

УДК 550.34 (571.66)

СЕЙСМОТЕКТНИКА ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА

Е. И. Гордеев^{1,2}, А. А. Гусев^{1,2}, В. И. Левина², В. Л. Леонов¹, В. Н. Чебров²

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,

²Камчатская опытно-методическая сейсмологическая партия ГС РАН

г. Петропавловск-Камчатский, e-mail: gord@emsd.iks.ru

Дан обзор тектонической сейсмичности суши Камчатки, в полосе к ЗСЗ от зоны субдукции Курило-Камчатской дуги. Историческая сейсмичность здесь почти неизвестна. Палеосейсмологические данные указывают на вполне заметную активность. За период детальных наблюдений (последние 40 лет) зарегистрированы сотни слабых и средней силы землетрясений. Часто они возникали группами. Группы и одиночные эпицентры во многих случаях приурочены к известным или предполагаемым зонам голоценовых разломов; они, однако, не образуют ярко выраженных линеаментов. Наиболее четко проявились за 40 лет структуры Срединного хребта, хр. Кумроч, Тумрок, Валагинский, Ганальский, Щапинского грабена и Восточного вулканического пояса. Полоса относительно слабой сейсмичности протягивается на север к Паропольскому долу и Корякскому нагорью. В работе не рассматриваются землетрясения, связанные с вулканической деятельностью.

Ключевые слова: тектоническая сейсмичность, Камчатка, вулкано-тектонические землетрясения, активные разломы, магнитуа землетрясений, эпицентры землетрясений.

ВВЕДЕНИЕ

На суше п-ова Камчатка, так же как и в зоне субдукции, происходят землетрясения. Хотя сейсмическая активность здесь на 2–3 порядка ниже, чем в зоне субдукции, она вполне сопоставима с сейсмичностью таких сейсмоопасных территорий России, как Алтай или Северный Кавказ. Сейсмоактивная полоса в районе п-ова Камчатка имеет границу на западе вдоль линии побережья Охотского моря, в то время как к северу и северо-западу выраженной границы нет, активная полоса уходит к Корякскому нагорью.

Исторические сведения о сейсмичности суши Камчатки крайне ограничены. Имеется большое количество сообщений о землетрясениях в Ключах силой до 7 баллов, но почти все они явно связаны с вулкано-тектонической активностью Северной группы вулканов. Землетрясение силой 8–9 баллов в пункте Авача (ныне Елизово) в 1827 г. сопровождалось извержением Авачинской сопки и, вероятно, также имеет вулкано-тектонический характер. Отмеченное Крашенинниковым в 1740 г. землетрясение (около 8 баллов) на р. Оглукоминой в Срединном хребте – самый яркий пример сильного тектонического землетря-

сения суши Камчатки; в Новом каталоге (1977) ему приписана $M = 6,5 \pm 1$.

Палеосейсмологические исследования позволили выявить следы голоценовых землетрясений силой до 10 баллов в бассейне Ср. и Лев. Авачи, в Паратунском грабене, на Камчатском полуострове и в ряде других мест.

За период инструментальных наблюдений по телесейсмическим данным (1900–1961) на суше Камчатки мелкофокусных землетрясений почти не отмечено. Важным исключением является землетрясение 18.06.1959 г. с $M = 7$ в районе пос. Жупаново (9–10 баллов в Жупаново), которое произошло как раз на границе рассматриваемой зоны. Кроме того, есть макросейсмические данные о землетрясении 21.02.1928 г. в районе влк. Кизимен: «увалы местами сползли, лесу нападало очень много, почва на тундре местами лопнула, образовались глубокие трещины, которые затекли водой» (Уланов, 1931); вероятно, землетрясение произошло в Щапинском грабене.

КОРОВАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ КАМЧАТКИ

С 1961 г. на Камчатке начались детальные сейсмические наблюдения, и с этого времени существует каталог землетрясений. Главный интерес в этих наблюдениях представляли очаги землетрясений из зоны субдукции и вулканические землетрясения; изучение сейсмичности суши

Камчатки было лишь побочным результатом. В итоге каталог слабых землетрясений для суши Камчатки не вполне однороден по годам и территории. Нижний уровень полноты каталога в единицах К (энергетический класс) или М (магнитуда) составляет: для полосы Восточное побережье – Срединный хребет с 1961 по 2003 г. – $K = 9$ (8,5), или $M = 3,75$ (3,5); для западного побережья и района Ука-Палана $K = 10$ (9,5), или $M = 4,25$ (4,0); для районов Паропольский дол – Каменское – Пахачи и Корякского нагорья $K = 10,5$, или $M = 4,5$.

На графике повторяемости для коровых землетрясений Камчатки уровень надежной регистрации ограничен снизу землетрясениями с $M = 3,5$ (рис. 1). Наклон графика повторяемости (-1,25) практически совпадает с наклоном для землетрясений из зоны субдукции. На графике

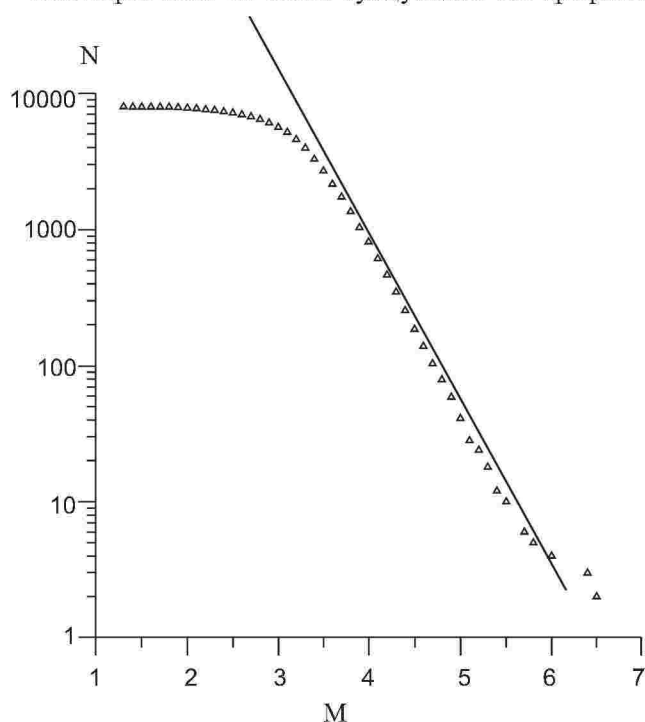


Рис. 1. Повторяемость для коровых землетрясений Камчатки. Коэффициент регрессии (наклон графика) равен -1,25

Fig. 1. Repeated crustal earthquakes in Kamchatka. The b -value is estimated as 1.25

повторяемости (см. рис. 1) для землетрясений в диапазоне $5,7 < M < 6,7$ имеется заметное отклонение вверх от прямолинейной зависимости. Такое поведение графика существенно с практической точки зрения, так как может вести к значительному занижению оценок сейсмической опасности участков территории. Подобная ошибка может возникнуть, если при этом оценки повторяемости сильных землетрясений ($M > 6$) будут вычисляться на основе прямолинейной экстраполяции графиков повторяемости, построенных по более слабым землетрясениям.

Точность определения координат эпицентров в каталоге сильно зависит от текущей конфигурации сети, количества станций, зарегистрировавших землетрясение, но в первую очередь – от того, находится эпицентр в пределах периметра этих станций или вне его. В пределах периметра типичная точность определения эпицентра 5–10 км; вне периметра ошибки могут достигать 25 км и более. Точность определения глубины хуже, чем по эпицентру; для большей части территории глубины в пределах коры (0–30 км) не различаются надежно. Когда глубина определяется более уверенно, ее типичные значения 10–15 км.

На карте за 1961–2003 гг. (рис. 2) эпицентры основной субдукционной очаговой зоны, к востоку от тыловой границы, отмечены серым цветом. Основная особенность карты – наличие многих сгустков или групп эпицентров без выраженной морфологии. Многие мощные сгустки связаны с вулканической активностью, обычно они появляются при конкретных извержениях. Отсутствуют четко выраженные протяженные линейные элементы. Известная широтная активная полоса вдоль 55° с.ш. при детальном рассмотрении распадается на отдельные сгустки и линии.

Опишем развитие слабой сейсмичности по десятилетиям (рис. 3). В 1962–1971 гг. наиболее примечательные события – это рой тектонических землетрясений с максимальной $M = 5,5$ в Щапинском грабене, интенсивный рой в районе Козыревско-Быстринских поднятий (Срединный хребет), рой слабых землетрясений в Ганальском хребте. Кроме этого, произошли рои вулканических землетрясений на влк. Шивелуч (1964 г.) и в районе влк. Карымский в Восточно-Камчатском вулканическом поясе.

В 1972–1981 гг. продолжается сейсмическая активность в Срединном хребте (Козыревско-Быстринские поднятия), слабый рой тектонических землетрясений на севере Кроноцкого полуострова, интенсивный рой вулкано-тектонических землетрясений во время Большого трещинного Толбачинского извержения (1975–1976 гг.) и слабый рой в районе Карымского вулкана.

Следующее десятилетие (1982–1991 гг.) характеризуется слабой сейсмичностью практически во всех зонах, проявившихся в предыдущие два десятилетия (1962–1981 гг.). Единственным примечательным событием был рой вулкано-тектонических землетрясений в районе влк. Асача (1983 г.).

В 1992–2003 гг. произошло наиболее примечательное событие в сейсмическом режиме на суше Камчатки – тектоническое землетрясение 1 января 1996 г. в районе влк. Карымский с $M = 6,9$. Главное событие сопровождалось интенсивным афтершоковым процессом. Кроме этого, почти одновременно с основным землетрясением начались извержения влк. Карымский и в кальдере Академии наук.

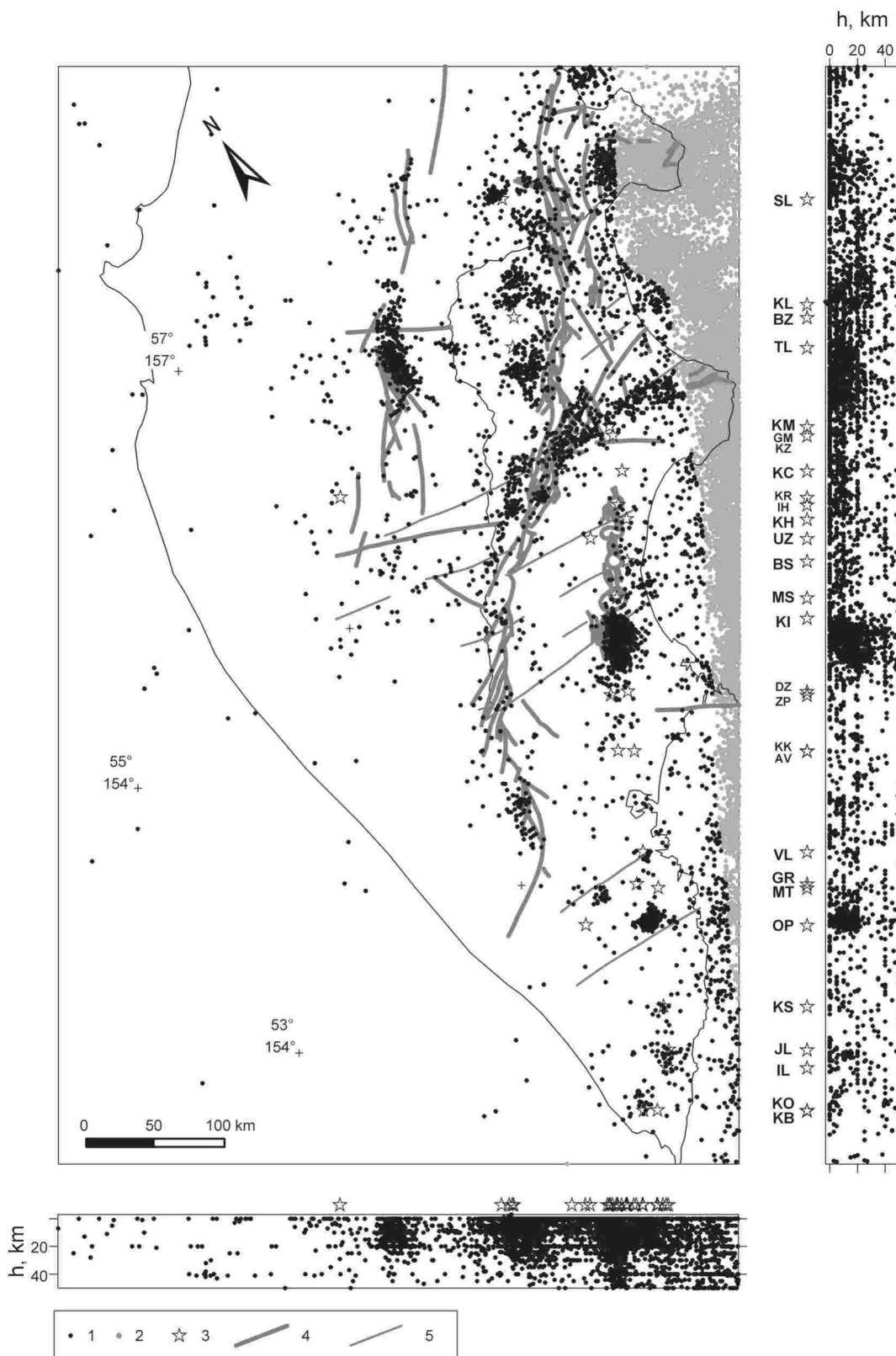


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Камчатки и вертикальные разрезы вдоль и вкост фокальной зоны ($M \geq 3$): 1 – эпицентры землетрясений, расположенные к западу от западной границы фокальной зоны на глубине 26–50 км, выделенной в работе С. А. Федотова с соавторами (1985); 2 – то же самое, но эпицентры расположены восточнее этой границы; 3 – вулканы; 4 – голоценовые разломы по А. И. Кожурину (Kozhurin, 2004), проявившиеся на поверхности; 5 – глубинные разломы

Fig. 2. The chart of earthquake epicenters in Kamchatka, and the focal area in its longitudinal and transverse section view ($M \geq 3$): 1 – the epicenters of earthquakes registered at depths 26–50 km to the west of the focal area's western boundary (Федотов и др., 1985); 2 – the same to the east of it; 3 – volcanoes; 4 – Holocene surface fault structures, according to Kozhurin (Kozhurin, 2004); 5 – deep fault structures

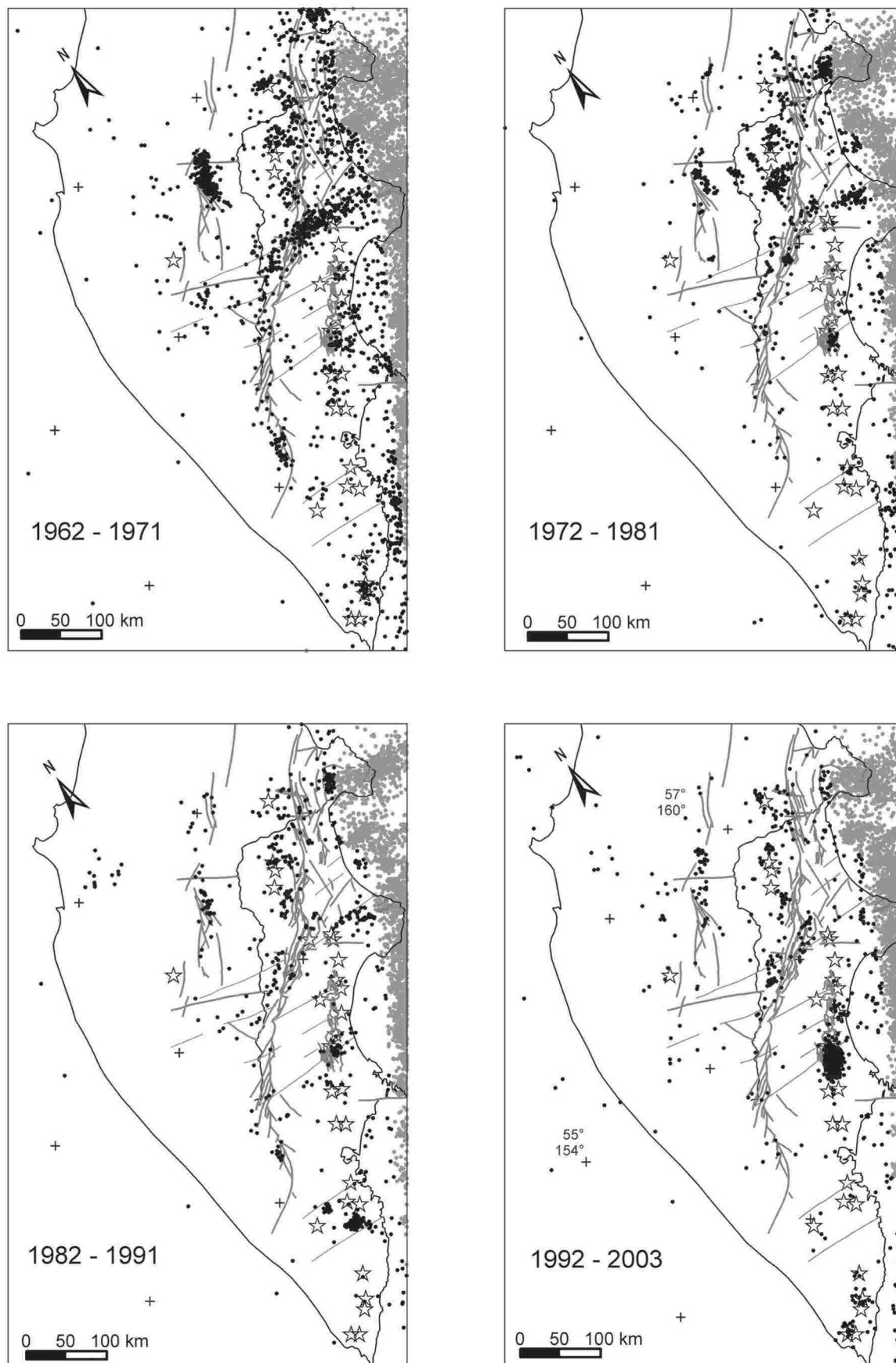


Рис. 3. Распределение эпицентров землетрясений на территории Камчатки по десятилетиям ($M \geq 3$). Усл. обозн. те же, что и на рис. 2

Fig. 3. The earthquake epicenters in Kamchatka through successive decades ($M \geq 3$). See Fig. 2 for the legend

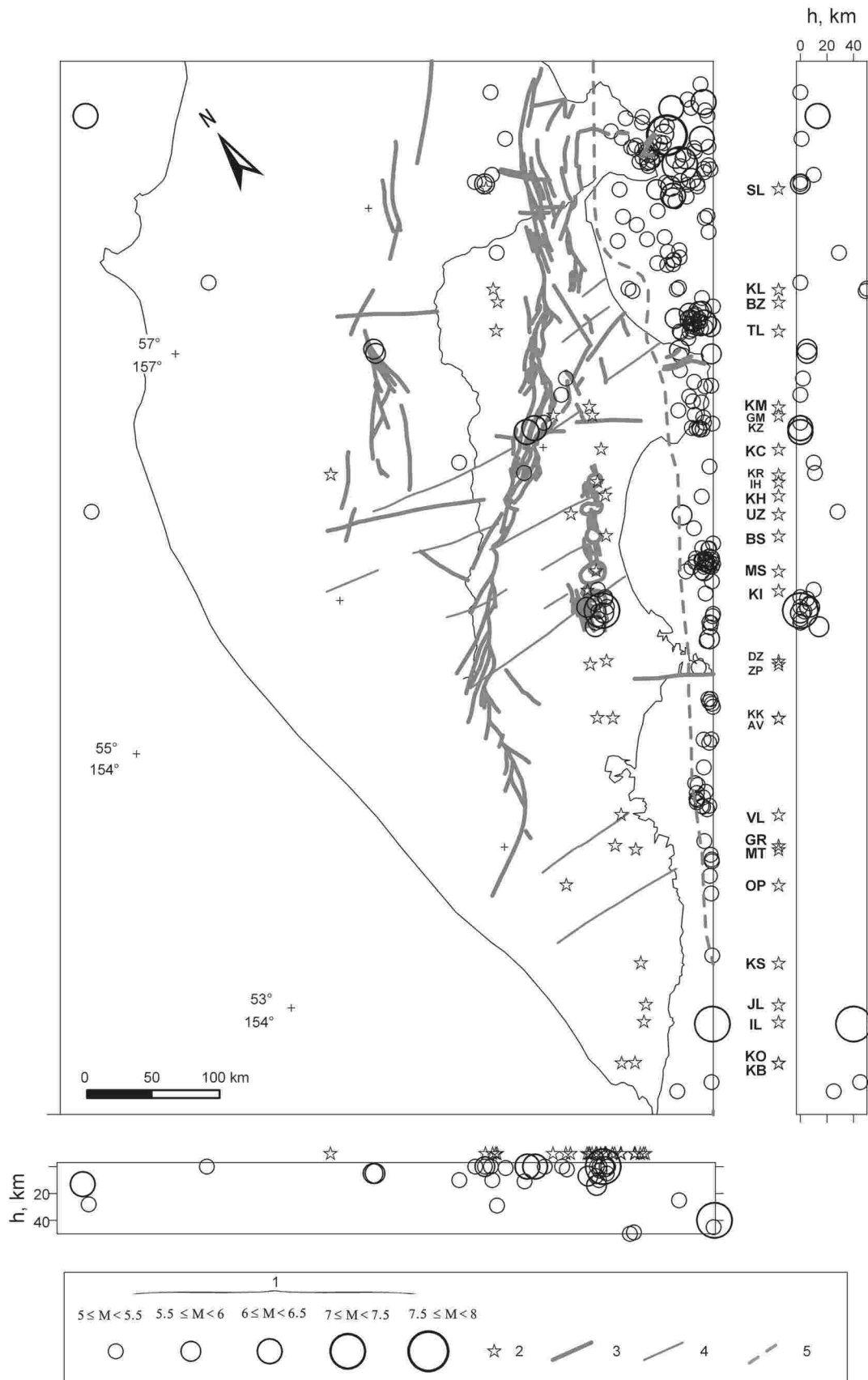


Рис. 4. Карта эпицентров сильных землетрясений Камчатки ($M \geq 5$): 1 – эпицентры землетрясений; 2 – вулканы; 3 – глубинные разломы; 4 – поверхностные разломы; 5 – западная граница фокальной зоны на глубине 25–60 км (Федотов и др., 1985)

Fig. 4. Major earthquake epicenters in Kamchatka ($M \geq 5$): 1 – earthquake epicenters; 2 – volcanoes; 3 – deep faults; 4 – surface faults; 5 – the western boundary of the focal area at depths 25–60 km (Федотов и др., 1985)

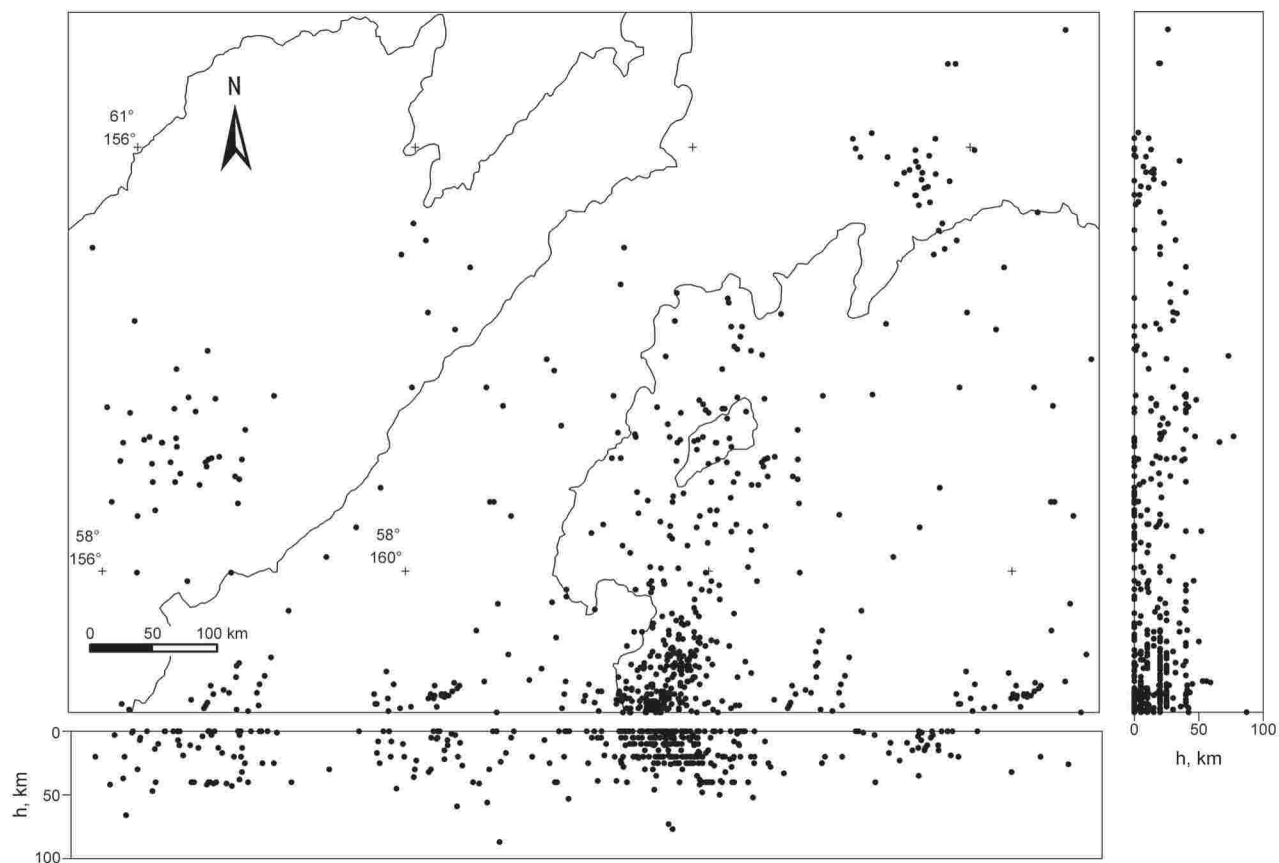


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений северной части Камчатки при $M \geq 3$

Fig. 5. The chart of earthquake epicenters in northern Kamchatka ($M \geq 3$)

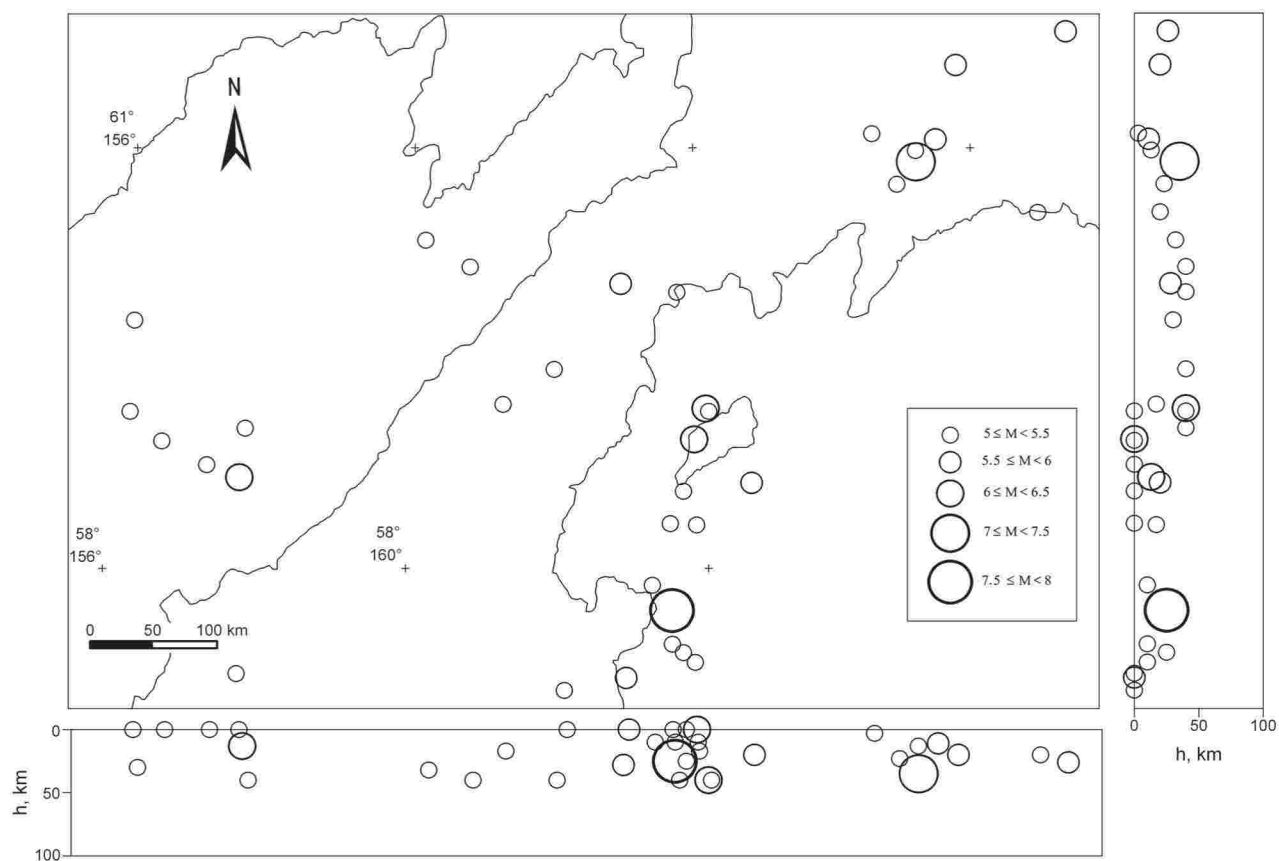


Рис. 6. Карта эпицентров землетрясений северной части Камчатки при $M \geq 5$

Fig. 6. The chart of major earthquake epicenters in northern Kamchatka ($M \geq 5$)

Как видно на рис. 2, сейсмичность в земной коре на Камчатке сосредоточена в нескольких сейсмоактивных зонах, выделенных по сгусткам эпицентров. Некоторые из этих зон явно связываются с активными вулканами и расположены вблизи них. Это рои концентрации землетрясений в районе Ключевской группы вулканов (Горельчик и др., 1987) вблизи Карымского (Широков и др., 1988; Токарев, 1989; Леонов, Иванов, 1994), Асача (Токарев, 1984), Желтовского и других вулканов. В этих районах сейсмичность непосредственно связана с вулканической деятельностью, в других сейсмоактивных зонах – с тектонической активностью. Наиболее яркими структурами являются зоны центральной части Срединного хребта и протяженная зона от севера Кроноцкого полуострова через Щапинский грабен к Валагинскому хребту. Также можно отметить самую активную часть Восточно-Камчатского вулканического пояса в районе Карымского вулкана.

На рис. 4 показаны эпицентры относительно сильных землетрясений суши Камчатки за 40 лет. Картина рассеянной сейсмичности с небольшим количеством локальных сгущений видна и здесь.

На рис. 5 представлена сейсмичность северной части п-ова Камчатка и прилегающей части Азиатского материка. Наиболее выражена здесь полоса сейсмичности от зал. Озерной к прол. Литке и далее на север. Здесь предположительно протягивается граница Северо-Американской плиты (СА) либо мини-плиты Берингия (БЕ) и Охотоморской плиты (ОХ). На этой границе располагаются очаги землетрясений 1943 г. ($M = 7,1$) и 1969 г. ($M = 7,7$) у п-ова Озерной и 1976 г. ($M = 6,7$) в прол. Литке (рис. 6). От узла в районе Корф – Хаилино эта граница уходит на запад к Магадану и далее к Момскому рифту. Гипотетическая граница плит СА – БЕ уходит от того же узла на север, она маркируется очагом Хаилинского землетрясения 1992 г. ($M = 7,2$). Видно, что слабая сейсмичность проявляется в полосах вдоль названных границ; особенно широкая полоса тянется с юго-западной стороны границы ОХ – БЕ и ОХ – СА.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ КАМЧАТКИ И ИХ СВЯЗЬ С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

Одну из первых карт разломов Камчатки составил А. Н. Заварицкий (1937, 1956), который показал, что вулканы на полуострове располагаются рядами и трассируют разломы продольного (северо-восточного), поперечного (северо-западного) и широтного простирания.

Про землетрясения А. Н. Заварицкий писал, что большинство из них «укладывается на ту же систему линий предполагаемых разломов». В дальнейшем некоторые авторы особо отмечали роль

структур северо-западного простирания. Так, Н. В. Кондорская и В. И. Тихонов (1960) считали, что сгущение эпицентров землетрясений в районах Шипунского и Кроноцкого полуостровов связано с современным развитием доплиоценовых складок, имеющих северо-западное простирание. А. В. Горячев (1966) особо подчеркивал значение поперечных наложенных прогибаний и поднятий и считал, что именно к их границам приурочено больше всего землетрясений Камчатки.

В начале 1960-х гг. на Камчатке начались детальные сейсмические исследования. Уже в первых обобщающих работах было отмечено, что «под Камчаткой землетрясений значительно меньше, чем у ее берегов, в фокальной зоне», и что «землетрясения связаны с тектоническими структурами земной коры меньшего по сравнению с фокальной зоной порядка» (Федотов и др., 1987). Были выделены участки, где сейсмическая активность повышена. Явной связи сейсмичности с молодыми разломами северо-восточного и северо-западного простирания установлено не было. В то же время была выделена субширотная зона сгущения эпицентров землетрясений. Значение и причины столь явного ее проявления остаются неясными.

Есть ли соответствие с теми представлениями, которые были высказаны ранее? К сожалению, ни одно из них (А. Н. Заварицкого, И. В. Кондорской, В. И. Тихонова, А. В. Горячева) подтверждения не нашло. Распределение эпицентров землетрясений с глубиной меньше 50 км, произошедших за период инструментальных наблюдений на Камчатке, не обнаруживает связи ни с какими-либо структурами или разломами северо-западного простирания, ни с зонами активных разломов северо-восточного простирания.

В работе Б. В. Баранова с соавторами (1989) мелкофокусная сейсмичность в тылу Курило-Камчатской островной дуги рассмотрена с позиций «клавишной модели», в плане ее связи с сильнейшими землетрясениями в сейсмофокальной зоне. Анализ сейсмичности был проведен на качественном уровне и не дал убедительных свидетельств в пользу предложенной авторами модели.

В. А. Ермаков (1993) рассмотрел тектонические предпосылки изучения сейсмичности Камчатки на основе составленной им карты четвертичной тектоники. Большую роль в контроле сейсмичности автор отвел субширотным сбросо-сдвигам, которые, как он считает, «определяют коровую сейсмичность континентальной суши и ближайшей акватории».

А. И. Кожурин (1988; Kozhurin, 2003, 2004), изучавший в последние годы активные разломы Камчатки, выделил три основные зоны разломов, которые могут контролировать сейсмичность: крупную зону разломов, протянувшуюся вдоль Восточного хребта (правый сдвиг), более мелкую зону разломов Срединного хребта (пред-

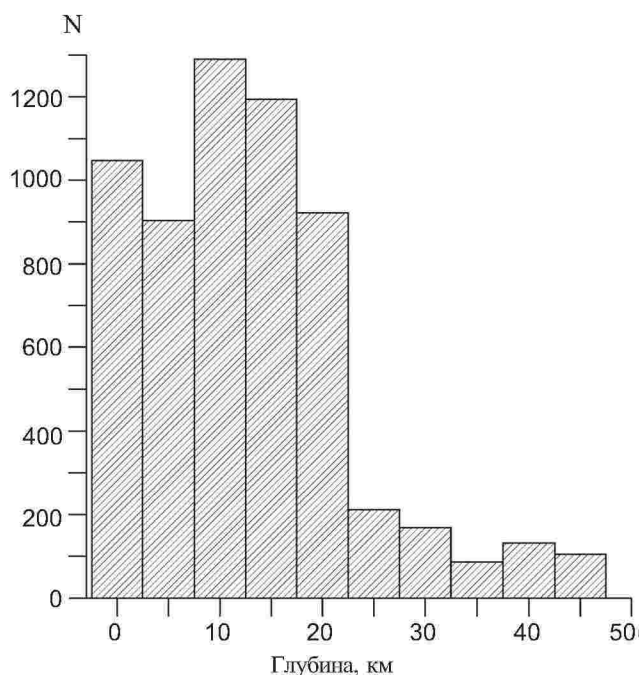


Рис. 7. Распределение коровых землетрясений Камчатки по глубине

Fig. 7. The depth distribution of crustal earthquakes in Kamchatka

положительно сбросы) и зону сбросов, протягивающуюся вдоль оси Восточно-Камчатского вулканического пояса. Ранее последнюю зону описывали В. А. Леглер (1978) и И. В. Флоренский и В. Г. Трифонов (1985). Все эти зоны разломов имеют северо-восточное простирание. Основное значение А. И. Кожурин придает зоне разломов Восточного хребта, которую он сравнивает с такими известными сдвигами, как Альпийский в Новой Зеландии, Срединная линия Японии или Филиппинский разлом на Филиппинах.

Современную коровую сейсмичность на Камчатке трудно объяснить с позиций какой-либо тектонической схемы. С позиций тектоники плит, «клавишной модели» должны были бы быть активны разломы северо-западного простирания, но этого нет. С позиций рифтогенеза (В. А. Ермаков) землетрясения должны были бы быть сбросового типа, но и этого нет. С позиций «сдвиговых» моделей (В. А. Леглер, А. И. Кожурин, И. В. Флоренский, В. Г. Трифонов) сейсмичность должна была бы подчеркивать существование продольных сдвигов, прежде всего Восточно-Камчатского (Начикинско-Кумрочского, по Леглеру), но и этого нет.

Большой интерес представляет сопоставление слабой сейсмичности и данных о неотектонике. На рис. 2 показаны разломы суши Камчатки, активные в голоцене, по А. И. Кожурину (Kozhurin, 2004). Видно, что имеется определенное соответствие между эпицентрами и активностью разломов в голоцене. Многие рои 40-летнего периода явно привязаны к молодым раз-

ломам. Некоторые цепочки эпицентров трассируют линеаменты, совпадающие с приведенными разломами полностью или частично. При рассмотрении карты следует иметь в виду, что существенная часть разломов имеют наклонную поверхность разрыва (взбросы, взбросо-сдвиги и т. п.), так что эпицентры связанных с ними землетрясений могут находиться в стороне от линии выхода разлома на дневную поверхность. Распределение гипоцентров землетрясений по глубине (рис. 7) показывает, что наибольшее количество коровых землетрясений сконцентрировано на глубинах, не превышающих 20–25 км. Эти землетрясения могут быть связаны с активными разломами в верхней части коры, следы которых отмечаются на поверхности.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

В работе содержится первое обобщение материалов о тектонических землетрясениях суши Камчатки. Эти данные пока не позволяют провести систематический анализ происходящих здесь геомеханических процессов. Неясно, как организована система относительно жестких блоков и подвижных разломных зон между ними, каково среднее направление сейсмотектонической деформации. Концепция А. И. Кожурина о едином тектоническом линеаменте с преимущественно право-сдвиговым типом движения представляет большой интерес; но не исключено, что ей суждена роль рабочей гипотезы. Отметим, что ранее примерно по той же линии В. А. Леглер предполагал наличие левого сдвига. Масштабы движений вне линеаментов по А. И. Кожурину (Срединный хребет, Ганальский хребет и бассейн Верхней Авачи) вполне сопоставимы с движениями в пределах линеаментов, что наводит на мысль о менее организованной структуре (типа «битая тарелка»). Именно на такую слабоорганизованную структуру может указывать лишенная ярких черт картина слабой сейсмичности.

Для прикладных целей особый интерес представляет сейсмическая опасность землетрясений суши Камчатки. Низкая повторяемость и отсутствие крупномасштабных структур сильно затрудняют районирование территории по уровню местной сейсмической активности. Особенно сложна проблема оценки максимальной магнитуды. Методы сейсмогеологии будут, вероятно, преобладающими в рекогносцировочной оценке сейсмоопасности от землетрясений суши Камчатки. Однако для надежных оценок понадобится развертывание локальных сейсмических сетей. Существующая редкая сеть станций не обеспечивает достаточно аккуратных оценок эпицентров и особенно глубин, в результате затрудняется сопоставление слабой сейсмичности и геологически выявленных разломов.

Для выявления структурной организации и характера сейсмотектонических движений предстоит большая работа по дальнейшему сбору и сопоставлению данных слабой сейсмичности, сейсмогеологии и неотектоники.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранов Б. В., Викулин А. В., Лобковский Л. И. Мелкофокусная сейсмичность в тылу Курило-Камчатской островной дуги и ее связь с сильнейшими землетрясениями в зоне поддвига // Вулканол. и сейсмол. – 1989. – № 6. – С. 73–84.
- Горельчик В. И., Зобин В. М., Токарев П. И. Сейсмичность вулканов // Там же. – 1987. – № 6. – С. 61–77.
- Горячев А. В. Основные закономерности тектонического развития Курило-Камчатской зоны. – М. : Наука, 1966. – 235 с.
- Ермаков В. А. Тектонические предпосылки изучения сейсмичности Камчатки // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. – М. : ИФЗ РАН. – 1993. – Вып. 1. – С. 228–239.
- Заварицкий А. Н. Линейное расположение вулканов Камчатки // Тр. XVII сес. Междунар. геол. конгр. – М., 1937.
- Заварицкий А. Н. Об изучении движений земной коры на Камчатке // Избр. тр. – М. : Изд-во АН СССР. – Т. 1. – 1956. – С. 464–472.
- Кожурин А. И. Курило-Камчатская островная дуга: неотектоническое картирование, позднечетвертичные структуры Центральной Камчатки, тектоническая слоистость литосферы в Центральной Камчатке, некоторые основные особенности неотектонических структур Тихоокеанского подвижного пояса // Неотектоника и современная геодинамика подвижных поясов. – М. : Наука, 1988. – С. 67–115, 135–151.
- Кондорская Н. В., Тихонов В. И. К вопросу о сейсмичности и тектонике Камчатки и северной части Курильской гряды // Докл. АН СССР. – 1960. – Т. 130, № 1. – С. 146–149.
- Леглер В. А. Новейшие разломы и горизонтальные тектонические движения Восточной Камчатки : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Хабаровск, 1978. – 24 с.
- Леонов В. Л., Иванов В. В. Землетрясения Карымского вулканического центра и их связь с тектоникой // Вулканол. и сейсмол. – 1994. – № 2. – С. 24–40.
- Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М. : Наука, 1977. – 576 с.
- Токарев П. И. Асачинский рой землетрясений и его природа (Камчатка, март – апрель 1983 г.) // Вулканол. и сейсмол. – 1984. – № 3. – С. 3–13.
- Токарев П. И. Извержения и сейсмический режим Карымского вулкана в 1965–1986 гг. // Там же. – 1989. – № 2. – С. 3–13.
- Уланов А. С. К материалам по сейсмологии Дальнего Востока // Изв. Дальневост. геофиз. ин-та. – 1931. – Вып. 1 (8). – С. 101–138.
- Федотов С. А., Гусев А. А., Чернышева Г. В., Шумилина Л. С. Сейсмофокальная зона Камчатки (геометрия, размещение очагов землетрясений и связь с вулканизмом) // Вулканол. и сейсмол. – 1985. – № 4. – С. 91–107.
- Федотов С. А., Шумилина Л. С., Чернышева Г. В. Сейсмичность Камчатки и Командорских островов по данным детальных исследований // Там же. – 1987. – № 6. – С. 29–60.
- Флоренский И. В., Трифонов В. Г. Неотектоника и вулканизм Восточно-Камчатской вулканической зоны // Геотектоника. – 1985. – № 4. – С. 78–87.
- Широков В. А., Иванов В. В., Степанов В. В. О глубинном строении вулкана Карымского и особенностях его сейсмичности по данным локальной сети // Вулканол. и сейсмол. – 1988. – № 3. – С. 71–80.
- Kozhurin A. I. Active faulting in Kamchatka – a probable source of strong seismicity / 3rd International Workshop Basement Volcanoes Interplay and Human Activities, August 23–25, 2003, Kamchatka, Russia: abstracts. – Petropavlovsk-Kamchatsky, 2003. – P. 12.
- Kozhurin A. I. Active faulting of the Eurasian, North American and Pacific plates junction // Tectonophysics. – 2004. – No 380. – P. 273–285.

Поступила в редакцию 14.02.2005 г.

SEISMIC TECTONICS ON KAMCHATKA PENINSULA

E. I. Gordeev, A. A. Gusev, V. I. Levina, V. L. Leonov, V. N. Chebrov

This is a review of tectonic seismicity on Kamchatka Peninsula placed to the NWN of the subduction area of the Kurils-Kamchatka Island Arc. Any historical and pre-1960ies instrumental data are in fact unavailable for this territory, although obtained paleoseismic data indicate a significant seismic activity. During the last forty years of intense seismic studies, the hundreds of small and medium-size earthquakes (often in clusters) have been recorded throughout the study area. The individual earthquakes and those in clusters are often related to known or suggested Holocene faults, but, however, they do not form any well-expressed lineaments. The best defined structures are those of the Sredinny Range, the Kumroch, Tumrok, Valaghinsky and Ganalsky Ranges, the Schapin Trough and the Eastern Volcanic Belt. There is a belt featured by a relatively low seismicity, that extends northward to the Parapolsky Valley and the Koryak Highlands. This paper doesn't deal with the earthquakes related to volcanism.

Key words: tectonic seismicity, Kamchatka, volcanotectonic earthquakes, active faults, magnitude of earthquakes, epicenter.