

УДК 551.242

НЕОГЕНОВАЯ ГЛУБИННАЯ СТРУКТУРА ЮГА КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ И СОВРЕМЕННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ РЕГИОНА

© 2011 г. Академик С. А. Федотов, В. Д. Чехович, **А. В. Егоркин**

Поступило 16.11.2010 г.

В настоящей работе постулируется геодинамика формирования Южно-Корякской окраины Берингова моря и анализируется ее глубинное строение по данным сейсмического профиля МОВЗ (метод отраженных волн землетрясений) с целью выяснения возможной приуроченности современных катастрофических землетрясений в этом регионе к определенным структурам земной коры, которые были сформированы в позднем кайнозое.

На протяжении последних 20 лет в Южной Корякии произошли два разрушительных землетрясения – Хаилинское (08.03.1991 г.; $M_w = 6.6$) и Олюторское (20.04.2006 г.; $M_w = 7.6$), эпицентры которых расположены весьма близко один от другого [1, 2] (рис. 1). Проведенный А.В. Ландером с соавторами анализ параметров Хаилинского землетрясения и сейсмической активности регионов, окружающих Берингово море, позволил выдвинуть идею о существовании современной малой литосферной плиты – Берингии, и показать, что сейсмическая активность Корякской окраины может быть связана со становлением западной границы этой плиты [1]. К аналогичному выводу позже привели исследования и ряда зарубежных коллег [3, 4]. Анализ материалов по Олюторскому землетрясению в целом также вписывается в эту модель [2]. Кроме упомянутой модели теоретически возможными являлись и иные, отмеченные в работе [1]. Обсуждение достоинств и недостатков теоретически возможных моделей не входит в задачи данного сообщения. Главным остается то, что ни одна из них не была сопоставлена с результатами исследований строения земной коры. Однако такие данные появились в 2005 г., когда Обособленным предприятием ГЕОН (Вниигеофизика) были осуществлены исследования методом отраженных волн землетрясений (МОВЗ) по про-

филю Верхнее Пенжино–Корф (рис. 2). Южная часть профиля пересекала область афтершоков упоминавшихся землетрясений. Материалы по профилю обработаны одним из авторов статьи (А.В. Егоркиным), который составил глубинный разрез земной коры по этому сейсмическому профилю. Один из его отрезков (севернее области афтершоков) уже рассматривался, и было установлено хорошее соответствие глубинной структуры земной коры крупным геотектоническим единицам, выделяемым по геологическим данным [5].

Краткая характеристика геодинамической эволюции рассматриваемого региона сводится к следующему. Область северной Камчатки и юга Корякского нагорья в позднем мелу и кайнозое рассматривается как аккреционно-коллизонная система, развитие которой определялось последовательным присоединением к краю Азиатского континента различных крупных литосферных ансамблей (террейнов) [6] (рис. 2). Север рассматриваемой области занимает Центральнo-Корякский террейн, являющийся частью Камчатско-Корякского микроконтинента [7]. В современном эрозионном срезе на юге этого террейна выходят дислоцированные верхнемеловые (сантон–маастрихт) и палеоценовые терригенные шельфовые комплексы (Учхичхильский субтеррейн), которые перекрыты аллохтонными глубоководными флишевыми комплексами кампана–палеоцена (возможно, и нижнего эоцена) Укэлаятского субтеррейна [5]. Олюторский террейн перекрывает флишевые толщи. Он сформирован протяженным (более 500 км) тектоническим покровом вулканитов позднемеловой Олюторской (Ачайваям-Валагинской) дуги, местами вмещающим чешуи верхнемеловых базальтов окраинно-морского происхождения. Интенсивная (более 2 мГл/км) гравитационная ступень сопровождает границу этого тектонического покрова, будучи смещенной к югу от нее на 10–15 км [8]. Именно эта ступень маркирует, видимо, положение глубинного шва между террейнами. Формирование тектонического покрова и глубинного шва относится к позднему палеоцену–раннему эоцену [8]. Олюторский террейн отделя-

*Институт вулканологии и сейсмологии
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук,
Петропавловск-Камчатский
Геологический институт
Российской Академии наук, Москва*

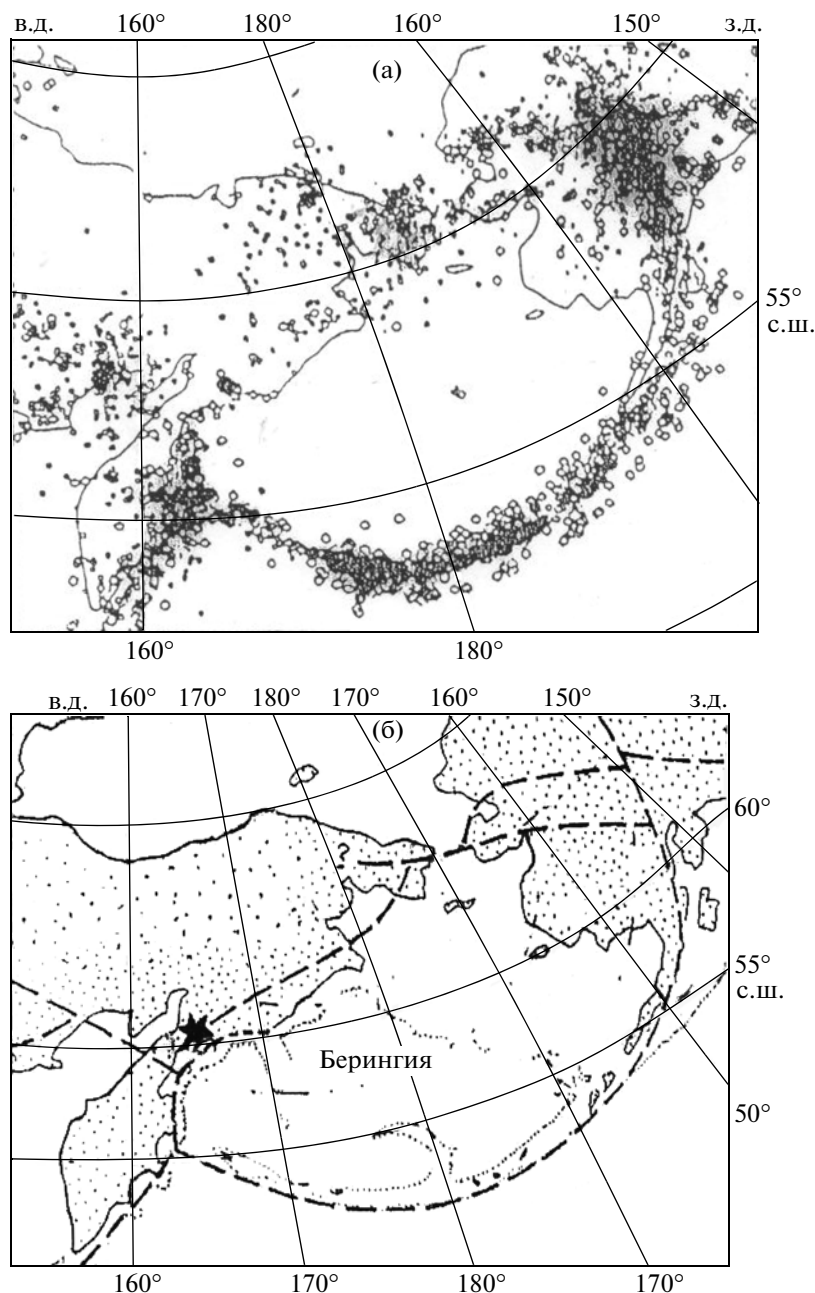


Рис. 1. Сейсмичность Берингоморского региона (а) и границы малой литосферной плиты Берингия (б), по [1] с упрощением. Звездочкой показан эпицентр Олюторского землетрясения.

ется от палеогенового Говенского террейна, занимающего побережье Олюторского залива, деформированными кайнозойскими осадочными и туфогенно-осадочными отложениями Ильпинско-Пахачинского междугового бассейна, которые скрывают границу между верхнемеловым Олюторским и палеогеновым Говенским террейнами. Последний сложен разнообразными вулканитами островодужного происхождения и туфогенно-осадочными породами эоцена и, вероятно, нижнего олигоцена.

Вытянутая в северо-восточном направлении зона афтершоков Олюторского землетрясения располагается в пределах развития кайнозойских отложений междугового бассейна и в целом совпадает с положением и направлением еще одной гравитационной ступени, которая, возможно, отмечает скрытую границу между Олюторским и Говенским террейнами. Вопрос о времени аккреции Говенского террейна не имеет прямого решения, поскольку прямых геологических свидетельств пока не обнаружено. Это вынуждает использовать

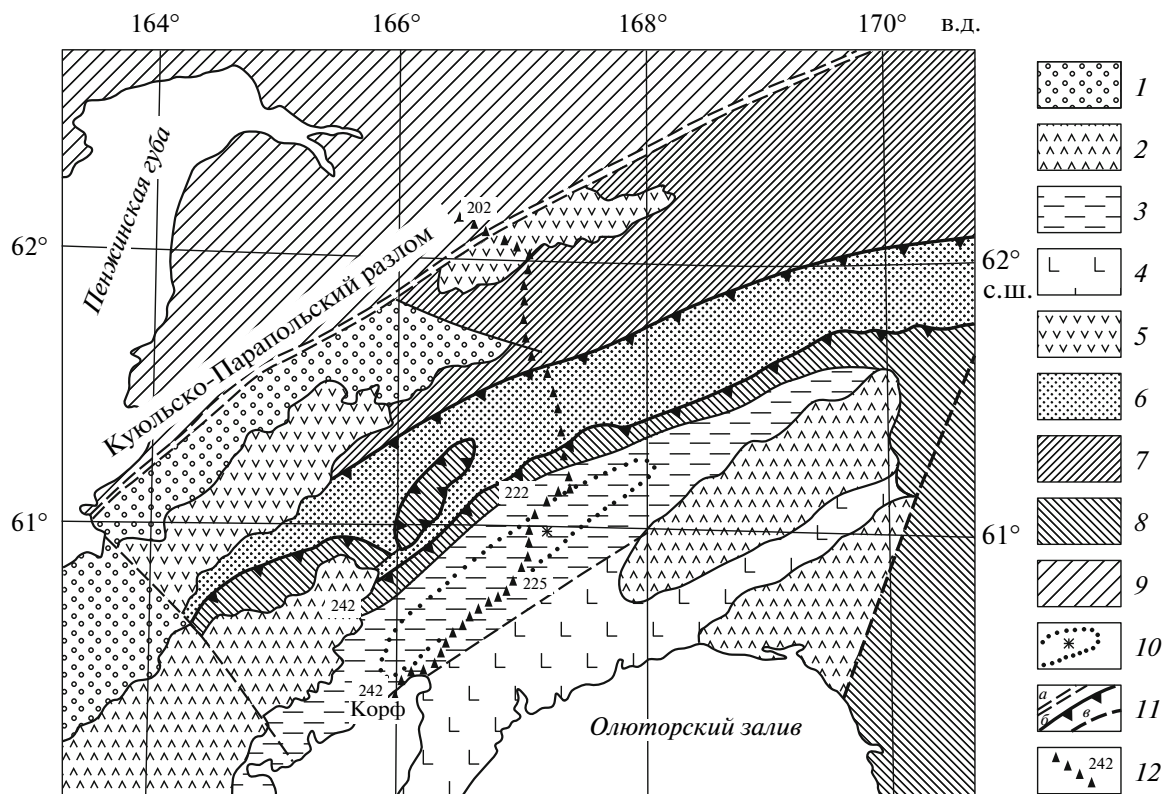


Рис. 2. Схема тектонического районирования Южной Корякии и северной Камчатки. 1 – рыхлые плиоцен-четвертичные отложения, 2 – неогеновые вулканогенные толщи, 3 – отложения Ильпинско-Пахачинского междугового бассейна (палеоген–миоцен), 4 – палеогеновые вулканогенные образования Говенского островодужного террейна, 5 – палеогеновые толщи Западно-Камчатско-Корякского вулканического пояса, 6, 7 – Центрально-Корякский террейн: 6 – верхнемеловые–нижнепалеогеновые глубоководные флишиодные отложения Укэлаятского субтеррейна, 7 – верхнемеловые–палеоценовые терригенные шельфовые отложения Учхичильского субтеррейна, 8 – верхнемеловые–датские вулканические толщи Олюторского островодужного террейна, 9 – допозднемиоценовая аккреционно-коллизонная окраина Азиатского континента, 10 – область максимальных афтершоков Олюторского землетрясения и его эпицентр (по [2]), 11 – региональные тектонические нарушения: а – разделяющие разновозрастные аккреционно-коллизонные системы, б – тектонические швы (границы) между террейнами одной системы, в – разломы внутри террейнов; 12 – станции сейсмического профиля МОВЗ и их упомянутые в тексте номера.

косвенные данные. Первое обоснование времени аккреции базировалось на отсутствии угловых несогласий в непрерывных разрезах палеогена и миоцена Ильпинско-Пахачинского междугового бассейна. Складчатые движения затронули всю осадочную колонну палеогеновых и миоценовых отложений, которые несогласно перекрываются отложениями плиоцена. Эти факты как будто позволяли судить о времени тектонических движений, связанных с аккрецией Говенского островодужного террейна. Однако сейсмические исследования шельфа показали, что осадочный чехол состоит из двух горизонтов: нижне-среднемиоценового и верхнемиоценового–плиоцен-четвертичного, разделенных поверхностью несогласия [9]. Это кажущееся несоответствие с данными, полученными на основании геологического изучения, объясняется, видимо, тем, что тангенциальные напряжения вблизи бортов осадочных бассейнов обычно более резко выражены и фик-

сируются несогласиями, тогда как в центральных прогнутых зонах эти несогласия могут не проявляться.

Начиная с конца раннего миоцена одновременно с накоплением преимущественно осадочных толщ формируются толщи неогеновой вулканической дуги, связанной с компенсацией процессов спрединга при раскрытии Командорской океанической котловины. Этот пояс надсубдукционных вулканитов протягивается вдоль всего континентального обрамления Командорской котловины, заканчиваясь в верховьях р. Ачайва-ям. Исследованиями П.К. Кебезинскаса [10] показано, что неогеновый вулканический пояс структурно подразделяется на две части – нижнюю, дислоцированную, с углами падения 20°–70°, и верхнюю, залегающую горизонтально. Наиболее ранние вулканиты нижнего комплекса датированы 18 млн лет [11], а горизонтально залегающие андезибазальты – 6.5 млн лет. Материалы

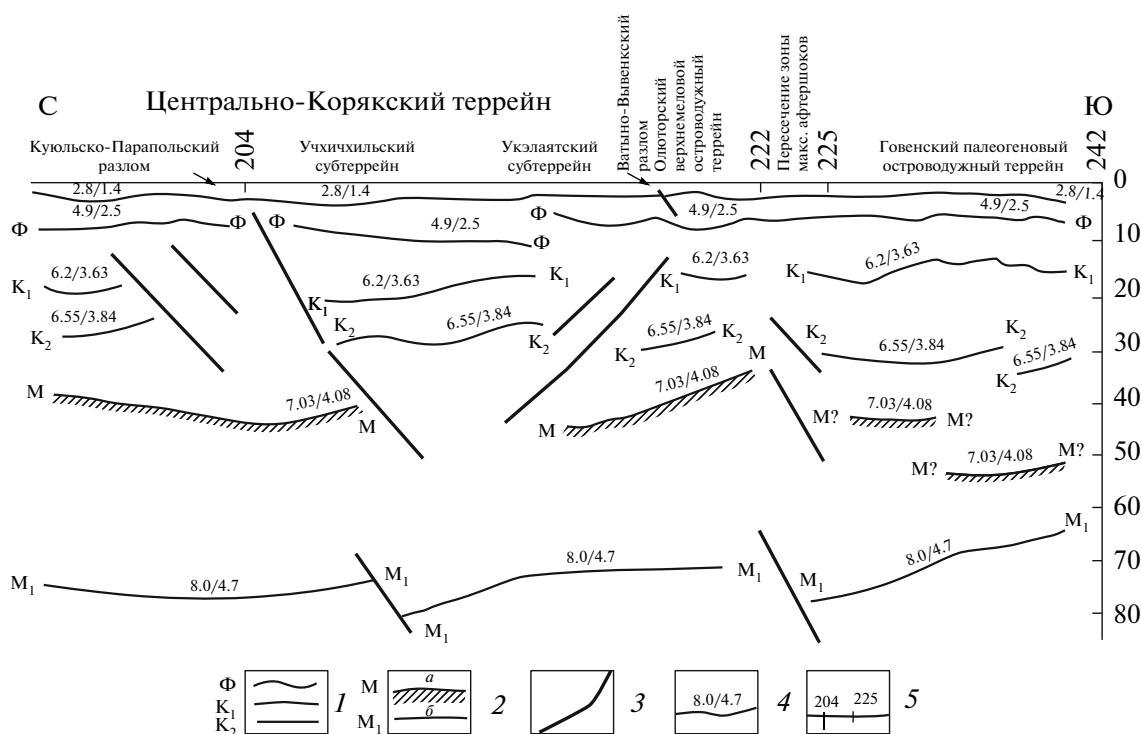


Рис. 3. Глубинное строение Центральной и Южной Камчатки согласно отрезку Таловка–Корф сейсмического профиля МОВЗ. 1 – прослеженные отражающие границы в земной коре, 2 – прослеженные мантийные границы: а – Мохо, б – внутримантийный отражающий горизонт; 3 – разломы, 4 – значения пластовых скоростей над отражающими границами: продольных волн/поперечных волн, км/с, 5 – номера станций.

по структурной неоднородности неогенового вулканического пояса позволяют считать, что дислоцированность его нижней части, так же как и осадочного выполнения Ильпинско-Пахачинского прогиба, может быть связана с окончательным становлением Говенского террейна в структуре Олюторской зоны. Таким образом, вероятнее всего, глубинная структура в зоне сочленения Олюторского и Говенского террейнов была сформирована в неогеновое время.

Переходя к характеристике глубинной структуры по профилю МОВЗ, пересекающему упомянутые геотектонические единицы юга Камчатского нагорья, следует подчеркнуть, что вопрос о времени становления сейсмоскоростных горизонтов в земной коре, сохранения формы отражающих границ, соответствия поведения этих границ той смене геотектонических объектов, которые выделяются по данным исследования поверхности, является весьма сложным и обсуждается в литературе [12]. Особенно это касается тех регионов, в которых формирование структур земной коры продолжается (как в современных островных дугах и на активных континентальных окраинах) или в основном завершилось в недавнем геологическом прошлом [13]. Рассматриваемый случай как раз относится к последнему варианту. Предваряя конкретную интерпретацию полученных данных, следует напомнить, что результаты по профилям

МОВЗ значительно достовернее устанавливают строение глубинных горизонтов по сравнению с близповерхностными. В связи с этим именно поведению глубинных границ будет уделено основное внимание при интерпретации профиля (рис. 3).

Центральная и южная части сейсмического профиля МОВЗ (Пенжина–Корф) пересекают все выделенные террейны от Центрально-Корякского на севере до Говенского на юге. Геологическим границам Центрально-Корякского террейна по разломам – на севере по Кулюльско-Парапольскому, а на юге по Ватыно-Вывенскому – на глубине отвечают четко выраженные на сейсмограммах разломы, рассекающие всю земную кору и проникающие в верхнюю мантию. Эти разломы, достигающие глубины 55 км, падают навстречу друг другу и выполаживаются с глубиной, будучи наклонены на 45° в верхних частях коры и на 30° – 35° в нижних ее частях. При этом Ватыно-Вывенский шов, фиксируемый на поверхности как достаточно пологий надвиг островодужных пород Олюторского террейна на укэляятский флиш, в глубинной структуре, напротив, отражает поддвиг коры этого террейна под Центрально-Корякский. Такое положение вполне соответствует разработанной модели коровой, а не литосферной аккреции Олюторского террейна [14]. Важным является доказательство существования

глубинной границы между Учхичхильским и Укэ-ляятским субтеррейнами, которая выражена шестикилометровым скачком положения отражающего горизонта Ф и исчезновением отражений от границ K_1 и K_2 под Укэляятским субтеррейном. Глубинные границы Олюторского террейна прослеживаются по профилю на 25 км, однако далее к югу они исчезают между станциями 222–225. Положение этих станций совпадает с пересечением зоны максимальных афтершоков Олюторского землетрясения.

На этом отрезке профиля на глубинных уровнях по сейсмограммам в зоне отсутствия отражающих границ отмечаются три разлома, падающие на юго-восток. Верхний (по глубине) разлом, расположенный в промежутке потери корреляции отражающего горизонта K_2 , имеет протяженность около 12 км и угол падения 35° . Верхняя точка появления находится на глубине 25 км, а точка затухания (нижняя) — на глубине 35 км. Средний разлом находится в зоне потери корреляции отражающего горизонта М и наклонен на юго-восток под углом 45° . Его протяженность по падению составляет около 20 км. Зафиксированная верхняя точка отмечается на глубине 37 км, а нижняя — 52 км. Нижний разлом протяженностью более 25 км находится в зоне потери корреляции отражающего горизонта M_1 и также падает на юго-восток под углом 45° . Его верхняя точка имеет глубину 70 км, а нижняя — 90 км, что определяет положение разлома в пределах верхней мантии. Представляется вероятным, что эта комбинация разломов на разных уровнях земной коры и мантии отражает существование шва между Олюторским и Говенским террейнами.

Дальнейшее направление профиля (ст. 227–242) практически совпадает с простиранием структур Говенского террейна, в связи с чем расстояние по профилю в пределах его структур превышает поперечное сечение террейна более чем в 3 раза. Естественно, что наибольший интерес представляет установленная зона потери корреляции и комбинации разломов, которая совпадает с поперечным пересечением основного облака афтершоков Олюторского землетрясения.

Результаты обработки материалов по Олюторскому землетрясению показывают, что глубина 99% афтершоков не превосходит 35 км, а по данным станций в пределах эпицентральной зоны — 20 км [2]. Однако “доверительные области глубин остальных землетрясений часто захватывают всю земную кору”. Установлено также, что осевая поверхность облака афтершоков наклонена на юго-восток [2]. Сопоставляя эти данные с конкретной структурой земной коры под зоной афтершоков, нетрудно заметить, что как их рассчитанная глубина, так и направление падения осевой поверхности облака афтершоков в целом совпадают с выявленным по данным МО-

ВЗ верхним разломом в зоне шва, разделяющего Олюторский верхнемеловой и Говенский палеогеновый террейны. Этот факт позволяет предполагать, что современные проявления сейсмичности, связываемые с формированием малой литосферной плиты Берингия, приурочены к глубинной структуре, созданной к концу миоцена при окончательном становлении Говенского террейна в структуре Южной Корякии и северной Камчатки.

Результаты анализа сейсмичности очага Олюторского землетрясения показали, что оно является коровым, поскольку более глубокие решения отсутствуют [2]. Однако по сейсмограммам МОВЗ в этой же зоне ниже верхнего разлома один под другим располагаются еще два аналогичных разлома, которые проникают на мантийные глубины. Существование этих нарушений, затрагивающих мантию, отражает литосферный характер сформированной в неогене шовной зоны между верхнемеловым Олюторским и палеогеновым Говенским террейнами. Возможно, что совпадающая с этой шовной зоной, фиксируемая по данным решения механизмов Олюторского землетрясения граница современной малой плиты Берингия также является литосферной.

Авторы благодарны А.В. Ландеру за плодотворное обсуждение геологии и геодинамики Камчатки и Корякского нагорья.

Работа поддержана грантами РФФИ 08–05–00748 и 09–05–00015.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ландер А.В., Букчин Б.Г., Дроздин Д.В., Кирюшин А.В. В сб.: Геодинамика и прогноз землетрясений. Вычислительная сейсмология. М.: Наука, 1994. В. 26. С. 103–122.
2. Левина В.И., Ландер А.В., Иванова Е.И. // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007. С. 184–188.
3. Fujita K.K., Mackey K.G., McCaleb R.C., et al. // Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 2002. V. 360. P. 259–272.
4. Scholl D.W. Geological Society of America, Abstracts with Programs. Berkeley (Calif.), 1999. V. 31. № 6. P. A92.
5. Чехович В.Д., Паланджян С.А., Сухов А.Н. и др. // Геотектоника. 2008. № 1. С. 58–76.
6. Чехович В.Д., Сухов А.Н., Кононов М.В., Паланджян С.А. // Геотектоника. 2009. № 4. С. 37–62.
7. Некрасов Г.Е. // Геотектоника. 2003. № 6. С. 53–79.
8. Карта полезных ископаемых Камчатской области. 1 : 5000000 / Под ред. А.Ф. Литвинова, М.Г. Патоки., Б.А. Марковского. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999.
9. Штилов Э.В. // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1988. № 1. С. 120–128.
10. Кеппежинская П.К. Кайнозойские вулканические серии обрамления окраинных морей. М.: Наука, 1990. 174 с.

11. Решения Рабочих межведомственных региональных стратиграфических совещаний по палеогену и неогену восточных районов России – Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина и Курильских островов. Объясн. записка. М.: Геос, 1998. 147 с.
12. *Fliender M.M., Klemperer S.L.* // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2000. V. 179. P. 567–579.
13. *Watson B.F., Fujita K.* In: *Tectonostratigraphic Terrains of the Circum–Pacific Region. Earth Science Series.* Houston (TX): Circum–Pacific Council for Energy and Mineral Resources, 1985. V. 1. P. 333–358.
14. *Чехович В.Д.* // *Геотектоника.* 2006. № 2. С. 24–35.