами воздымающихся полуостровов. Форма поперечных сечений глыб [Яроцкий, 1976] нашла впоследствии подтверждение в данных МТЗ [Мороз, 1991], в частности, в трапециевидном разрезе ЮВ окончания опущенной глыбы Олюторского залива в виде Вывенской впадины в верхнемеловом фундаменте ($H=3$ км), расширяющейся с глубиной примерно втрое в кровле – кристаллического ($H=10$ км)! Ниже это будет показано и на глубинном профиле МТЗ-МОВЗ [Белявский и др., 2007].

На поверхности юго-восточных окончаний воздымающихся глубинных клиньев глыб подавляюще распространены четвертичные базальты, реже – андезитобазальты, опускающихся – дациты, риолиты, риодациты [Карта..., 1999]. Тектоническому росту воздымающихся звеньев глыб препятствуют изостатические движения через излияния на их поверхности тяжёлых компенсационных вулканических масс основного состава. Воздымание останавливается и начинается снос материала в сопредельные

опускающиеся глыбы. Это приводит в них к росту разреза и мощности коры и через некоторое время движение сопредельных глыб останавливается и меняется на обратное, а звено глыбы погружается – в его разрезе и на его поверхности происходит накопление кислого вулканизма и вулканогенно-осадочного материала.

Чередующиеся вулканические излияния и снос продуктов их разрушения регулируют осадконакопление, т.е. вулканизм играет компенсационную роль, способствуя стремлению глыб к равновесию. Так нами расценивается как возвратный – компенсационный – основной вулканизм квартала в неогеновом Центрально-Камчатском вулканическом поясе, покрывающий воздымающиеся глубинные звенья продольной структуры. Этот механизм ярко проявлен и в Восточно-Камчатском вулканическом поясе.

Тектонической функцией межглыбовых разломов является обеспечение условий субвертикальных движений сопредельных звеньев продольных СВ-х структур.

Система поперечных межглыбовых разломов является следствием растяжения коры на Северо-Востоке Азии, начиная с юры. В твёрдой коре релаксация волновых растягивающих геодинамических напряжений формирует зоны дроблений (разломов) и монолитов. Расстояния между зонами дроблений зависят от толщины растягиваемого тела [Шафрановский, Плотноков, 1975], т.е. мощности твёрдой коры и её слоёв. В них одновременно и закладывались системы диагональных – СЗ-х и СВ-х – разломов разного ранга. Так формировалась иерархическая блоково-клавишная структура, т.е. структура коры и более мелких дроблений её твёрдых слоёв, включая верхние ярусы.

Определены [Яроцкий, 1976, 2007 а] закономерности размещения поперечных межглыбовых разломов в Корякско-Камчатском регионе. Они ориентированы на северо-запад (310^0 - 330^0), расстояния между ними – 65-130 км (Камчатка), реже – 165-170 км (материк) и определяются мощностью твёрдой коры.

Ярким примером локализации линейного звена Восточно-Камчатского вулканического пояса между двумя межглыбовыми разломами является юго-восточное окончание опущенной глыбы Кроноцкого залива. Здесь в полосе шириной 45 км и длиной 130 км подавляюще распространены покровные фации риолитов и риодацитов квартала [Карта..., 1999]. Кроноцкое звено пояса находится в условиях опускания со ступенчатым погружением его блоков к середине звена [Мелекесцев, 1974].

Глыбово-клавишная структура установлена нами и для Японии. Согласно [Геология..., 1961], положение интрузий, метаморфизованных зон и главных металлогенических районов палеозоя, неоген-позднего мезозоя и четвертичного возраста, а также вулканов плейстоцена и современных согласуется с системой северо-западных глыб. В Новой Зеландии (о. Северный) в

блоковой вулканической зоне Таупо (125 км) заключено её опущенное звено глыбы залива Хоук [Эрлих, 1973; Леонов, 2003].

Тектоническая позиция территории облаков Хаилинского и Олюторского землетрясений

Облако афтершоков Хаилинского землетрясения околонуто эллипсом [Ландер и др., 1994], который захватывает несколько звеньев региональных структур на южной активной окраине мезозойского континента. С севера на юг это тектонические структуры: полоса выходов меланократового фундамента зоны Вывенско-Ватынского глубинного разлома; Вывенский глубинный разлом; Вывенская впадина; Ильпинско-Тылговаямский прогиб; северная часть Говенско-Пылгинского антиклинория (рис. 6, 9). Эти же структуры охватывает и облако Олюторского землетрясения.

Полоса выходов меланократового фундамента тектонически является Вывенско-Ватынской границей позднемезозойского Корякского микроконтинента, расположенного к северу, и Олюторской тектонической зоны на юге. Она сложена вулканогенно-кремнистыми породами с сопутствующими им пластинами габбро и гипербазитов, падающих на юго-восток, и ограниченных на юге Вывенским глубинным разломом. В гравитационном поле полоса выходов отражена цепочкой эллипсоидных максимумов (А) (рис. 8), в магнитном поле – аналогичной цепью (рис. 7). К северу от них распространена обширная область глубоко отрицательного гравитационного поля и спокойного безаномального магнитного поля. Этим отражается 10-километровый разрез флиша Корякского микроконтинента. Эллипсоидные максимумы четковидных полос созданы блоками фундамента с интрузиями. Этот тип поля известен к юго-западу от рассматриваемой территории (Ветроваямский вулканоген), где блоковая структура фундамента установлена расчётно и по выходам диоритов на поверхность [Яроцкий, 1974]. Полоса выходов ограничена парой глубинных разломов, отражённых полосами высоких градиентов полей, в т.ч. на юге – Вывенским глубинным разломом (рис. 8).

Вывенский глубинный разлом ЮВ падения является южной плоскостью полосы выходов меланократового фундамента, на нём лежат комплексы Олюторской тектонической зоны. Согласно данным МТЗ [Мороз, 1991] последние образуют Вывенскую впадину с глубиной кровли мезозойского фундамента 3 км, кристаллического – 10 км. Располагаясь в лежачем крыле полосы выходов фундамента и Вывенского глубинного разлома впадина является надразломной, а по составу вулканогенно-осадочных угленосных образований [Карта., 1999] может быть отнесена к рифтогенной. Её ЮЗ продолжение является самым широким, а к СВ она сужается и резко выклинивается (рис. 9). Разрез впадины до кровли

кристаллического фундамента сложен кайнозойскими породами от палеоцена по плиоцен. В нём нет намагниченных объектов. Тем не менее, в магнитном поле впадина отражена положительной аномальной зоной с рядом локальных изометричных аномалий. Так как полоса выходов меланократового фундамента содержит систему пластин тел ультраосновных пород, то их падение к ЮВ под породы кайнозоя и обусловило магнитный эффект.

Вывенская впадина является локальной структурой северной части Ильпинско-Тылговаямского прогиба, выделяемого по выходам олигоцена-миоцена. Он вместе с ней отражён отчётливым гравитационным минимумом. Однако в магнитном поле в южной части прогиба уже не ощущается эффекта магнитных масс пластин гипербазитов – здесь установлена полоса магнитного минимума (B_1 - B_3), отражающего толщу немагнитных пород гранитно-метаморфического слоя (рис. 7).

Южная часть облака афтершоков землетрясения заходит в плане на ядро Говенско-Пылгинского антиклинория (палеоцен). Его и Ильпинско-Тылговаямский прогиб разделяет высокоградиентная ступень (Г) гравитационного поля (рис. 8), совпадающая с границей положительного и отрицательного магнитных полей. Собственно ядро отражено изометричным гравитационным максимумом (Д) совпадающим с выходами палеоцена, а также выступом кристаллического фундамента (рис. 8, 9).

В материалах геологической съёмки масштаба 1:200 000, интерпретации гравитационных и магнитных полей, в изолиниях поверхности фундаментов коры нет данных предшественников о тектонических северо-западных структурах. Вместе с тем, нами обнаруживаются данные о разломных дислокациях как территории облака, так и сопредельных площадей. Этот аспект исследования строения территории кажется нам плодотворным и вытекает из общеизвестного положения о раздробленности активных окраин континентов Тихоокеанского подвижного пояса.

Согласно авторской концепции глыбово-клавишной структуры земной коры территория облака приурочена к центральной части опускающихся звеньев региональных структур в глыбе Олюторского залива [Яроцкий, 2007 а]. Звенья вышеназванных структур заключены в глыбе земной коры двумя поперечными глыбовыми разломами: Парень-Таловско-Тиличикским и Омолон-Каменско-Олюторским. На границе Центрально-Корякской и Олюторской тектонических зон в разрезе коры простирается на СВ рифтогенная Вывенская. К впадине приурочена северная площадь территории облака Хаилинского землетрясения, а её выклинивание происходит в направлении к зонам поперечных межглыбовых разломов (рис. 8, 9).

История геологического развития

территории Олюторского землетрясения

Согласно ряду [Карта., 1999; Геол. карта., 1972; 1975] признаков юго-восточное окончание глыбы земной коры Олюторского залива находится в режиме опускания. Тенденция к погружению началась с раннего палеогена (ивтыгинская и иночвиваямская свиты) и продолжается в эоцене. В раннем миоцене-плиоцене морской бассейн углубляется (угленосные свиты) – это поздняя стадия развития окраины позднемиоценового континента. В конце плиоцена и раннем плейстоцене происходит деформация глыбовой структуры по разломным дислокациям. С этими движениями связаны и деформации наложенных впадин в Олюторском заливе. В плиоцене формируются Вывенская впадина в Ильпинско-Тылговьямском прогибе.

Районирование территории облака Олюторского землетрясения и место в нём Хаилинского облака

Облако Олюторского землетрясения аппроксимировано эллипсом длиной 205 км. В нём – 93% всех афтершоков [Ландер и др., 2007]. Нами аппроксимация выполнена в виде прямоугольников (рис. 2), сравнение которых с распределением плотности афтершоков (рис. 3) удовлетворительное.

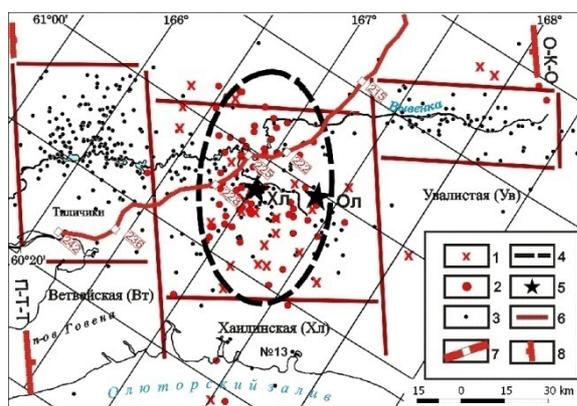


Рис. 2. Районирование территории облака афтершоков Олюторского землетрясения 2006г. с выделением площади облака Хаилинского землетрясения 1991г.

Афтершоки землетрясений: 1 – Хаилинское ($M_w = 6.5$) – за период 1991-1999гг. [Каталог Камчатского филиала Геофизической службы РАН]; 2 – Хаилинское– за период 1991-1999гг [Каталог USGS NEIC]; 3 – Олюторское ($M_w = 7.1$) – за период 2006г. – по н/в [Каталог Камчатского филиала Геофизической службы РАН, $K \geq 9$]; 4 – эллипс, аппроксимирующий форму очаговой зоны Хаилинского землетрясения [Ландер и др., 2007]; 5 – инструментальные эпицентры землетрясений: Хл – Хаилинского, Ол – Олюторского, № 13 ($M=6.6$); 6 – контуры площадей районирования территории облака Олюторского землетрясения; 7 – профиль МТЗ – МОВЗ «Корф-Верхнее Пенжино» [Белявский и др., 2007]; 8 – поперечные

межглыбовые сквозькоровые разломы: П-Т-Т – Парень-Таловско-Тиличичский, О-К-О – Омолон-Каменско-Олюторский [Яроцкий, 1986, 2007]

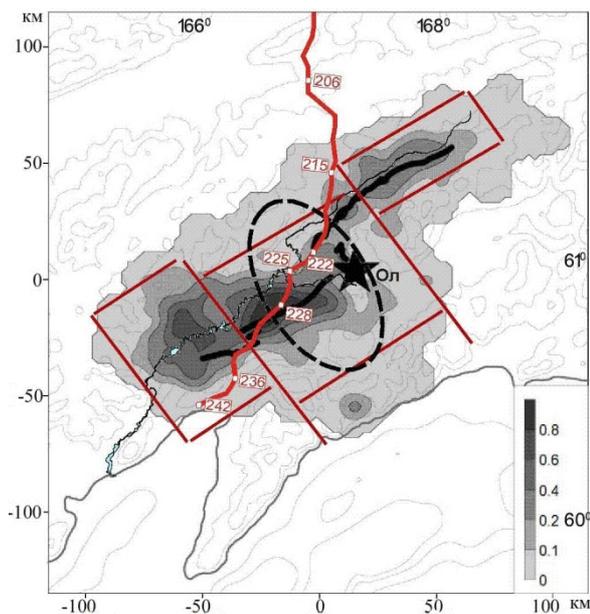


Рис. 3. Карта сглаженной плотности распределения афтершоков Олюторского землетрясения [Ландер и др., 2007] и профиль МТЗ-МОВЗ [Белявский и др., 2007, с дополнениями]

Согласно ранее проведенному районированию [Яроцкий, 2007 б] прямоугольникам даны те же названия: площади Ветвейская, Хаилинская и Увалистая (по именам реки, села и гор). Границы площадей удовлетворительно совпадают на профиле МТЗ-МОВЗ (рис. 4) с границами блоков в разрезе земной коры и иногда прослеживаются в её подошве (граница М). Западная граница Ветвейской площади совпадает также с поперечным Парень-Таловско-Тиличичским межглыбовым разломом, который в свою очередь совпадает с трогом (78 км) в подошве рельефа литосферы – за границей к ЮЗ нет ни одного афтершока! [Яроцкий, 2010] Восточная граница площади на пк 236 отмечается разрывом и смещением глубинных границ Ф-К₁-К₂ по линии разлома. Она также видна в выклинивании изолинии 10 км впадины кристаллического фундамента (рис. 9).

К востоку от Ветвейской площади следует Хаилинская площадь с эллипсом аппроксимации Хаилинского облака. Его западная граница на пк 230 отражена разрывом и смещением в горизонтах Ф-К₁-К₂ до глубин около 30 км. Восточная граница Хаилинской площади отражена разломом на пк 215, по которому разорваны и смещены границы Ф-К₁-К₂-К₃-М-М₁, а выше и мезозойского (3 км) и кристаллического (10 км) фундамента. Восточная граница следующей Увалистой площади определена Омолон-Каменско-Олюторским поперечным

межглыбовым разломом, узлом слияния рек Вывенки, Вахавнитваям, Вывыякакул (признак крупного разлома). Разлом за пределами рисунка, по устному сообщению А.Г. Нурмухамедова (2013 г.), отчётливо выделяется на профиле МТЗ 2006 г., проложенном от пк 226 к востоку до р. Пахачи, подъёмом геоэлектрических горизонтов.

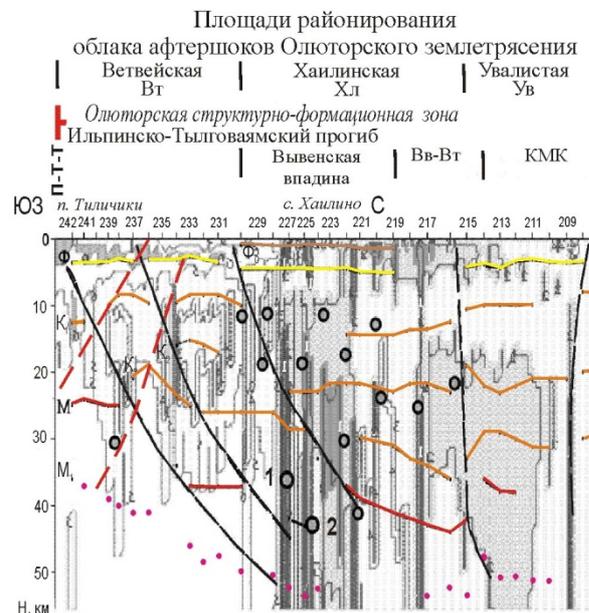


Рис. 4. Геоэлектрический разрез МТЗ с результатом глубинных построений по МОВЗ [Белявский и др., 2007, с дополнениями].

Дополнения: площади: Ветвейская (Вт), Хаилинская (Хл), Увалистая (Ув). Разломы: П-Т-Т – Парень-Таловско-Тиличикский

Северные границы площадей определены зоной Вывенско-Ватынского разлома на южной окраине Корякского микроконтинента. Южные границы площадей обусловлены продольным разломом, соответствующим границе Говенско-Пылгинского антиклинория (на юге) с Ильпинско-Тылговаямской впадиной (на севере). Границы находят адекватное содержание в геологической поверхности, геоморфологии, геофизических полях (рис. 6, 7 и 8).

Таким образом, все линии аппроксимации площадей определены как разломные и далее площади рассматриваются как простирающиеся на глубину блоки.

Согласно поведению границ в коре (K_1 - K_2 - K_3), её подошве (М), подошве литосферы (M_1) блоки являются разноамплитудными. Наиболее погружён Хаилинский блок. Ветвейский блок поднят наиболее, судя по горизонтам K_2 -М- M_1 , и несколько отстаёт от него приподнятый Увалистый блок.

Подобное чередование блоков вдоль звеньев клавиш установлено на Ветроваймском вулканогене [Яроцкий, 1976]. Он расположен к западу от рассматриваемой опущенной глыбы Олюторского залива в поднятой глыбе

полуостровов Говена-Ильпинского-Ильпырского и заключён между Парень-Таловско-Тиличикским и Чемурнаут (Ребро)-Анапкинским поперечными разломами (рис. 1). Здесь геолого-геофизическими данными и структурно-геоморфологическими построениями установлена система СЗ линейных горстов, разделённых линейными грабенами. Они сложены разноамплитудными блоками и прослеживаются на десятки км внутри глыб. Например, Малетойваямский линейный горст прослежен на 65 км (!) к СЗ от оси Вывенского глубинного разлома. И такая система линейных разноамплитудных блоков создаёт внутреннюю блоковую структуру звеньев-отрезков региональных структур, заключённых в глыбах, подобной территории на рис. 2, опущенной глыбе Кроноцкого залива и др.

Приведенная структура вулканогенно-осадочного яруса, кристаллического фундамента и нижележащих блоков даёт первое объяснение локализации площадей облака Хаилинского землетрясения как блоков. Вторым результатом исследования районирования облака Олюторского землетрясения является констатация прогиба горизонтов (слоёв) коры, её подошвы и подошвы литосферы отрезков региональных структур: Корякского микроконтинента, Вывенско-Ватынской зоны выходов меланократового фундамента, Ильпинско-Тылговаямской впадины и севера Говенско-Пылгинского антиклинория. По разным горизонтам замок прогиба перемещается с глубиной. По горизонтам Ф- K_1 - K_2 – он в интервале пикетов 219-226, а по горизонтам K_3 -М- M_1 замок смещается к востоку на пк 216-221.

Геоморфология территории облака Олюторского землетрясения

Геоморфологический облик территории определяют разломные дислокации, создающие рисунок рельефа и речной сети.

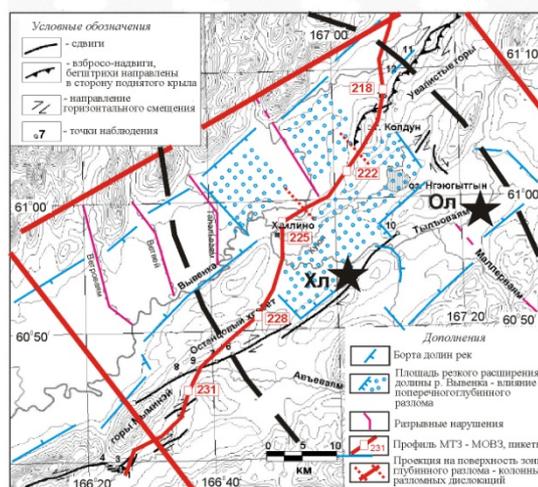


Рис. 5. Геоморфологический отклик [Рогожин и др., 2007; с дополнениями] на глубинный поперечный разлом – колонну разломных дислокаций на рис. 10

Все горные хребты простираются на СВ, и зачастую делятся на отдельные части-звенья поперечными долинами (рис.5).

Геоморфологическим феноменом территории облака является долина р. Вывенки, берущей начало на востоке в воздымающейся глыбе Олюторского полуострова (оз. Горное). К ЮЗ от притока р. Вахавнитваям река имеет узкую (3-7 км) долину вплоть до резкого расширения до 20 км у озера Нгэюгытгыл (Наюю-Гытхын). Здесь между ним и г. Майни-Наюю (581 м) на юге хребта Увалистые горы река выработала локальную долину размером 25 x 25 км. Далее к ЮЗ река уже течёт по новому руслу, смещённому к ЮВ на 10,5 км относительно старого.

Впадина Наюю-Гытхын является ключом к пониманию простираения облака Хаилинского землетрясения.

Тектонические нарушения на территории облака афтершоков Олюторского землетрясения и его Хаилинского облака

Тектонические нарушения в виде дизъюнктивных дислокаций являются основным типом тектонических структур и основным признаком активных окраин. Выше сказано, что в системе планетарной диагональной сети трещиноватости на территории отчётливо проявлена её СВ составляющая. Она отражена в простираении всех элементов региональных структур в геологическом пространстве и в геофизических полях. Менее проявлена СЗ составляющая, но она ярко выражена в геоморфологии и гидросети территории облака, его магнитном и гравитационном поле. И исключительно отражена в геологическом глубинном разрезе окраины Корякского микроконтинента.

По совокупности системных данных на территории блока Хаилинского эллипса афтершоков выделена разломно-блоковая структура, а в её продольной приосевой СЗ зоне – разломная глубинная дислокация в интервале пк 222-225 профиля «Корф-Верхнее Пенжино» (рис. 4 и 10). Разломные глубинные дислокации вдоль оси Хаилинского блока имеют принципиальное значение для решения проблемы сейсмичности и тектоники территории Хаилинского землетрясения.

Ещё один аспект неординарности положения облака Хаилинского землетрясения отметил Л.В. Ландер с соавторами [1994]: деление им северо-западной сейсмической границы Берингии на Корякскую и Камчатскую части. Выскажем мнение о вероятной тектонической причине этого. Предлагается предположение о месте раздела, основанием чему служит карта глубин залегания подошвы литосферы [Яроцкий, 2010] – место разрыва границы находится на продолжении широкого трога в подошве литосферы к югу. К его оси приурочена зона поперечного межглыбового

сквозькорового Парень-Таловско-Тиличического разлома. Как сейчас очевидно, этот разлом является западной границей облака Олюторского землетрясения [Яроцкий, 2007, 2008]: к юго-западу от неё нет его афтершоков. С другой стороны, СВ граница трога трассируется на облако афтершоков Хаилинского землетрясения и землетрясения №13 Олюторского. Допуская неизбежные нестыковки сопоставления вследствие мелкого масштаба карты (1:10 000 000), тем не менее, обратив на него внимание, можно получить дополнительный мотив для раздумывания. Уместно ещё сказать, что облака обоих землетрясений приурочены к зоне высокоградиентной линии глубин подошвы с перепадом 17 км. Высокоградиентные линии на поверхности фиксируются сейсмичностью, вулканизмом, рифтами, структурными швами, в рельефе и др. проявлениями корово-мантийного происхождения. Уместно вспомнить и деформацию Ирунейско-Ватынского надвига, отмеченного А.Г. Нурмухамедовым [см. «Обзор...»].

Анализ имеющихся фактических данных, результатов их интерпретации и обобщения конкретизируют первоначальные задачи:

1. Выяснить глубинную структуру площадей районирования афтершоков землетрясения.

2. Доказать, что звенья региональных структур, заключённых в глыбе Олюторского залива, находятся в состоянии прогиба с его замком в центральной части глыбы.

3. Доказать, что глубинная зона потери корреляции горизонтов (поглощение обменных волн), на профиле МТЗ-МОВЗ может рассматриваться как колонна разломных дислокаций с отражением её признаков на поверхности в геологическом пространстве и в геофизических полях.

Признаки разломной дислокации в интервале пк 222-225 профиля «Корф-Верхнее Пенжино»

Геологические признаки на поверхности:

- смещение русла р. Вывенки по СЗ разлому на юго-восток на 12,5 км, от правого борта долины к левому с резким увеличением ширины долины вдвое у с. Хаилино. Это смещение является дискордантным восточному и западному частям русла, которое является прямолинейным в обе стороны от смещения на протяжении по 75-80 км. На направлении разлома к ЮВ трассируются на СЗ истоки рек Миллерваям и Хатанваям, выклиниваются гряды горных хребтов (Горы Скалистые), на побережье Олюторского залива развит врез фиорда (бухта Сомнения) с изолированным афтершоком №13 Олюторского землетрясения, отстоящим к ЮВ от его эпицентра на 70 км (рис. 6);

- разрыв по СЗ направлению русла и смещение его восточного и западного отрезков, транслируемый адекватно на отрезки

сейсморазрыва Олюторского землетрясения (рис. 5);

- к СЗ интервал в пределах Корякского микроконтинента трассируется крутопадающим нарушением между хребтами Отран-Унуп и Хай-Коинын, ограничитель интрузии габбро (выс. 1004 в вилке истоков Майни-Имланваям) вдоль р. Таловки, разделяя протерозой (на востоке) от нижнего мела (на западе).

- трассирование интервала на СЗ совмещается в 70 км от профиля с долиной р. Уннэйваям, которая прямолинейно простирается к СЗ на 33 км и далее;

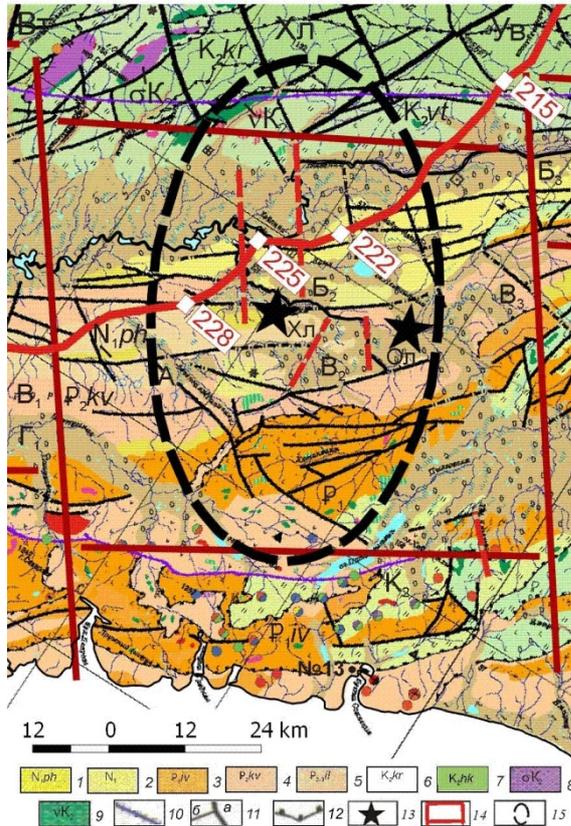


Рис. 6. Карта разломных нарушений установленных [Карта..., 1999, с дополнениями] и интерпретационных 1 – неоген, миоцен. Пахачинская свита; 2 – миоценовый вулканический комплекс; 3 – палеоген, палеоцен. Ивтыгинская свита; 4 – палеоген, эоцен. Ковачинская свита; 5 – палеоген, эоцен-олигоцен. Ильинская серия; 6 – верхний мезозой, кампан. Ватынская свита и корякская серия; 7 – маастрихт. Хакинская свита; интрузивный ультраосновной комплекс: 8 – перидотиты, серпентиниты, 9 – габбро; тектонические границы: 10 – структурно-формационных зон; 11 – крутопадающие главные (а), прочие (б); 12 – пологие разломы; 13 – землетрясения: Хл – Хаилинское, Ол – Олюторское, № 13; 14 – контуры районирования блоков-площадей афтершоков Олюторского и

Хаилинского землетрясений; 15 – эллипс аппроксимации Хаилинского землетрясения.

Площади районирования: Вт – Ветвейская, Хл – Хаилинская, Ув – Увалистая.

Приведён южный отрезок профиля «Корф-Верхнее Пенжино» и его пикеты (215, 222, 225, 228).

- на трансляции интервала к ЮВ расположено блоковое ядро Говенско-Пылгинского антиклинория (палеоцен, ивтыгинская свита), палеоцен-олигодена (ильинская серия) и верхний мел-палеогена (инетываямская свита). Ядро лежит в пределах границ Хаилинского блока и насыщено в интервале пикетов малыми интрузиями ультраосновных пород олигодена – единственным местом их концентрации на юге глыбы Олюторского залива;



Рис. 7. Карта аномального магнитного поля [Корнилов, 1971, с дополнениями].

Условные обозначения см. рис.6.

Синим цветом обозначено положительное значение поля, красным – отрицательное, красными штрихами – нарушения интерпретационные

- к западу от Хаилинского блока в разрезе Корякского микроконтинента выделяется единственная на юго-западе Корякии площадь, насыщения крутопадающими СЗ разломами, ограниченная границами блока; к площади насыщения разломами приурочена единственная площадь распространения крупных ультраосновных платинаносных интрузий в регионе.

Всего на этом направлении (330°) признаки разломной дислокации в геологии прослеживаются на 300 км (!) [Карта..., 1999].

Геофизические признаки:

- в магнитном поле региональный максимум СВ простирания испытывает раздвиг между пикетами. В нём локализуются локальные аномалии СЗ простирания, поперечные простиранию максимума (рис. 7);

- в гравитационном поле приурочен пережим на востоке локального минимума (рис. 8);

- в геоэлектрическом поле приурочено замыкание изолиний Вывенской впадины в кровле мезозойского и кристаллического фундаментов, а на продолжении интервала к югу выделено локальное поднятие (2-3 км) в кровле кристаллического фундамента (рис. 9);



Рис. 8. Карта гравитационного поля [Белоусов и др., 2005, с дополнениями]. (Условные обозначены см. на рис. 6). Жёлтым и коричневым цветом обозначено положительное поле, зелёным – отрицательное, красным – нарушения интерпретационные

- в распространении обменных волн выделяется зона поглощения (пк 223-226) (рис. 4);

- в интервале установлен разрыв максимального сейсморазрыва по СЗ линии со смещением отрезков примерно на 12,5 км (рис. 5);

- разрыв и смещение русла р. Вывенки приурочены к.pk 222-224 профиля МТЗ-МОВЗ, на котором выделена глубинная колонна разломных сквозькорых дислокаций (рис. 10);

- на трансляции пикетов к ЮВ расположено землетрясение № 13 (рис. 8).

Перечень даёт достаточное основание для утверждения: зоны поглощения [3] и потери корреляции [11] обменных волн – колонна разломных дислокаций, прослеженная от подошвы литосферы через всю земную кору до кровли кристаллического фундамента и на поверхности, является сейсмогенной тектонической разломной структурой Хаилинского землетрясения.

В верхних горизонтах коры дислокация отражена в аномалиях магнитного, гравитационного и электрического полей, а на поверхности – рядом признаков в геологии и геоморфологии.

Согласно рис. 4 максимальный прогиб геоэлектрических горизонтов по профилю приурочен к интервалу.pk 225-237 (рис. 4, 10). Подъём границ происходит в сторону роста номеров пикетов, т.е. к ЮЗ (пос. Тиличики) и к р. Пахача на СВ. Геоэлектрические и скоростные горизонты начинают воздымание от.pk 230 к ЮЗ. Другой подъём (на СВ) намечается для геоэлектрических горизонтов Ф-К₁-К₂-М-М₁ от.pk 215. В скоростном разрезе воздымается граница Ф-К₂-М₁.

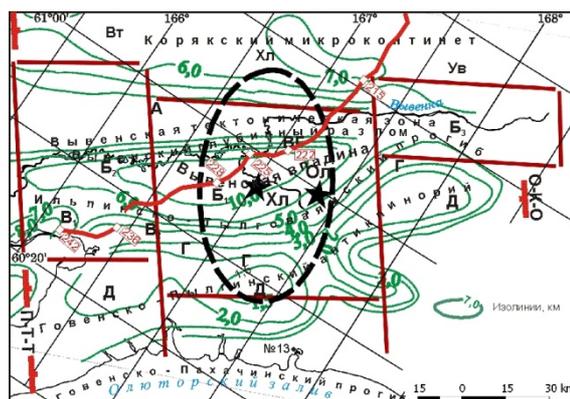


Рис. 9. Изолинии поверхности кровли кристаллического фундамента территории облака афтершоков Олюторского землетрясения 2006г. с выделением площади облака Хаилинского землетрясения 1991г. [Мороз, 1991, с дополнением] Условные обозначения см. рис. 1, 2

Вероятный механизм образования колонны глубинных и поверхностных сейсмогенных дислокаций Хаилинского и Олюторского землетрясений

Южный отрезок профиля МТЗ-МОВЗ в интервале.pk 242-210 лежит в опущенной клавише зоны глыбы Олюторского залива. Для неё показан подъём к поверхности краевых частей горизонтов на СВ и СЗ, т.е. к зонам поперечных межглыбовых сквозькорых разломов Парень-Таловско-Тиличикскому (на ЮЗ) и Омолон-Каменско-Олюторскому (на СВ). При этом горизонты

образуют своеобразную синклираль, в которой длина по линии СЗ-СВ прогиба растёт с глубиной. Это отражено в увеличении длины Вывенской впадины [Мороз, 1991], видно в увеличении длины прогибов горизонтов K_1 - K_2 - K_3 - M_1 с глубиной. Прогиб разбит серией разломов, ограниченный и продольными разломами, т.е. является грабен-синклиалью.

Разрез земной коры территории облака афтершоков представляется в виде прогиба в коре, её подошве и подошве литосферы длиной около 175 км между пк 242-208 (в продолжении прямолинейного направления профиля).

Максимальный прогиб слоёв коры приурочен к зонам потери корреляции, что отражается прерывистостью горизонтов. На основании потери корреляции горизонтов K_2 - M - M_1 выделяется в интервале пк 222-225 [Федотов и др., 2011] глубинная граница – шов между Олюторским и Говенским террейнами (рис.10). Нами она трактуется (рис. 11) как своеобразная дизъюнктивная колонна. Симптоматична приуроченность к этому интервалу главных толчков Хаилинского и Олюторского землетрясений (их расхождение в плане находятся в пределах инструментальной ошибки привязки).

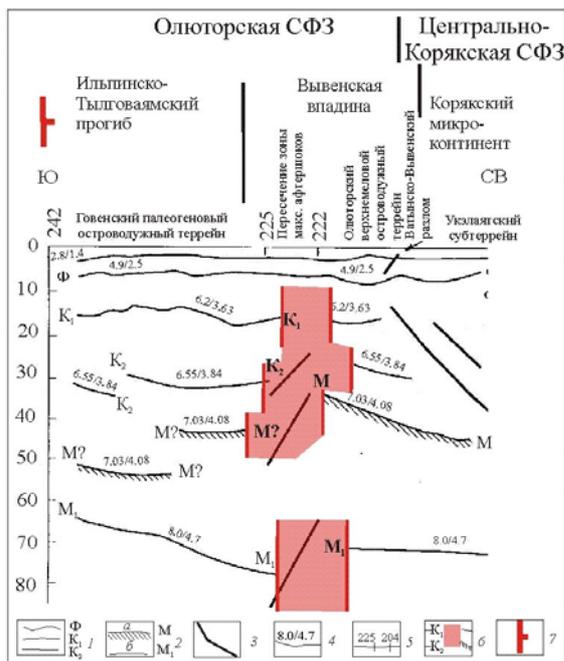


Рис. 10. Глубинное строение Центральной и Южной Корьяки согласно отрезку сейсмического профиля МОВЗ Таловка-Корф [Федотов и др., 2011, с дополнениями]

1 – прослеженные границы в земной коре, 2 – прослеженные мантийные границы: а – Мохо, б – внутримантийный горизонт; 3 – разломы, 4 – значения пластовых скоростей над границами: продольных волн/поперечных волн, км/с, 5 – номера пикетов.

Дополнения: 6 – колонна коро-мантийная, приповерхностная – продольная осевая зона облака афтершоков Хаилинского (1991г.) землетрясения, трассируемая на трог (81 км) в рельефе подошвы литосферы [Яроцкий, 2010]; 7 – П-Т-Т – Парень-Таловско-Тиличикский поперечный межглыбовый разлом

Если рассматривать глубинный разрез как упорядоченное напластование изотропных осадков, отражающее Ильпинско-Тыловайскую впадину, то в максимальном их прогибе – в замке, концентрируется тектонические сжимающие (?) напряжения. Они приводят к миграции верх пор, пустот, вакансий, образующих колонну разлома. Внизу колонны в 1991 г. возник Хаилинский афтершок ($H=35$ км), а в 2006 г. в её приповерхностной части произошёл главный толчок Олюторского землетрясения ($H=0,6$ км). Разгрузки напряжений привели к разрыву на поверхности, т.е к формированию сейсморазлома.

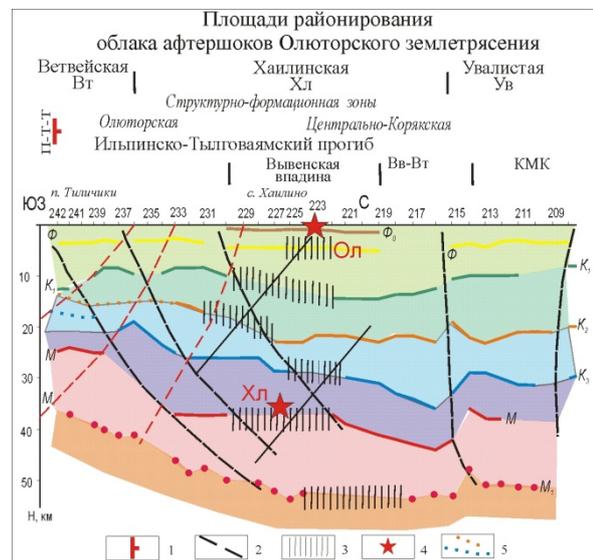


Рис.11. Модель поперечной разломной дислокации в клавише опущенной глыбы Олюторского залива. Сейсмогенная тектоническая структура Хаилинского землетрясения

Разломные дислокации: 1 – поперечные межглыбовые сквозькоревые разломы – Парень-Таловско-Тиличикский (П-Т-Т); 2 – разломы, выделенные по местам потери корреляции границ в складчатом основании, кристаллическом фундаменте, коре, Мохо и в верхней мантии; 3 – участки потери корреляции границ в коре и верхней мантии [Федотов и др., 2011] и зоны поглощения обменных волн [Белявский и др., 2007]; 4 – эпицентры главных толчков; 5 – транслируемые границы.

Использованные материалы: 1. Геолого-геофизический разрез по профилю МТЗ-МОВЗ, «Корф-Верхнее Пенжино» [Белявский и др., 2007 с дополнением]; 2. Глубинное строение [Федотов и др., 2011; с дополнением].

Примечание: Для удобства рассмотрения профиль на приведенном отрезке перевернут зеркально с окончанием номеров слева. На пикетах 233, 229 в рис. 11 приняты данные совмещенного сейсмического и геоэлектрического разрезов. Структуры [Апрелков и др., 1997]: Вв-Вт – Вывенско-Ватынская зона выходов пород меланократового фундамента; КМК – Корякский микроконтинент

Предложенная концепция сеймотектонической дислокации СЗ ориентировки Хаилинского землетрясения проливает свет на тектоническую локализацию облака Олюторского землетрясения. Если принять точку зрения [Федотов и др., 2011] о колонне разломных дислокаций как границе Олюторского и Говенского террейнов, то следует полагать её северо-восточное простирание. Эту границу и унаследовал механизм релаксации Олюторского землетрясения, возникшей в колонне.

Убедительный факт устанавливается в совмещении профиля МТЗ-МОВЗ (в редакции С.А. Федотова с соавторами, 2011) с положением сейсморазрывов Олюторского землетрясения [Ландер и др., 2007; Рогожин и др., 2007]. Сейсморазрыв разорван и смещён своими отрезками по СЗ линиям именно в интервале пикетов 222-225!

Предложенная структура рассматривается как вероятная сеймогенерирующая тектоническая. Её конструкция косвенно аргументирована Ильпырским землетрясением (13.03.2013г., $N=23,7$ км, $M=6.2$). Его афтершоки простираются от головного толчка на суше на 150 км на ЮЗ в акваторию Карагинского залива на северную оконечность о. Карагинского. Афтершоки расположены примерно на оси опущенной глыбы Кичигинского залива и почти без исключения расположены на линии простирания (330^0-150^0). Здесь также предполагается разломная дислокация в центре (замке) прогнутого геологического разреза земной коры. Дислокация подтверждается долиной р. Валоваям в её низовьях и рядом СЗ разломов (длиной 6-14 км).

Другим примером приуроченности к опускающейся глыбе Авачинского залива является землетрясение 18 мая 2013 г. Его первые афтершоки (18-19.05.13г.) в акватории залива также расположены вдоль СЗ линии ($310-330^0$), проходящей через осевую часть прогнутого геологического разреза опущенной глыбы земной коры Авачинского залива. Это видно на первых событиях, увеличение числа которых заглушает эффект первых афтершоков.

Вероятно, что три факта локализации землетрясений в замках прогнутых слоёв земной коры на активной окраине древнего и современного континента ещё не являются закономерностью. Имеется возможность анализа облаков землетрясений прошлых лет с целью

выявления закономерных связей тектоники и релаксации сейсмогенных напряжений.

Заключение

Хаилинское землетрясение связано с тектонической дизъюнктивной колонной сквозькорового заложения, находящейся на глубинном сочленении регионального прогиба и горст-антиклинория СВ простирания. Дизъюнктивная колонна близ с. Хаилино простирается на юго-восток (150^0) к бухте Сомнения на побережье Олюторского залива, а на северо-запад ($330-150^0$) – на несколько десятков км через Корякский микроконтинент в пределы Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.

Колонна возникла в замке прогнутого разреза земной коры, её подошвы и подошвы литосферы, локализована в опущенной глыбе Олюторского разреза на высокоградиентной границе с перепадом глубин 81-64 км. На глубине 35 км в колонне произошла релаксация напряжений – возник главный толчок Хаилинского землетрясения, подготовившего колонну к Олюторскому землетрясению, возможно и № 13.

Исследование сейсмичности в пределах Тихоокеанского подвижного пояса на его активных окраинах континентов продуктивно в рамках концепции глыбово-клавишной структуры земной коры и блоков-клавишей её разрезов.

Литературы

- Апрелков С.Е., Декина Г.И., Попруженко С.В.* Особенности геологического строения Корякского нагорья и бассейна р. Пенжины // Тихоокеанская геология. 1997. Т. 16. № 2. С. 46-57.
- Белявский В.В., Золотов Е.Е., Ракитов В.А., Нурмухамедов А.Г., Попруженко С.В., Шпак И.П., Храпов А.В.* Глубинная сейсмогеоэлектрическая модель Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и Центрально-Корякской складчатой зоны в пределах профиля Корф-Верхнее Пенжино // Олюторское землетрясение 20(21) апреля 2006 г. Корякское нагорье. Первые результаты исследований. Петропавловск-Камчатский. 2007. С. 277-288.
- Геология и минеральные ресурсы Японии. ИЛ. М.: 1961. С. 13-128, 141-267.
- Геологическая карта СССР масштаба 1:200000 масштаба 1:200 000. Серия Корякская. Лист Р-59-XXVIII. Объяснительная записка. Косыко М.К., Радченко Н.С., Савельев Н.А.. Редактор Аникеева Л.И. М.: 1972. 86 с.
- Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Лист Р-58-XXVIII. Составители: Поздеев А.И., Рожкова В.К. М.: 1975. 94 с.
- Геологическое строение Японских островов (Палеогеография Японских островов). М.: Мир, 1968. С. 14-696.
- Злобин Т.К., Злобина Л.М., Гуленок Р.Ю.* Строение земной коры Охотского моря и

- нефтегазоносность Западно-Камчатского бассейна // Геодинамика магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики. Материалы Всерос. совещания в 3-х томах. Магадан. 2003. Том 2. С.40-43.
- Карта полезных ископаемых Камчатской области масштаба 1:500000. Листы 2-8, 11. Ред. Литвинов А.Ф., Патока М.Г., Марковский Б.А. Редакторы-составители Фролов Ю.Ф. и др. Карт. фабрика ВСЕГЕИ. СПб., 1999. 19 л.
- Корнилов Б.А. Карта аномального магнитного поля СССР. Лист Р-58, 59. М.: Центргеология. 1971
- Ландер А.В., Левина В.И., Иванова Е.И. Олюторское землетрясение 20(21) апреля 2006г. $M_w=7.6$: сейсмическая история региона и предварительные результаты исследования серии афтершоков // Олюторское землетрясение 20(21) апреля 2006 г. Корякское нагорье. Первые результаты исследований. Петропавловск-Камчатский. 2007. С. 14-33.
- Леонов В.Л. Поперечные структуры и их влияние на развитие четвертичного вулканизма //Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин севера Пацифики. Материалы всероссийского совещания. Магадан.: 2003.Том 3. С. 158-162.
- Мороз Ю.Ф. Строение осадочно-вулканогенного чехла Камчатки по геофизическим данным //Тихоокеанская геология. 1991. № 1. С. 59-67.
- Мелекесцев И.В., Шанцер А.Е., Эрлих Э.Н. и др. Камчатка, Курильские и Командорские острова: (История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока). М.: Наука. 1974. 437 с.
- Нурмухамедов А.Г. Глубинное строение северо-восточной части Корякско-Камчатской складчатой области по геофизическим данным. Автореф. ... канд. геол.-минерал. наук / ИЗК. Иркутск, 2010. 17 с.
- Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Мараханов А.В.,Новиков С.С., Пинегина Т.К. Олюторское землетрясение в Корякии 20 (21) апреля 2006 г., Результаты геологического и макросейсмического изучения эпицентральной области // Олюторское землетрясение (20 (21) апреля 2006 г. Корякское нагорье). Первые результаты исследования / Отв. ред. В.Н. Чебров. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2007. 290 с.
- Селивёрстов Н.И. Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. М.: Научный мир, 1998. 164с.
- Структуры континентальной и переходной земной коры на космических снимках /Под ред. Филатовой Н.И., Егоровой И.В., Дворянкина А.И. и др. М.: Недра, 1984. 211 с.
- Тарасенко Т.В. Дмитриев В.Д., Яроцкий Г.П. и др. Мегаблоки и металлогеническая зональность Корякского нагорья и Камчатки //Металлогения и новая глобальная тектоника. Всесоюзное НТС «Проблемы металлогении». Л. : 1973. С 93-95.
- Тектоническая карта Охотоморского региона масштаба 1: 2500000. (ред. Н.А.Богданов и В.Е.Хаин). М.: ИЛРАН, 2000.
- Федотов С.А., Чехович В.Д., Егоркин А.В. Неогеновая глубинная структура юга Корякского нагорья и современная сейсмичность региона // ДАН, 2011. Т. 437. № 5. С. 655-658.
- Шафрановский И.И., Плотников Л.М. Симметрия в геологии. Л.: Недра, 1975. 144 с.
- Эрлих Э.Н. Современная структура и четвертичный вулканизм западной части Тихоокеанского кольца. Новосибирск. : Наука. Сибирское отделение. 1973. С. 3-132.
- Яроцкий Г.П. Мегаблоки и металлогеническая зональность Корякского нагорья и Камчатки // Всесоюзное НТС «Проблемы металлогении». Л.: Недра, 1973. С. 93-95.
- Яроцкий Г.П. Проявление симметрии в размещении разрывных дислокаций и минерагенических факторов Северо-Камчатского сероносного района //Симметрия структур геологических тел. Л.: Недра, 1976. С. 88-90.
- Яроцкий Г.П. Отражение в Центрально-Камчатском вулканическом поясе разрывной тектоники его основания // Геол. строение и полезные ископаемые Камчатки. М. : 1983.
- Яроцкий Г.П. Закономерности размещения вулканических серных месторождений Тихоокеанского рудного пояса (Корякия, Камчатка, Курилы, Япония) /П.-Камчатский: Изд-во Камчат. ГУ им. В. Беринга, 2006. 138 с.
- Яроцкий Г.П. Поперечные дислокации активных окраин континентов Тихоокеанского рудного пояса //П.-Камчатский: Изд-во Камчат. ГУ, 2007 а. 301 с.
- Яроцкий Г.П. Вероятное замыкание Чукотского сейсмического пояса в Корякском нагорье. Геолого-географическое истолкование // Проблемы совр. сейсмологии и геодинамики Центр. и Вост.Азии. Материалы всерос.совещ. с международным сотрудничеством. 18-24 сентября 2007 б. Том 2. Иркутск. С. 210-216.
- Яроцкий Г.П. Сейсмичность и разломная тектоника юго-запада Корякского нагорья // Всерос. регион.конф. «Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле. К 40-летию создания М.В. Гзовским лаборатории тектонофизики в ИФЗ РАН». Москва. 2008 а. Том II.С. 372-375.
- Яроцкий Г.П. Разломно-блоковая тектоника активной окраины континента на юго-западе Корякского нагорья как вероятный источник землетрясений // Межд.конф. «Сейсмологический мониторинг территории стран СНГ для повышения эффективности и действенности сейсмического контроля в сейсмоопасных регионах». Обнинск. 2008 б. С. 354-359

Яроцкий Г.П. Вероятная причина возникновения землетрясений на Морской транзитали литосферы Северо-Востока Азии // Разломообразование и сейсмичность в литосфере: тектонофизические концепции и следствия: материалы Всероссийского совещания (г. Иркутск, 18-21 августа 2009 г.). –

В 2-х т. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2009. Т. 2. – С. 80-83.

Яроцкий Г.П. Разломно-блоковая тектоника литосферы северо-восточной части Тихоокеанского побережья Евразии как источник землетрясений на юго-западе Корякского нагорья // «Геодинамика», Львов. Наука. Украина. 2010. № 1(9), С. 28-36

ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН ХАИЛИНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 8 МАРТА 1991 г. НА ЮГО-ЗАПАДЕ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ

Г.П. Яроцкий

Хаилинское землетрясение 1991 г. и последующее Олюторское землетрясение 2006 г. связаны с глыбово-клавишной структурой земной коры активных мезо-кайнозойских континентальных окраин Тихоокеанского подвижного пояса. Их очаги приурочены к замку максимального прогиба слоёв и фундамента коры, который образуется в тектонически опущенной глыбе-клавише отрезков-звеньев региональных продольных структур. Замок фиксирует разломную сейсмогенную дислокацию впадины в мезозойском и кристаллическом фундаментах, простирающуюся вкрест структур.

Ключевые слова: Корякское нагорье; Хаилинское землетрясение; сейсмогенные тектонические разломные дислокации; активные окраины континентов; глыбы-клавиши земной коры.

HAILINSKOE EARTHQUAKE (8 MARCH 1991) TECTONIC PHENOMENON OF SOUTHWESTERN KORYAK HIGHLANDS

G.P. Yarotskiy

Hailinskoe earthquake (1991) and successive Olutorskiy earthquake (2006) associated with tab-blocky structure of the active continental margin Earth's crust of the Pacific mobile belt. Earthquake sources related to synclinal fold castle of the crust foundation. Synclinal fold produced in tectonically lowered lump-key segments-units of regional longitudinal structure. Synclinal fold castle determines fracture dislocation of depression seismogenic in mesozoic crystalline foundations extending transversely structures.

Key words: Koryak Highlands; hailinskoe earthquake; seismogenic fractured dislocation; active continental margins; lump-key crust.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, Россия