

УДК 597.552.11+57.046 (571.66)

## **ХАИЛИНСКИЙ ВЫСОКОМАГНИТУДНЫЙ ЦЕНТР – ОЦЕНКА ПРИЗНАКОВ АКТИВИЗАЦИИ (?) В ПЕРИОД 2006 - 2018 гг. (КОРЯКСКИЙ СЕЙСМИЧЕСКИЙ ПОЯС)**

*Яроцкий Г.П.*

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, ecology@kscnet.ru*

### **Введение**

Предлагаемое исследование является обобщением интерпретаций многочисленных фактических данных и получения геолого-геофизической модели системы «тектоника-сейсмичность». Модель получена как результат установления элементов системы и их структурных взаимосвязей. Так системным анализом получается представление об объекте исследования в целом. Таким образом, работа с фактами при определённом подходе к их группировке даёт возможность получить некоторые общие закономерности и заключения. Геологические элементы как фактические данные часто не имеют полной доказательной базы ввиду их зависимости от детальности аргументации их определения. Поэтому процесс доказательной аргументации может быть длительным по мере накопления новых фактических данных о сейсмичности. Этот аспект системы исследования является одним из последовательных результатов познания объекта системы «тектоника-сейсмичность» и их изложения.

### **Сейсмичность и вулканизм южного обрамления Корякии и Чукотки**

Хаилинский высокомагнитудный центр юго-запада Корякского сейсмического пояса [6] возник неизбежно в условиях развития активных окраин позднемезозойской Центрально-Корякской и палеогеновой Олюторской тектонических зон. Обе зоны простираются от Камчатского перешейка на северо-восток Азии вдоль северного побережья Берингова моря – по мыс Дежнёва на протяжении около 1400 км при ширине 40 - 100 км. Территория сейсмичности Корякского пояса проявлена фоновыми значениями магнитуд (до 4.0) с сильными землетрясениями ( $M = 6.6 - 7.6$ ) и их афтершоками с  $M = 3.5 - 5.0$ . Сейсмичность территории сопряжена с позднекайнозойским окраинным вулканизмом (миоцен-квартер). Геотектонической примечательностью обоих поясов является их гнездовая структура на поверхности, обусловленная глыбово-клавишной структурой литосферы на активной мел-кайнозойской окраине континента СВ Азии.

Для северо-запада Тихоокеанского подвижного пояса территорий Дальнего Востока, Японии, Сахалина, Курил, Камчатки, Корякии и Чукотки глубинное строение литосферы характерно высокоэнергетичным процессом перестройки литосферы [8]. Эта перестройка отражена в рельефе подошвы литосферы в виде высокоградиентных линий рельефа – глубинных трогах и гребнях с аномальным перепадом глубин до 40 км! Эти высокоградиентные линии протяжённостью до сотен км закономерно ориентированы на северо-запад и северо-восток, образуя решётчатую структуру. На всей территории России такая структура установлена только для Байкальского высокосейсмического региона. И если сейсмичность и вулканизм ограничены по длине и ширине территории, то пространство высокоэнергетической перестройки литосферы отражается в её подошве, занимает весь Северо-Восток Азии к востоку от Якутии. Особо это характерно для Морской транзитали Северо-Востока. Далее аспекты геодинамики территории Хаилинского высокомагнитудного центра будут показаны более подробно.

Как сказано, сейсмичность и вулканизм поясов Корякского сейсмического, Чукотско-Корякского вулканического миоценового при линейном простирании структурно локализируются на отдельных площадях. В сейсмичности эта локализация выражена в концентрации проявлений землетрясений с высоким значением магнитуд, как главных толчков, так и сильных их афтершоков (относительно сейсмичности следует учитывать неравномерную плотность инструментальной сети наблюдений). На фоне региональной сейсмичности установлен ряд последовательных событий с сильными магнитудами в направлении от северо-востока на юго-запад: Анадырское (1986,  $M = 5.4$ ), Корякское (1988,  $M = 5.9$ ), Хаилинское (1991,  $M = 6.6$ ), Олюторское (2006,  $M = 7.6$ ), Ильпырское (2013,  $M = 5.4$ ). И хотя временной закономерности в этом ряду не видно, тенденция нарастания сейсмичности все же есть. Вулканизм территории сейсмичности отмечен распространением миоценовых орогенных вулканических комплексов отдельных их частей пояса вулканогенов. Их положение ещё примечательно связью с поднятиями геосинклинального верхний мел-палеогенового

основания пояса. Сочетание сейсмичности и вулканизма двух региональных поясов дало основание рассматривать их территории как северного обрамления малой литосферной плиты Берингия. Она образована сейсмичностью Алеутской островной дуги, п-ова Озёрного на Камчатке, а на востоке – Аляски. Плита движется на запад, имея центр вращения вокруг точки на Чукотке [6].

Среди центров относительно высокой сейсмичности пояса выделяется Хаилинский высокомагнитудный с Хаилинским и Олюторским землетрясениями. С последним связан ряд сильных афтершоков с  $M = 5.0 - 5.6$  второго дня после землетрясения, а также 2018.06.04 (Левтыринваямский,  $M = 5.0$ ). Для сейсмичности центра принято определение «высокомагнитудный» по аналогии с подобными событиями, происходящими друг за другом в той же точке в течении 15 лет. По геолого-геофизическим данным построена модель элементов системы сейсмичности центра, которая пополнялась наблюдениями с мая 2006.04.20 по май 2019 г. [5].

### **Глыбово-клавишная структура литосферы окраины континента**

Авторские исследования в методологии и методике основаны на Концепции глыбово-клавишной структуры литосферы активных окраин континента [8]. Тектоника этих геоструктур лежит в Тихоокеанском подвижном поясе. Главным элементом конструкции тектоники окраин является планетарная регматическая сеть разломов. Эта сеть выражена в наиболее признанной концепции диагональных и ортогональных направлений планетарных и региональных разломов литосферы. Разломы и линеаменты ортогональной сети включают меридиональные и широтные дислокации, диагональные – северо-восточные и северо-западные. Автор знаком с разными проявлениями этих направлений и пришёл к выводу их планетарного значения в развитии всех тихоокеанских поясов, в т.ч. подвижного вулканического и сейсмического. Особый аспект вызывают продольные и поперечные разломы диагональной сети планетарной трещиноватости. Они видны в геологии окраин Южной Америки, Новой Зеландии, Индонезии, Японии, Сахалина, Курильской гряды, Камчатки, Северо-Востока Азии. В конфигурации восточных побережий этих регионов отчетливо закономерное чередование полуостровов и заливов. Этот аспект геоморфологии побережий, в частности, Японии-Сахалина-Курил-Камчатки-Северо-Востока Азии не нашёл должного объяснения в трудах исследователей.

Нами при изучении региональных признаков магнитного и гравитационного полей тектонической системы Корякии – Камчатки установлен удивительный факт. Все продольные региональные геоструктуры региона имеют отчётливую продольную зональность отличительных признаков геофизических полей, геологических комплексов, полезных ископаемых и таких явлений как региональная трещиноватость. Этот последний аспект, обусловивший речную сеть суши, был получен в картировании распространения тектонических нарушений по составляющим направлениям диагональной сети трещиноватости [3]. При этом выяснилось, что наибольшие площади северо-западной трещиноватости трассируются на восточные полуострова Камчатки, будучи локализованы в коридоре между некими северо-западными линиями. Этот коридор заключал отдельные части вулканических поясов, Центрально-Камчатской депрессии и Западно-Камчатской низменности, Срединного и Ганальского массивов. Эти коридоры заключили геоструктуры Восточной и Западной Камчатки, и, как выяснилось впоследствии и в коре Охотского моря. По совокупности фактических данных магнитных и гравитационных карт, геологических съёмки м-бов 1:200 000 коридоры являются отражением системы северо-западных разломов литосферного заложения. Адекватная тектоническая карта «трещиноватости» проявлена и в материалах по Корякской части региона.

В конечном счёте, изучение тектоники, геофизики и металлогении Сахалина, Японии, Новой Зеландии, Южной Америки и др. территорий суши обрамления континентов Тихого океана привело к определению северо-западных разломов как ограничений глыб литосферы, поперечных продольным региональным геоструктурам прироста континента. Разломы заключают последовательный ряд частей звеньев разновозрастных геоструктур окраины континента от молодых на побережье океана до древних в глубине континента. Так образуется глыба литосферы включающая последовательный ряд «разноцветных» разновозрастных частей-звеньев геоструктур прироста окраин континента в разное время его истории. Эта конструкция литосферы осложнялась вертикальными движениями приморских окончаний глыб. В своей истории эти окончания могли быть поднятыми – полуострова, либо опусканиями заливов.

Это очевидно ярко и в современном закономерном чередовании полуостровов и заливов побережий. Клавишное чередование определило глыбово-клавишную структуру литосферы с рядом элементов, образующих структурные связи в целом объектов. Этими элементами являются поперечные межглыбовые литосферные северо-западные разломы, воздымающиеся и

погружающиеся геоструктуры глыб, прогнутые и выгнутые горизонты литосферы глыб, замки и кили горизонтов; наклон межглыбовых поперечных разломов, определяющих направление вертикальных движений частей глыб – поднятий и погружений; продольно-осевые внутриглыбовые разломы через замки и кили горизонтов глыб.

Глыбово-клавишная структура глыб литосферы является методологической основой тектоники активных современных окраин континентов. Она в основе системы «тектоника-металлогения». В этой системе находит объяснение формирование изолированных террейнов суши с их металлогеническими таксонами металлогенических провинций и зон, рудных районов и узлов. В глыбово-клавишной структуре лежит объяснение закономерному проявлению кислого и основного вулканизма, вулканических краевых и окраинных орогенных поясов и возникновению в них рудоносных коровых и литосферных столбов, др. Особой сферой эффективности применения в качестве методологической основы глыбово-клавишной структуры литосферы является исследование системы «тектоника-сейсмичность» [7].

### **Геодинамическое состояние литосферы на СВ Азии**

Геодинамическое напряжённое [2] состояние рельефа и подошвы литосферы отражено в решётчатой системе положения глубинных трогов и гребней территории Морской транзитали Окраинноморского блока литосферы на СВ Азии. Особенностью решётки высокогорных линий рельефа подошвы литосферы суши северного побережья Берингова моря является уникальное положение в ней Олюторского залива. Залив лежит к югу от региональной высокоградиентной линии Камчатского перешейка – г. Анадырь. Линия делит литосферу в целом на южную поднятую часть и северную – погружённую в целом. Южная часть безаномальна с глубинами 52-68 км. Северная часть отражена короткими аномалиями рельефа подошвы литосферы глубиной трогов до 78 - 83 км. На региональной линии лежит территория Хаилинского высокомагнитудного центра с глубиной подошвы около 68 км. Эта территория лежит на торцовом сочлинении с трансрегиональным трогом северо-западного простирания Янский залив моря Лаптевых – п. Корф [2]. Такое сочлинение очевидно критическое в распределении геодинамических напряжений литосферы, в частности проявленное в аналогичной ширине Олюторского залива (около 235 км) на протяжении всей Курило-Камчатской дуги. При этом Хаилинский центр приурочен к максимальной глубине окончания субрегионального трога – 81 км!

### **Афтершоковые проявления на территории центра дают возможность увидеть элементы геологической среды, образующих систему «тектоника-сейсмичность»**

Территория высокомагнитудного роя землетрясений определена сильными основными толчками, современными им афтершоками и отдельными во времени последующими афтершоками. Сейсмическая активность проявлена на территории ассиметрично отдельными площадями! Приведём геологическую позицию сейсмичности центра [1, 5, 6, 7].

Территория сейсмического центра лежит в погруженной глыбе литосферы Олюторского залива. Глыба ограничена поперечными межглыбовыми литосферными Парень-Таловско-Тиличикским (на западе) и Омолон-Каменско-Олюторским (на востоке) разломами. Она простирается от берега Олюторского залива на северо-запад через Центрально-Коряжскую тектоническую зону (СФЗ), входит в Пенжинскую СФЗ и далее прослеживается в Гижигинскую (СФЗ). Территория центра лежит на её южном окончании подавляюще в бассейне нижнего течения р. Вывенки. Эта часть глыбы – наиболее глубокая часть погружения геологического разреза. Он выполняет региональный Ильпинско-Тылговаямский прогиб геосинклинального комплекса со стержневой локальной Вывенской впадиной. Во впадине весь афтершоковый рой главного Олюторского толчка. На поверхности это Западная и Восточная площади землетрясений. Обе площади могут аппроксимироваться общим контуром эллипса северо-восточного простирания. Площади разделяет эллипс афтершоков Хаилинского землетрясения 1991 г. северо-западного простирания. Этот эллипс лежит вкрест Вывенской впадине, его афтершоки концентрируются вдоль Хаилинского продольно-осевого внутриглыбового разлома. Его примечательность – трассирование вдоль продольной оси всей глыбы от бухты Сомнения до р. Пенжины на северо-запад.

Примечательностью афтершоков Хаилинского эллипса – его тектонические (разломные) сейсмические дислокации. В её зоне близ с. Хаилино – эпицентр главного Хаилинского толчка с гипоцентром на глубине 35 км. В его зоне и эпицентр главного Олюторского толчка с гипоцентром на глубине 1 км примерно в 20 км от с. Хаилино.

Соотношение места обоих главных толчков является ещё одной примечательностью сейсмического Хаилинского центра. Оба гипоцентра лежат на вертикальной линии трещинного столба, проходящего через кили всех горизонтов геологического вулcano-осадочного разреза с выходом в верхи метаморфического (кристаллического) фундамента. Хаилинский гипоцентр лежит в слое М литосферы. При релаксации напряжений главного толчка энергия пошла главным образом вдоль Хаилинского разлома, запечатав его. С нарастанием напряжений Олюторский гипоцентр возник уже вверху колонны. Однако его энергия пошла не вдоль разлома, преимущественно запечатанного. Его релаксация пошла по свободному блоку геосинклинального разреза Вывенской впадины подавляюще на запад, вплоть до р. Ветроваям. Афтершоки в зоне лежат на глубине 0 - 10 км. К западу от разлома релаксация прошла через асейсмичный блок геосинклинального разреза в междуречье правых притоков р. Вывенки Такельваям-Ветвей. Ещё далее к западу, релаксация проявлена афтершоками в Ветвейском блоке по восточной линии через афтершоки №№ 12, 17, 5, 6, др. и массовой плотностью афтершоков в блоке. Примечательностью этой релаксации является концентрация афтершоков перед зоной поперечного межглыбового Парень-Таловско-Тиличикского разлома. Это явление продолжается и ныне – разлом является поглощением энергии. К западу нет ни одного афтершока. Часть энергии Олюторского землетрясения пошла через восток Вывенской впадины вдоль узкого ущелья её русла, зажатого Коряксим аллохтоном на севере и выступом позднемелового фундамента на юге. Перед поперечным межглыбовым Омолон-Каменско-Олюторским разломом происходит незначительная релаксация на востоке Олюторского эллипса афтершоков.

### Заключение

Наблюдение в 2006-2018 гг. за сейсмичностью центра даёт следующие геологические результаты условия релаксации его глубинных геодинамических напряжений.

- Группа афтершоков убедительно подтверждает правильность выделения зоны продольно-осевого Хаилинского сейсмогенного разлома глыбы с его Левтырынываямским землетрясением с  $M = 5.0$ . Их количество (шесть) – некоторое свидетельство нарастания напряжённости разреза.

- Напряжённое состояние и у Западного ограничения Олюторского эллипса афтершоков – оно подтверждает выделение главного тектонического элемента системы «тектоника-сейсмичность» – поперечного межглыбового Парень-Таловско-Тиличикского разлома.

В целом, афтершоки периода 2006 - 2018 гг. хотя и с сильным Левтырынываямским событием, характеризуют сейсмичность в Хаилинском высокотемпературном центре как безаномальную. По-прежнему афтершоки маркируют Хаилинский сейсмический разлом и глубинный запечатанный экран релаксации напряжений на западном крае эллипса релаксации.

Малая литосферная плита Берингия движется к западу, вращаясь и относительно точки на Чукотке [6]. При фактической неизвестности до Анадырского события сведений о сейсмичности можно считать, что движение Берингии на запад наиболее отражается на её фронте, т.е. юго-западе Корякского сейсмического пояса. Вероятно, нарастающий ряд сильных землетрясений в поясе к западу – знак!

### Список литературы

1. *Апрелков С.Е., Декина Г.И., Попруженко С.В.* Особенности геологического строения Корякского нагорья и бассейна р. Пенжины // Тихоокеанская геология. 1997. Том 16. № 2. С. 46–57.
2. Геологический атлас России масштаба 1:1000 000. Разделы 2, 3, 4, 5. Роскомнедра. М. С.-Пб. 1996.
3. *Ежов Б.В., Дмитриев В.Д., Яроцкий Г.П.* Региональная трещиноватость Корякско-Камчатского региона как результат разгрузки горизонтальных напряжений в Курило-Алеутском узле Тихоокеанского пояса // Сб. «Механика литосферы». М: Недра, 1974. С. 68–70.
4. Карта полезных ископаемых Камчатской области. Масштаб 1:500 000 / Гл. редакторы А.Ф. Литвинов, Н.Г. Патока, Б.А. Марковский. Отв. редакторы Ю.Ф. Фролов, А.А. Коляда, А.И. Поздеев, Л.Е. Павлова. ВСЕГЕИ. С.-Пб, 1999. 19 л.
5. Каталоги Камчатского филиала: Геофизической службы РАН, USGS NEIC.
6. *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.
7. *Яроцкий Г.П.* Феномен Хаилинского землетрясения 1991 г. на Юго-Западе Корякского нагорья. П.-Камчатский. ИВиС ДВО РАН, КамГУ им. Витуса Беринга. 2016. 177 с.
8. *Яроцкий Г.П.* Глыбово-клавишная структура литосферы активной окраины континента на СВ Азии. Корякско-Камчатский регион // «Геология и геофизика Юга России». 2017. № 2. С. 135–151.