

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 Корякского нагорья – участка Камчатско-Чукотского сегмента 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 в мезозойском и кристаллическом фундаменте впадины, простирающуюся вкост структур на северо-запад.

Ключевые слова: Корякское нагорье; Хаилинское землетрясение; сейсмогенные 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 слабосейсмичная, но три сильных землетрясения – Корякское (1988 г.), Хаилинское (1991 г.) и Олюторское (2006 г.) с М 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 разных 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 – ортогональном тектоническому плану территории. План наследует окраину позднемезозойского континента всеми известными структурами и не даёт

ответа на вопрос о сеймотектонической локализации Хаилинского землетрясения.

Олюторское землетрясение имеет эпицентр главного толчка, близкий в плане с Хаилинским землетрясением. Территория облака его афтершоков перекрыла Хаилинское облако в своей центральной части. Совмещение площадей облаков землетрясений, совпадение эпицентров главных толчков, приуроченность к общим структурам дают основание рассмотреть их совместно. Авторское обращение к анализу геологических аспектов локализации Хаилинского землетрясения показало, что в материалах геологических и геофизических съёмки территории м-ба 1:200000 очевидных данных о наличии сейсмоактивной 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.

Геолого-геофизические данные о территории Хаилинского и Олюторского землетрясений

Изучаемая территория приурочена к долине р. Вывенки и ряда обрамляющих её горных хребтов, примыкающих к Олюторскому заливу Берингова моря. Это территория геологических съёмки м-ба 1:200000 на листах Р-58-XXVIII-XXX, XXXIV и Р-59-XXV, XXX. Материалы этих съёмки вошли в “Карту...” (1999) м-ба 1:500000. На основании обобщения данных гравиметрической съёмки м-ба 1:200000 на материковой части края С.Е. Априловым с соавторами [Априлов и др., 1997] составлена фундаментальная тектоническая карта м-ба 1:500000. Это единственная (но не изданная) карта, где выделение тектонических элементов обосновывается интерпретацией данных 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-Корякской и всю Олюторскую тектонические зоны с их одноименными структурно-формационными зонами (СФЗ).

Территория покрыта аэромагнитной съёмкой м-ба 1:200000 [Корнилов, 1971] в 60-е годы прошлого века и вместе с гравиметрической съёмкой [Белоусов и др., 2005] они обеспечивают решение проблем изучения региона. Выполнена и съёмка методом МТЗ м-ба 1:200000 [Мороз, 1991], результатом которой 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-Корякской и Олюторской СФЗ. Отмечено, что очаги Хаилинского и Олюторского землетрясений связаны с особенностями глубинного строения литосферы. 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 геоэлектрические и сейсмические разрезы 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) к р. Пахача проложен аналогичный профиль, находящийся в обработке (устное сообщение А.Г. Нурмухамедова, 2013 г.).

Один из соавторов вышеназванной статьи А.Г. Нурмухамедов в диссертационной работе [Нурмухамедов, 2005] 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 [Ландер и др., 1994] при обращении к тектонической истории юга Корякии. Предложена гипотеза о наличии “древнего” и современного “олуторского” 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 простирание облака землетрясений. 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 [Ландер и др., 2007] обратился к вопросу о сеймотектонической структуре очага Хаилинского землетрясения при исследовании Олюторского землетрясения 2006 г., облако афтершоков 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 простирания.

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

Методика исследования

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

Для достижения этой цели 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 задача решается в рамках 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 – основа поиска глубинных структур территории.

Задачами исследования являются: выявление закономерных связей афтершоков Хаилинского и Олюторского землетрясений с геологическим строением территории, ее геоморфологией и аномалиями геофизических полей; расшифровка элементов глубинного строения земной коры района; выявление приповерхностных геологических особенностей и их связи с глубинными структурами; построение глубинной модели литосферы территории Хаилинского землетрясения и определения сейсмогенной тектонической структуры.



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

Для решения этих 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, антиклинориев, грабенов, горстов и др.), последовательно наращивающих сушу в сторону океана. Для СЗ части пояса, его Чукотско-Японской ветви, продольные региональные структуры СВ простирания связаны с СВ составляющей диагональной системы планетарной регматической сети. Её СЗ (поперечная) составляющая расчленяет единые продольные структуры на локальные линейные звенья (рис. 1).

Соседние звенья каждой единой продольной структуры отличаются, иногда принципиально, по признакам: стратиграфическим, вещественным, геоморфологическим, геофизическим. Они ограничены парами поперечных глубинных сквозькоровых разломов СЗ 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 зон геолого-геофизических признаков 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 простирания, наращивающих окраину континента в разное время его истории.

Последовательная совокупность ряда звеньев этих структур, ограниченных 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 конти-

нентальную древнюю кору региона, [Яроцкий, 1976; Структуры..., 1984].

Звенья продольных структур, обособленные в составе каждой из глыб, находятся в разнонаправленных тектонических движениях (воздыманиях или опусканиях) на разных этапах своего геологического развития и наращивания континента. Это ярко выражено в современной геоморфологии прибрежий восточной окраины Азиатского континента в виде закономерной 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..., 1968]. В контексте движений ЮВ окончания глыб рассматриваются вдоль их СЗ-го простирания 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) 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], разделёнными клавишами воздымающихся полуостров. 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 ($H=10$ км) кристаллического фундамента. 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 изливания 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 пород кислого вулканизма и вулканогенно-осадочного материала.

Чередующиеся вулканические изливания 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 квартера

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 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, Плотников, 1975], т.е. мощности твёрдой коры и её слоёв. В них одновременно и закладывались системы диагональных (СЗ и СВ) 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, 2007а] закономерности размещения поперечных межглыбовых разломов в Корякско-Камчатском регионе. Они ориентированы на северо-запад (310° – 330°), 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 квартера [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 оконтурено 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, 7). 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, падающими на юго-восток, и ограниченными на юге Вывенским глубинным разломом. В гравитационном поле полоса выходов отражена цепочкой эллипсоидных максимумов (А) (рис. 6, в), в магнитном поле – аналогичной цепью (рис. 6, б). 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 чётко видных полос созданы блоками фундамента с интрузиями. Этот тип поля известен также к юго-западу от рассматриваемой территории (Ветроваймский 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. 6, в).

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. 7). 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. 6, б).

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. 6, в), 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. 6, в; 7).

В материалах геологической съёмки масштаба 1:200000, интерпретации гравитационных и магнитных полей, в изолиниях поверхности разновозрастных фундаментов коры нет данных предшественников о тектонических северо-западных структурах. Вместе с тем, нами обнаруживаются данные о разломных дислокациях как на территории облака, так и на сопредельных площадях. 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, 2007а]. Звенья вышеназванных структур заключены в глыбе земной коры, ограниченной 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 зона. К впадине приурочена северная площадь территории облака Хаилинского землетрясения, а её выклинивание происходит в направлении к зонам поперечных межглыбовых разломов (рис. 6, в; 7).

История геологического развития территории Олюторского землетрясения

Согласно ряду признаков (см. [Карта..., 1999; Геологическая..., 1972; 1975]) 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 позднемезозойского 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-Тылговаямском 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. Согласно проведенному ранее районированию [Яроцкий, 2007б] 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

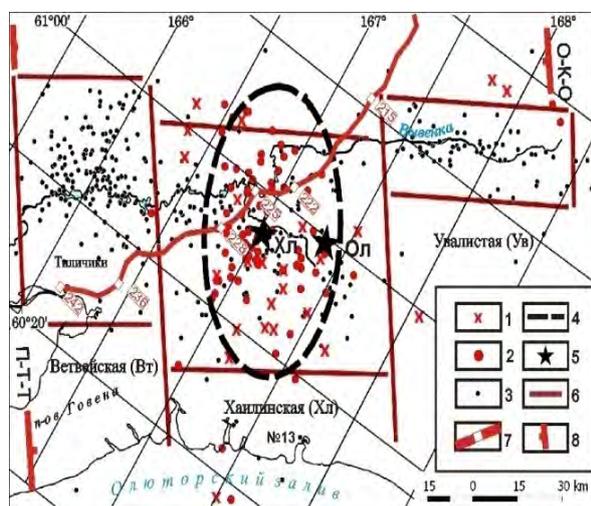


Рис. 2. Районирование территории облака афтершоков Олюторского землетрясения 2006г. с выделением площади облака Хаилинского землетрясения 1991 г.

Афтершоки землетрясений: 1 – Хаилинское ($M_w = 6,5$) – за период 1991-1999 гг. (Каталог Камчатского филиала Геофизической службы РАН); 2 – Хаилинское – за период 1991-1999 гг (Каталог USGS NEIC); 3 – Олюторское ($M_w = 7,1$) – за период 2006 г. – 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]

разломом, который в свою очередь совпадает с трогом (78 км) в подошве рельефа литосферы – за его 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. 7).

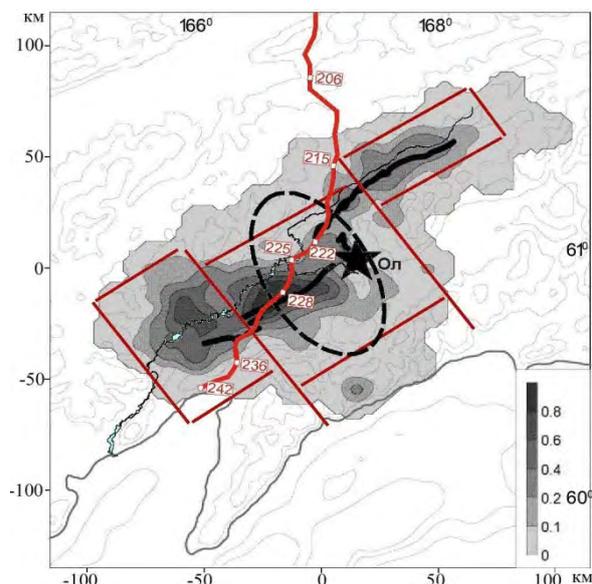


Рис. 3. Карта сглаженной плотности распределения афтершоков Олюторского землетрясения [Ландер и др., 2007] и профиль МТЗ-МОВЗ [Белявский и др., 2007], с дополнениями

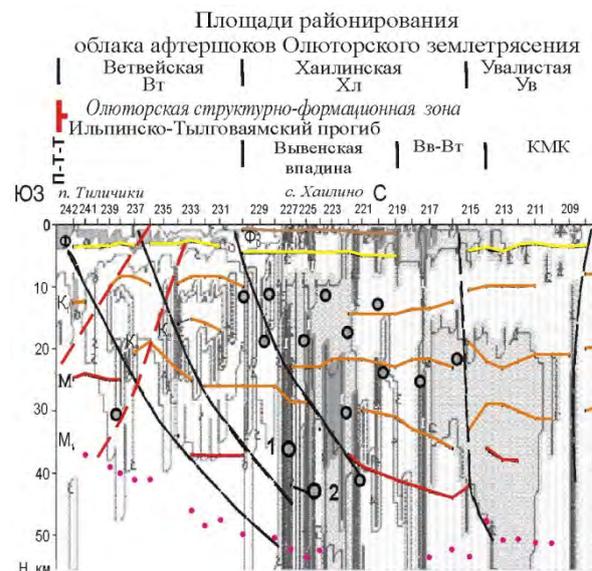


Рис. 4. Геоэлектрический разрез МТЗ с результатами глубинных построений по МОВЗ [Белявский и др., 2007], с дополнениями

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

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, и кристаллического (глубины 3 и 10 км) фундаментов. Восточная граница следующей Увалистой площади образована Омолон-Каменско-Олюторским поперечным межглыбовым разломом, узлом слияния рек Вывенки, Вахавнитваям, Вывыякаул (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.

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 отражение в геологических поверхностях, геоморфологии, геофизических полях (рис. 6).

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

Согласно поведению границ в коре (К₁-К₂-К₃), её подошве (М) и подошве литосферы (М₁) блоки являются разнопогруженными. Наиболее погружён Хаилинский блок. Ветвейский блок относительно наиболее поднят, судя по горизонтам К₂-М-М₁, и несколько отстаёт от него приподнятый Увалистый блок.

Подобное чередование блоков вдоль звеньев клавиш установлено и на Ветроваямском 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 Чемурунаут (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, Малетоямский 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, подобно показанной на рис. 2 опущенной глыбе Кроноцкого залива и др.

Приведенная структура вулканогенно-осадочного яруса, кристаллического фундамента и ниже лежащих блоков даёт первое объяснение локализации площадей облака Хаилинского землетрясения как блоков. Вторым результатом исследований по районированию облака Олюторского землетрясения является констатация прогиба горизонтов (слоёв) коры, её подошвы и подошвы литосферы для 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-К₁-К₂ – он в интервале пикетов 219-226, а по горизонтам К₃-М-М₁ 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. Все горные хребты простираются на СВ, и зачастую делятся на отдельные части-звенья поперечными долинами (рис. 5).

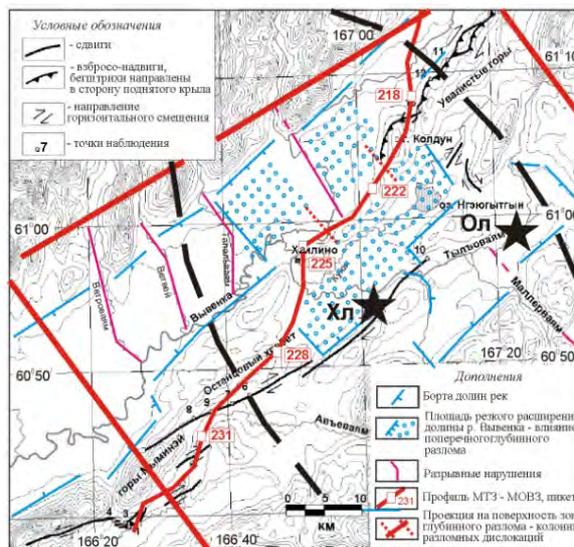


Рис. 5. Геоморфологический отклик ([Рогожин и др., 2007] с дополнениями) на глубинный поперечный разлом (колонну разломных дислокаций) в зоне очагов Хаилинского и Олюторского землетрясений (см. рис. 10)

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 Ува-

листые 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 и Хаилинского землетрясений

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 исследуемой 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 морфологии рельефа 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 8). Разломные глубинные дислокации вдоль оси Хаилинского блока имеют принципиальное значение для решения проблемы сейсмичности и тектоники территории очага 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-Тиличикского 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 (1:10000000) масштаба карты, тем не менее, обратив на него внимание, можно получить дополнительный мотив для раздумий. Уместно ещё сказать, что облака обоих землетрясений приурочены к зоне высокоградиентной линии глубин

подошвы коры 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.

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 восточной и западной частям русла, которое является прямолинейным в обе стороны от смещения на протяжении по 75-80 км. В 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, а);

– 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, отделяя 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;

– на трансляции интервала к ЮВ расположено блоковое ядро Говенско-Пылгинского антиклинория (палеоцен, ивтыгинская свита), палеоцен-олигоцена (ильинская серия) и верхний мел-палеогена (инетываямская свита). Ядро лежит в пределах границ Хаилинского блока и насыщено в интервале пикетов малыми интрузиями ультраосновных

пород олигоцена – единственным местом их концентрации на юге глыбы Олюторского залива;

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

Всего в этом направлении (330⁰) 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 имеются локальные аномалии СЗ простирания, поперечные простиранию максимума (рис. 6, б);

- в гравитационном поле к данному району приурочен пережим на востоке локального минимума (рис. 6, в);

- в геоэлектрическом поле к данной территории приурочено замыкание изолиний Вывенской впадины в кровле мезозойского и кристаллического фундаментов, а на продолжении интервала к югу в кровле последнего (рис. 7) выделено локальное поднятие (2–3 км);

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

- в районе установлен разрыв наибольшей сейсмодислокации 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 сквозькоровых дислокаций (рис. 8);

- на проекции пикетов к ЮВ расположено землетрясение № 13 (рис. 6, в).

Приведенный перечень признаков 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 геологических и геоморфологических признаков.

Согласно рис. 4 максимальный прогиб геоэлектрических горизонтов по профилю приурочен к интервалу.pk. 225-237 (рис. 4, 8). 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 воздыматься 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.

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 сквозькоровых разломов Парень-Таловско-Тиличического (на ЮЗ) и Омолон-Каменско-Олюторского (на СВ). При этом горизонты образуют своеобразную синклиналию, 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 К₁-К₂-К₃-М₁ с глубиной. Прогиб разбит серией разломов, ограничен и продольными разломами, т.е. является грабен-синклиналию.

Разрез земной коры территории облака афтершоков представляется в виде прогиба в коре, её подошве и подошве литосферы длиной около 175 км между.pk. 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 К₂-М-М₁ выделяется в интервале.pk. 222-225 [Федотов и др., 2011] глубинная граница – шов между Олюторским и Говенским террейнами (рис. 8). Нами она трактуется (рис. 9) как своеобразная дизъюнктивная колонна. Симптоматична приуроченность к этому интервалу главных толчков Хаилинского и Олюторского землетрясений (их расхождение в плане находится в пределах инструментальной ошибки привязки).

Если рассматривать глубинный разрез как упорядоченное напластование изотропных осадков, отражающее Ильпинско-Тылговаямскую впадину, то в максимальном их прогибе (в замке) концентрируется тектонические сжимающие (?) напряжения. Они приводят к миграции вверх пор, пустот, вакансий, образующих колонну разлома. Внизу колонны (Н=35 км) в 1991 г. произошло Хаилинское землетрясение, а в 2006 г. в её приповерхностной части произошёл главный толчок Олюторского землетрясения (Н=0,6 км). Разгрузки напряжений привели к разрыву на поверхности, т.е. к формированию видимой сейсмодислокации.

Предложенная концепция сеймотектонической дислокации СЗ ориентировки как очага Хаилинского землетрясения проливает свет на тектоническую локализацию облака Олюторского землетрясения. Если принять точку зрения [Федотов и др., 2011] о колонне разломных дислокаций как границе контакта Олюторского и Говенского террейнов, то следует полагать её северо-восточное простирание. И эта структура стала зоной релаксации возникших в колонне напряжений во время Олюторского землетрясения.

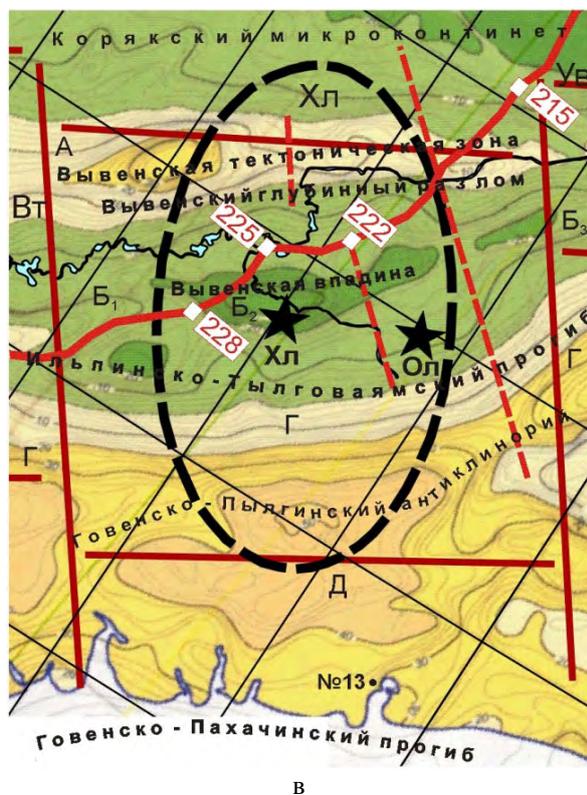
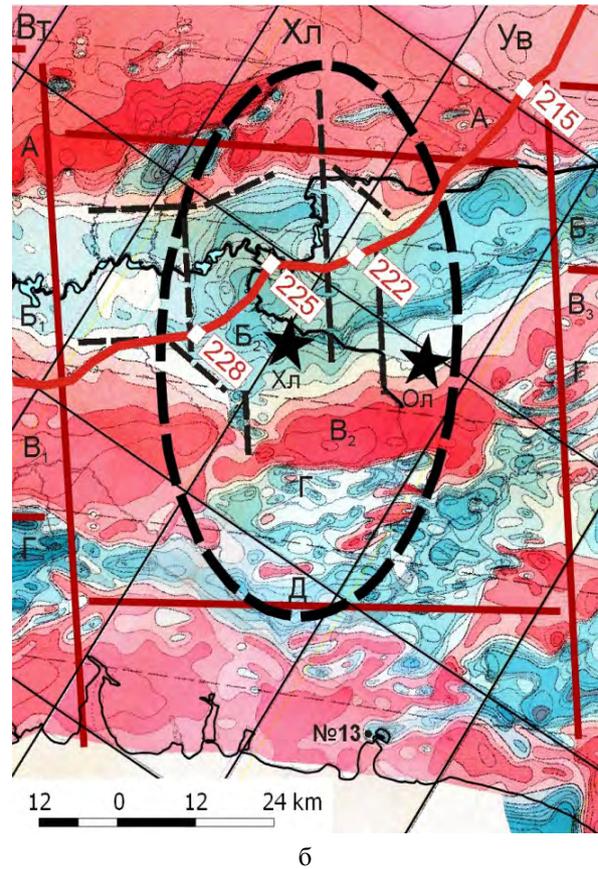
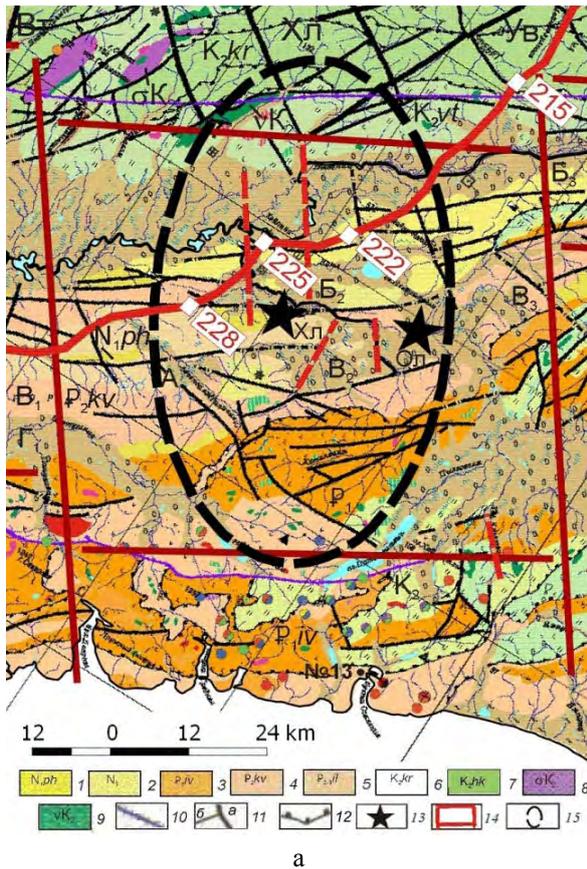


Рис. 6, а (1 – неоген, миоцен. Пахачинская свита; 2 – миоценовый вулканический комплекс; 3 – палеоген, палеоцен. Ивтыгинская свита; 4 – палеоген, эоцен. Ковачинская свита; 5 – палеоген, эоцен-олигоцен. Ильинская серия; 6 – верхний мезозой, кампан. Ватынская свита и корякская серия; 7 – маастрихт. Хакинская свита; интрузивный ультраосновной комплекс: 8 – перидотиты, серпентиниты, 9 – габбро; тектонические границы: 10 – структурно-формационных зон; 11 – крутопадающие разломы: 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 зоны Хаилинского землетрясения. Площади районирования: Вт – Ветвейская, Хл – Хаилинская, Ув – Увалистая. (Приведён южный отрезок профиля “Корф – Верхнее Пенжино” и его пикеты (215, 222, 225, 228)).
Рис. 6, б (синим цветом обозначены положительные значения поля, красным – отрицательные, красными штрихами – нарушения интерпретационные. Рис. 6, в (жёлтым и коричневым цветом обозначено положительное поле, зелёным – отрицательное, красным – нарушения интерпретационные

Рис. 6. Карты зоны очагов Хаилинского и Олюторского землетрясений: а – геология и разломные нарушения (установленные ([Карта., 1999] с дополнениями) и интерпретационные); б – аномальное магнитное поле ([Корнилов, 1971], с дополнениями); в – гравитационное поле ([Белюсов и др., 2005], с дополнениями)

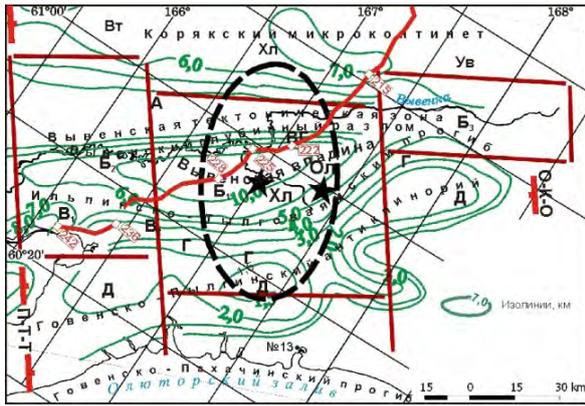


Рис. 7. Изолинии поверхности кровли кристаллического фундамента территории облака афтершоков Олюторского землетрясения 2006 г. с выделением площади облака Хаилинского землетрясения 1991 г. ([Мороз, 1991], с дополнением, условные обозначения см. рис. 1, 2)

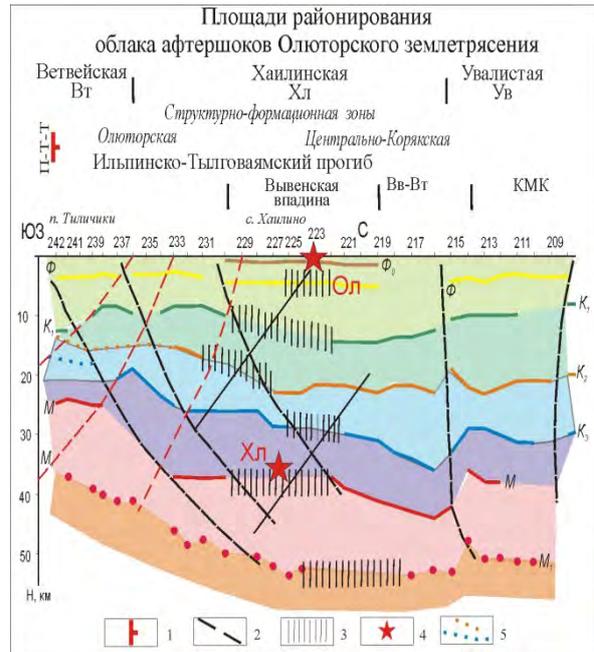


Рис. 9. Модель поперечной разломной дислокации (сейсмогенной тектонической структуры Хаилинского землетрясения) в клавише опущенной глыбы Олюторского залива

Разломные дислокации: 1 – поперечные межглыбовые сквозькоровые 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. 9 приняты данные совмещенного сейсмического и геоэлектрического разрезов. Структуры [Апрелков и др., 1997]: Вв-Вт – Вывенско-Ватынская зона выходов пород меланократового фундамента; КМК – Корякский микроконтинент.

Убедительный довод в пользу такой точки зрения дает совмещение профиля МТЗ-МОВЗ (в редакции С.А. Федотова с соавторами, 2011) с положением сейсмодислокации Олюторского землетрясения [Ландер и др., 2007; Рогожин и др., 2007]. Она разорвана и смещена своими отрезками по СЗ линиям именно в интервале пикетов 222-225!

Предложенная структура рассматривается как вероятная сейсмогенерирующая тектоническая. Её конструкция косвенно аргументирована Ильпыр-

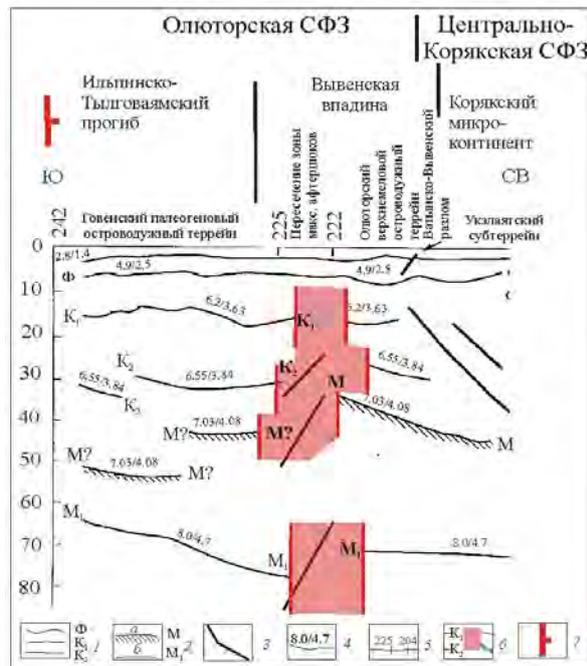


Рис. 8. Глубинное строение Центральной и Южной Корякии по сейсмическому профилю МОВЗ (фрагмент) Таловка – Корф ([Федотов и др., 2011], с дополнениями)

1 – прослеженные границы в земной коре, 2 – прослеженные мантийные границы: а – Мохо, б – внутримантийный горизонт; 3 – разломы, 4 – значения пластовых скоростей: продольных/поперечных волн над границами (км/с), 5 – номера пикетов. *Дополнения:* 6 – коро-мантийно – приповерхностная колонна дислокаций – продольная осевая зона облака афтершоков Хаилинского землетрясения (1991 г.), транслируемая как трог (до глубины 81 км) в рельефе подошвы литосферы [Яроцкий, 2010]; 7 – П-Т-Т – Парень-Таловско-Тиличикский поперечный межглыбовый разлом

ским землетрясением (13.03.2013 г., $N=23,7$ км, $M=6.2$). Его афтершоки простираются от главного толчка на суше на 150 км на ЮЗ в акваторию Карагинского залива и на северную оконечность о. Карагинского. Афтершоки расположены примерно на оси опущенной глыбы Кичигинского залива и почти без исключения расположены на одной линии по простиранию (330^0-150^0). Здесь также предполагается разломная дислокация в центре (замке) прогнутого участка земной коры. Дислокация подтверждается долиной р. Валоваям в её низовьях и рядом СЗ разломов (длиной 6-14 км).

Другим примером приуроченности к опускающейся глыбе является землетрясение 18 мая 2013 г. в глыбе Авачинского залива (Камчатка). Его первые афтершоки (18-19.05.13 г.) в акватории залива также расположены вдоль СЗ линии ($310-330^0$), проходящей через осевую часть прогнутого геологического разреза опущенной глыбы земной коры Авачинского залива. Дальнейшие землетрясения несколько заглушают 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. Поэтому планируется совместный анализ облаков других землетрясений прошлых лет и соответствующих геолого-геофизических данных с целью выявления закономерных связей тектоники и релаксации сейсмогенных напряжений.

Заключение

В результате представленного в данной работе комплексного анализа нами сделан вывод о том, что 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 залива на высокоградиентной границе с перепадом глубин от 64 до 81 км. По границе в верхней мантии. На глубине 35 км в этой структуре произошла релаксация напряжений – возник главный толчок Хаилинского (1991 г.) землетрясения, подготовившего ее к последующему Олюторскому (2005 г.) землетрясению, а возможно и к землетрясению № 13.

Из изложенного можно заключить, что исследование сейсмичности на активных окраинах континентов в пределах Тихоокеанского подвижного пояса продуктивно в рамках концепции глыбово-клавишной и блоково-клавишной структуры земной коры.

Литература

- 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. Серия Корякская. Лист Р-59-XXVIII. Объяснительная записка. Косыко М.К., Радченко Н.С., Савельев Н.А. / Редактор Анисеева 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 минералогия 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. – Карг. фабрика ВСЕГЕИ. СПб. – 1999. – 19 л.
- Корнилов Б.А. Карта аномального магнитного поля СССР. Лист Р-58, 59. – М.: Центр геологии. 1971.
- Ландер А.В., Левина В.И., Иванова Е.И. Олюторское землетрясение 20(21) апреля 2006 г. с $M_w=7,6$: 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 минералогия 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.-мин. 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. – 164 с.
- 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”. – Ленинград. – 1973. – С. 93–95.
- Тектоническая карта Охотоморского региона масштаба 1:2500000. (ред. Н.А. Богданов и В.Е. Хайн). – 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. – 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. – Иркутск. – 2007. – Том 2. – 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 г. – М.: ИФЗ РАН. – 2008. – 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 г. – М.: ГС РАН. – 2008. – 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. – 2010. – № 1(9). – С. 28–36

**ТЕКТОНІЧНИЙ ФЕНОМЕН ХАІЛІНСЬКОГО ЗЕМЛЕТРУСУ 8 БЕРЕЗНЯ 1991 р.
НА ПІВДЕННОМУ ЗАХОДІ КОРЯКСЬКОГО НАГІР'Я**

Г.П. Яроцький

Хаїлінський землетрус 1991 р. та наступний Олюторський землетрус 2006 р. пов'язані з глибово-клавішною структурою земної кори Корякського нагір'я – ділянки Камчатсько-Чукотського сегмента активних мезо-кайнозойських континентальних окраїн Тихоокеанського мобільного поясу. Їх вогнища приурочені до замка максимального прогинання шарів і фундаменту кори, який утворюється в тектонічно опущеній глибі-клавіші ділянок – ланок регіональних поздовжніх структур. Замок фіксує розломну сейсмогенну дислокацію в мезозойському та кристалічному фундаменті западини, яка простягається вхрест структур на північний захід.

Ключові слова: Корякське нагір'я; Хаїлінський землетрус; сейсмогенні розломні дислокації; активні країни континентів; глиби-клавіші земної кори.

**HAILINSKIY EARTHQUAKE (8 MARCH 1991) TECTONIC PHENOMENON
OF SOUTH-WESTERN PART OF KORYAK HIGHLANDS**

G.P. Yarotskiy

Hailinsky earthquake (1991) and succeeding Olutorsky earthquake (2006) are associated with the tab-blocky structure of the Earth's crust of Koryak Highlands – part of Kamchatka-Chukotka segment of active Meso-Cenozoic continental margins of the Pacific mobile belt. Earthquake sources related to the lock of synclinal fold of the crust basement which is forming in tectonically lowered lump-key segments – units of regional lengthwise structures. Lock of synclinal fold determines the seismogenic fractured dislocation in mesozoic and crystalline basement of depression. This dislocation extends transversely to the structures in the north-west.

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

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

Поступила 4.05.2013