

СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ХАИЛИНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 8 МАРТА 1991 Г. НА ЮГО-ЗАПАДЕ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ

Яроцкий Г.П., Василюк И.Н., Митрофанов М.О.

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

Введение

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 [1].

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.

Вопрос о тектонической сейсмогенной структуре Хаилинского землетрясения имеет ограниченную освещённость в исследованиях. Принципиально и конструктивно он поставлен в работе А.В. Ландера с соавторами [6] при обращении к тектонической истории юга Корякии. Предложена гипотеза о наличии «древнего» и современного «олюторского» структурного планов. Первый – отражает эпизод столкновения тихоокеанского террейна с континентом, второй – связан с процессом наложенного на континент рифтогенеза. 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 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) [6].

Методика исследования

Целью исследования является выявление тектонической сейсмогенной структуры Хаилинского землетрясения, на основе связи сейсмичности юго-запада Корякского нагорья с историей его геологического развития.

Выполнен геолого-геофизический анализ фактических данных, даны их интерпретации разными авторами и обобщения. Методологической основой 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 [10]. 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 землетрясений с геологическим строением, геоморфологией и аномалиями геофизических полей; расшифровка элементов глубинного строения территории; выявление особенностей геологической поверхности и их связи с глубинными структурами; построением глубинной модели территории Хаилинского землетрясения с определением сейсмогенной тектонической структуры.

Для решения задач привлечены данные: фактические – Каталоги землетрясений, карты магнитные [5], гравитационные [2], геологические [4]; интерпретационные – карты изолиний поверхности мезозойского и кристаллического фундаментов [8], разрезы глубинные геоэлектрические и сейсмические (МТЗ-МОВЗ) [3], сейсмические [9], сейсмологические [7]; обобщения – тектонические [1, 10].

Тектонические нарушения на территории облака афтершоков Хаилинского землетрясения.

Тектонические нарушения в виде дизъюнктивных дислокаций являются основным типом тектонических структур и основным признаком тектонически активных окраин. В системе планетарной диагональной сети трещиноватости на территории отчётливо проявлена её СВ составляющая. Она отражена в простирации 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 (рис. 1) выделена разломно-блоковая структура, а в её приосевой СЗ зоне разломная глубинная дислокация в интервале пк 222-225 профиля «Корф-Верхнее Пенжино» [3]. Разломные глубинные дислокации вдоль оси Хаилинского блока имеют принципиальное значение для решения проблемы сейсмичности и тектоники Хаилинского землетрясения.

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

- 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. На направлении разлома к ЮВ трассируются на СЗ истоки рек Миллерваям и Хатанваям, выклиниваются гряды горных хребтов (Горы Скалистые), на побережье развит врез фиорда (бухта Сомнения) с изолированным афтершоком №13 Олюторского землетрясения, отстоящим к ЮВ от его эпицентра на 70 км (рис. 1а);

- 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;

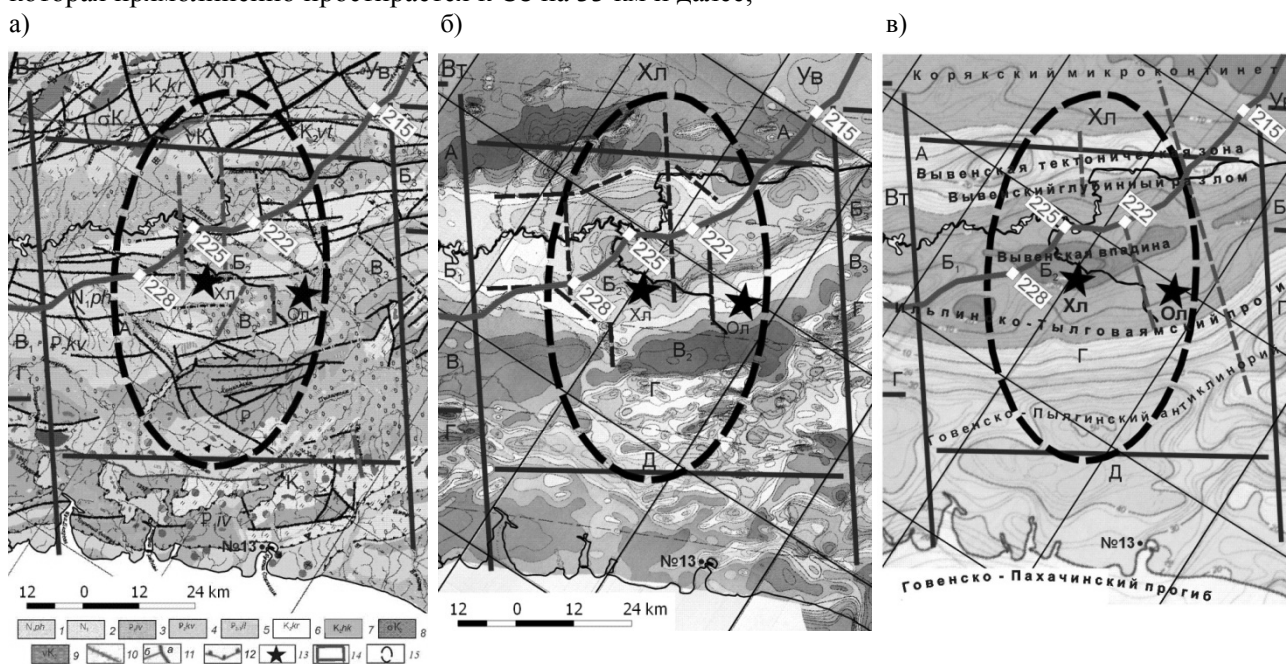


Рис. 1. Облако афтершоков Хаилинского землетрясения на: а) Карта разломных нарушений установленных [4, с дополнениями] и интерпретационных; б) Карта аномального магнитного поля [5, с дополнениями]; в) Карта гравитационного поля [2, с дополнениями].

Условные обозначения: 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 блоково-площадей афтершоков Олюторского и Хаилинского землетрясений; 15 – эллипс аппроксимации Хаилинского землетрясения.

- 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.

Всего на этом направлении (330⁰) признаки разломной дислокации в геологии прослеживаются на 300 км [4];

Геофизические признаки:

- в магнитном поле региональный максимум СВ простирания испытывает раздвиг между пикетами. В нём локализуются аномалии СЗ простирания, поперечные простиранию максимума (рис. 1б);

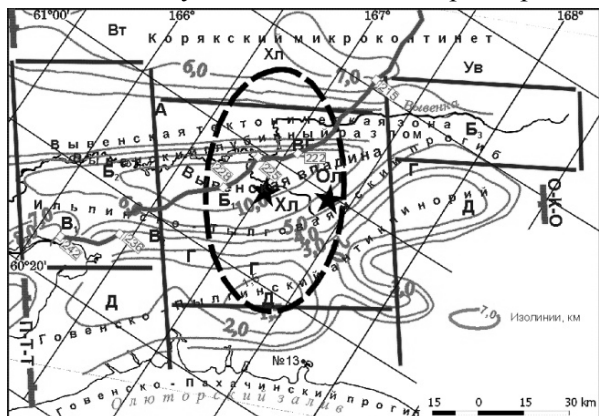


Рис. 2. Изолинии поверхности кровли кристаллического фундамента территории облака афтершоков Олюторского землетрясения 2006г. с выделением площади облака Хаилинского землетрясения 1991г. [8, с дополнением]

Приведенный перечень даёт достаточное основание для утверждения выделенной С.А. Федотовым с соавторами [9] своеобразной, по нашему мнению, колонны разломных дислокаций, прослеженной от подошвы литосферы через всю земную кору до кровли кристаллического фундамента, в качестве сейсмогенной разломной структуры 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 пк 225-237 (рис. 3,4). 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 пк 230. Другой подъём (на СВ) намечается для геоэлектрических горизонтов Ф-К₁-К₂-М-М₁ от пк 215, отмечено падением на 2-5 км. В скоростном разрезе воздымается граница Ф-К₂-М₁, остальные границы в этом направлении опускаются.

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

Исходя из концепции глыбово-клавишной структуры земной коры южный отрезок профиля МТЗ-МОВЗ в интервале пк 242-210 лежит в опущенной клавише зоны глыбы Олюторского залива. Для опущенных клавиш показан подъём к поверхности краевых частей горизонтов на СВ и СЗ, т.е. к зонам поперечных межглыбовых сквозькоровых разломов Парень-Таловско-Тиличикскому (на ЮЗ) и Омолон-Каменско-Олюторскому (на СВ). При этом горизонты образуют своеобразную синклиналь, в которой длина по линии СЗ-СВ прогиба растёт с глубиной. Это отражено в увеличении длины Вывенской впадины [8], видно в увеличении прогибов горизонтов К₁-К₂-К₃-М₁ с глубиной. Прогиб разбит серией разломов, т.е. является грабен-синклиналью, ограниченный и продольными разломами.

Разрез земной коры территории облака афтершоков представляется в виде прогиба в коре, её подошве и кровле 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 К₂-М-М₁ выделяется в интервале пк 222-225 [9] глубинная граница – шов между Олюторским и Говенским террейнами (рис.3). Нами она трактуется (рис. 4) как своеобразная дизъюнктивная колонна. Эпицентры Хаилинского и Олюторского землетрясений приурочены к этому интервалу.

- в гравитационном поле приурочен пережим на востоке локального минимума (рис. 1в);

- в распространении обменных волн выделяется зона поглощения (пк 223-226) (рис.3);

- разрыв и смещение русла р. Вывенки приурочены к пк 222-224 профиля МТЗ-МОВЗ на котором выделена глубинная колонна разломных сквозькоровых дислокаций (рис. 3);

- в геоэлектрическом поле приурочено замыкание изолиний Вывенской впадины в кровле мезозойского и кристаллического фундамента, а на продолжении интервала к югу выделено локальное поднятие (2-3 км) в кровле кристаллического фундамента (рис. 4);

- на трансляции пикетов к ЮВ расположено землетрясение № 13 (рис. 1в).

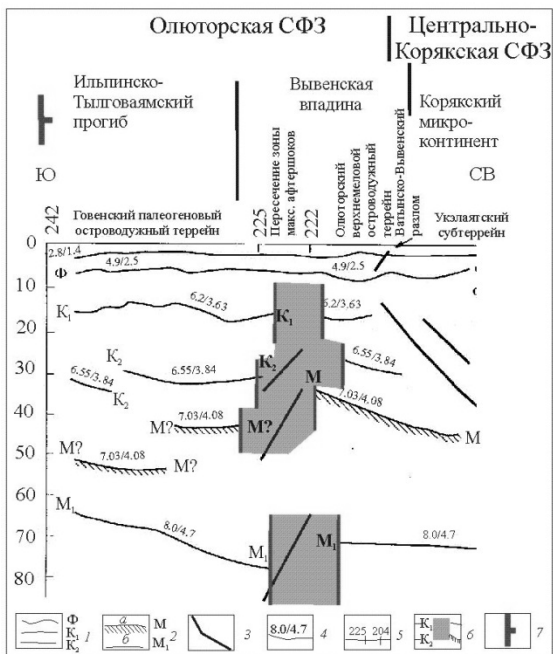


Рис. 3. Глубинное строение Центральной и Южной Камчатки согласно отрезку сейсмического профиля МОВЗ Таловка-Корф [9, с дополнениями].

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 – осевая зона облака афтершоков Хаилинского (1991г.) землетрясения, трассируемая на трог (81 км) в рельефе подошвы литосферы [10]; 7 – П-Т-Т – Парень-Таловско-Тиличический поперечный межглыбовый разлом.

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 верх пор, пустот, вакансий, образующих колонну разлома. Внизу колонны в 1991 г. возник Хаилинский афтершок (Н=35 км), 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 сейсморазлома.

Убедительный факт устанавливается в совмещении профиля МТЗ-МОВЗ [9] с положением сейсморазрывов Олюторского землетрясения [7]. Сейсморазрыв разорван и смещён своими отрезками по СЗ линиям именно в интервале пикетов 222-225.

Предложенная структура рассматривается как вероятная сейсмогенерирующая тектоническая. Её конструкция косвенно аргументирована Ильпырским землетрясением (13.03.2013г., Н=23,7 км, М = 6.2). Его афтершоки простираются от головного толчка на суше на 150 км на ЮЗ в акваторию Карагинского залива. Афтершоки расположены примерно на оси опущенной глыбы Кичигинского залива и почти без исключения расположены на линии простираения (330⁰-150⁰). 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

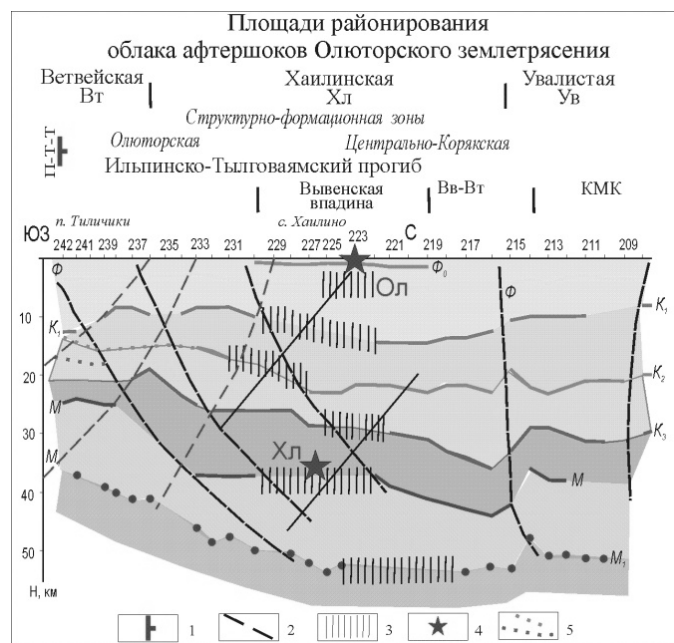


Рис.4. Модель поперечной разломной дислокации в клавише опущенной глыбы Олюторского залива. Сейсмогенная тектоническая структура Хаилинского землетрясения.

Разломные дислокации: 1 – поперечные межглыбовые сквозькоревые разломы – Парень-Таловско-Тиличический (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 [9] и зоны поглощения обменных волн [3]; 4 – эпицентры главных толчков; 5 – транслируемые границы.

Использованные материалы: 1. Геолого-геофизический разрез по профилю МТЗ-МОВЗ, «Корф-Верхнее Пенжино» [3, с дополнением]; 2. Глубинное строение [9, с дополнением].

расположены вдоль СЗ линии (310-330⁰), 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.

Возможно, 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 тектоникой дизъюнктивной колонной сквозькорового заложения, находящейся на глубинном сочленении регионального прогиба и горст-антиклинория СВ простирания. Дизъюнктивная колонна близ с. Хаилино простирается на юго-восток (150⁰) к бухте Сомнения на побережье Олюторского залива, а на северо-запад (330-150⁰) 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.

Список литературы:

1. Апрельков 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.
2. Белоусов С.П., Касьянюк Е.Е., Желтухина С.Ф. и др. Объяснительная записка к гравиметрической карте Камчатской области масштаба 1:500000.Руководство пользователя. 2001
3. 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.
4. 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. Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. СПб., 1999. 19 л.
5. Корнилов Б.А. Карта аномального магнитного поля СССР. Лист Р-58, 59. М.: Центргеология. 1971
6. Ландер А.В., Бугчин Б.Г., Дрознин Д.В., Кирюшин А.В. Тектоническая позиция и очаговые параметры Хаилинского (Корякского) землетрясения 8 марта 1991 года: Существует ли плита Берингия?// Геодинамика и прогноз землетрясений. Вычислительная сейсмология. Выпуск 26. М.: Наука. 1994. С. 103-123.
7. Ландер А.В., Левина В.И., Иванова Е.И. Олюторское землетрясение 20(21) апреля 2006г. Mw=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.
8. Мороз Ю.Ф. Строение осадочно-вулканогенного чехла Камчатки по геофизическим данным //Тихоокеанская геология. 1991. № 1. С. 59-67.
9. 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.
10. Яроцкий Г.П. Поперечные дислокации активных окраин континентов Тихоокеанского рудного пояса //П-Камчатский: Изд-во Камчат. ГУ, 2007 а. 301 с.