

ПРОЦЕССЫ ПОДГОТОВКИ СИЛЬНЫХ ($M \geq 6.6$) ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КАМЧАТКИ 1987–1993 ГГ. ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНИХ КОМПЛЕКСНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

© 2004 г. Г. Н. Копылова, Ю. К. Серафимова

Камчатская опытно-методическая сейсмологическая партия ГС РАН,

Петропавловск-Камчатский, 683006

Поступила в редакцию 17.04.2003 г.

На основании анализа данных многолетних сейсмологических, гидрогеодинамических, гидрогеохимических и светодальномерных наблюдений выявлены синхронные изменения параметров режима подземных вод, сейсмичности и горизонтальных деформаций в течение 6–9 месяцев перед землетрясениями 06.10.1987 г. с $M_S = 6.6$ и 2.03.1992 г. с $M_S = 7.1$. Этим землетрясениям предшествовало развитие обширных областей сейсмического затишья в пределах сейсмофокальной зоны. Синхронные изменения параметров сейсмичности, режима подземных вод и горизонтальных деформаций практически не проявились перед землетрясениями 8.06.1993 г., $M_S = 7.4$ и 13.11.1993 г., $M_S = 7.1$, которые произошли в период активизации сейсмичности. Обсуждается феноменологическая модель связи изменений напряженного состояния среды сейсмофокальной зоны и верхних горизонтов коры континентальной Камчатки, в основе которой лежит представление о развитии и разрушении области консолидации на Южно-Камчатском участке сейсмофокальной зоны. Сильные землетрясения, а также предшествующие им деформации сжатия и гидрогеологические аномалии, фиксируют экстремальные обстановки развития и разрушения области консолидации.

Современный геодинамический режим Камчатской зоны перехода континент–океан определяется субдукцией Тихоокеанской океанической плиты под Евразийскую плиту континентального типа [9, 15]. Движение литосферных плит создает постоянно действующий источник тектонических напряжений, вызывающих разрушение пород коры и верхней мантии в сейсмофокальной зоне, где происходит более 90% землетрясений Камчатки с магнитудами (M) до 8–8.5. Рост тектонических напряжений и их сейсмическая разрядка приводят к постоянному перераспределению напряжений в среде в пределах Камчатской сейсмофокальной зоны и прилегающих относительно асейсмичных континентальных районов.

Слабая сейсмичность чутко реагирует на изменения напряженного состояния среды [12]. Вместе с тем, геодинамическая интерпретация вариаций сейсмического режима является сложной задачей. Например, изменение количества землетрясений в том или ином районе может быть связано как с различным уровнем тектонических напряжений, так и с временными вариациями прочностных свойств среды [11].

Вариации параметров мониторинга, таких как деформации земной поверхности, давление и химический состав подземных вод и других, содержат полезную информацию об изменениях напряженного состояния среды сейсмоактивного региона. Поэтому совместная интерпретация дан-

ных сейсмологических наблюдений и комплекса данных деформометрических, гидрогеохимических и гидрогеодинамических наблюдений в континентальных районах является перспективным направлением исследования изменений геодинамической обстановки, сопряженной с возникновением сильных землетрясений.

На Петропавловском полигоне, Камчатка, с конца 70-ых гг. XX в. проводятся регулярные гидрогеохимические [7], гидрогеодинамические [6] и светодальномерные наблюдения [1] (рис. 1). Перед некоторыми землетрясениями с M порядка 7 были обнаружены аномальные изменения химического и газового состава термоминеральных подземных вод, вариации уровней воды в скважинах, укорачивание длин линий светодальномерных измерений. Последнее указывает на преимущественное горизонтальное сжатие территории полигона перед усилением сейсмической активности в сейсмофокальной зоне. Продолжительность таких изменений наблюдаемых параметров составляют недели – месяцы.

Детальные сейсмологические наблюдения на Камчатке проводятся с 1962 г. [2, 4, 5]. По данным о вариациях слабой сейсмичности перед некоторыми землетрясениями с $M \geq 7.0$ обнаружены аномалии сейсмического режима – сейсмические затишья по параметру RTL , кластеризация слабых землетрясений в области будущих очагов сильных землетрясений и другие изменения [8, 13,

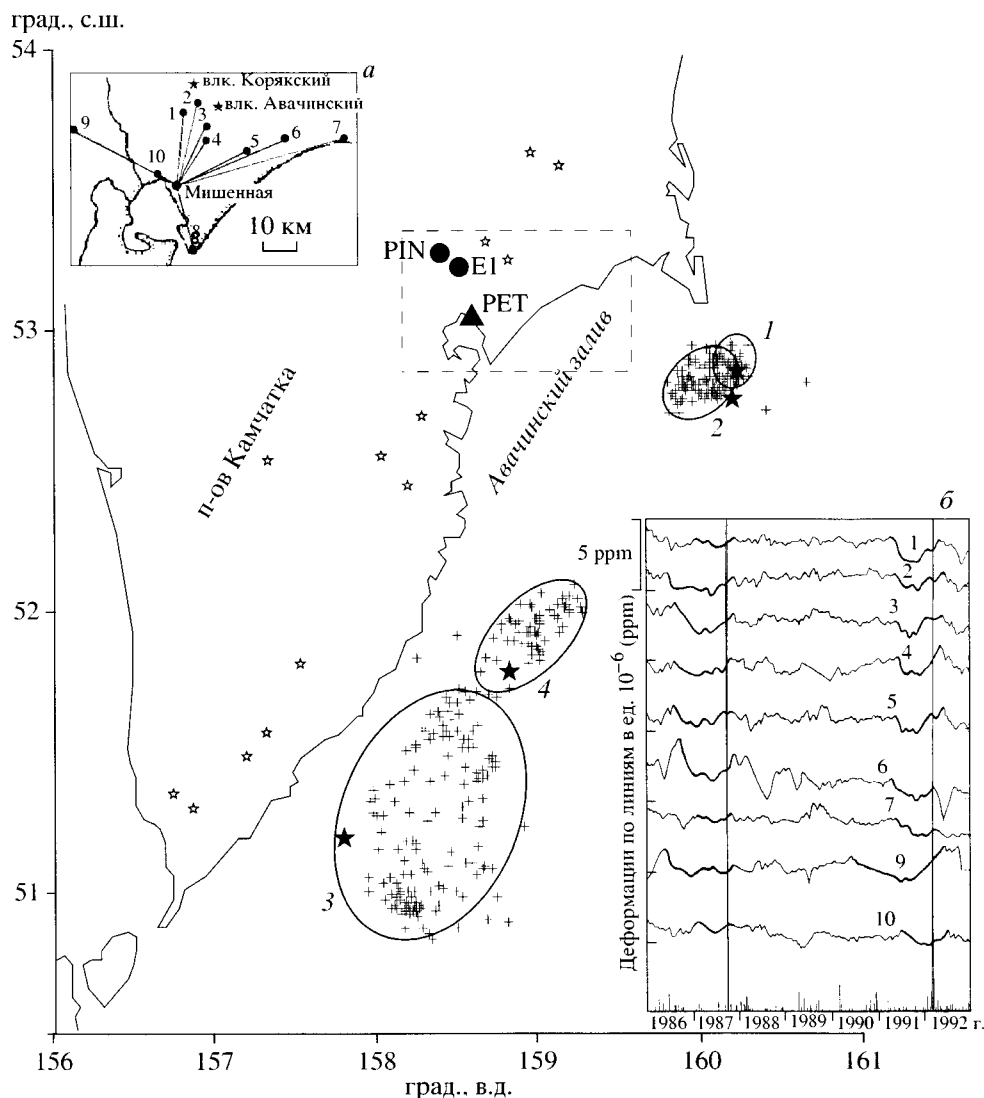


Рис. 1. Схема расположения наблюдательных систем на Петропавловском полигоне, эпицентров сильных землетрясений 1987–1993 гг. и областей их афтершоков: 1 – 6.10.1987 г., $M_s = 6.6$; 2 – 2.03.1992 г., $M_s = 7.1$; 3 – 8.06.1993 г., $M_s = 7.4$; 4 – 13.11.1993 г., $M_s = 7.1$. PIN – пункт гидрогеохимических наблюдений Пиначево (скв. ГК–1, три источника); E1 – пункт гидрогеодинамических наблюдений скважина Елизовская–1; PET – г. Петропавловск-Камчатский. *а* – схема расположения линий светодальномерных измерений; *б* – изменения горизонтальных деформаций по линиям светодальномерных измерений в 1986–1992 гг.; вертикальные линии – землетрясения 1 и 2 [5].

14]. Проявление таких аномалий в связи с возникновением сильных землетрясений не подчиняется строгим закономерностям, и это указывает на специфические особенности протекания современных сейсмотектонических процессов в реальной геолого-геофизической среде, по сравнению с процессами, наблюдаемыми при лабораторном разрушении образцов горных пород [13].

Совместное рассмотрение вариаций слабой сейсмичности в сейсмофокальной зоне, изменений деформаций земной поверхности и параметров режима подземных вод в районах, сравнительно удаленных от очагов сильных землетрясений, позволяет оценивать развитие современных

геодинамических процессов в среде Камчатской зоны перехода континент–океан, условия возникновения сильных землетрясений и предшествующих им аномалий в геофизических и геохимических полях.

Сильные землетрясения 1987–1993 гг. и способ анализа сейсмического режима. В 1987–1993 гг. в окрестностях Петропавловского полигона произошли четыре землетрясения: 1 – 6.10.1987 г., $M = 6.6$; 2 – 2.03.1992 г., $M = 7.1$; 3 – 8.06.1993 г., $M = 7.4$; 4 – 13.11.1993 г., $M = 7.1$ (рис. 1, табл. 1), которые являются сильнейшими в районе с 1972 г.

Для характеристики вариаций режима слабой сейсмичности, предшествующих этим землетря-

Таблица 1. Основные данные о сильных землетрясениях 1987–1993 гг.

| № | Дата дд.мм.гг | Координаты, град | | Глубина, км | Энергетические характеристики | | Баллы в PTR | Источник | R, км | $\epsilon, n \times 10^{-6}$ |
|---|------------------|------------------|--------|----------------|----------------------------------|-------|----------------|----------|-------|------------------------------|
| | | с.ш. | в.д. | | K_s | M_s | | | | |
| 1 | 06.10.87 | 52.86 | 160.23 | 34 | 13.9 | 6.6 | 5 | [4] | 115 | 0.8 |
| 2 | 02.03.92 | 52.76 | 160.20 | 20 | 14.6 | 7.1 | 5 | [5] | 112 | 4.4 |
| 3 | 08.06.93 | 51.20 | 157.80 | 40 | 14.9 | 7.4 | 5 | [2] | 211 | 2.1 |
| 4 | 13.11.93 | 51.79 | 158.83 | 40 | 14.6 | 7.1 | 5–6 | [2] | 141 | 2.0 |

Примечание. Номера землетрясений соответствуют рисункам 1 и 2; баллы в PTR – по шкале MSK-64; R – гипоцентральное расстояние до PTR; ϵ – расчетная деформация в районе PTR на стадии подготовки землетрясений по модели [3].

сениям, использовались временные функции параметра $RTL(t)$ [8, 13, 14] и числа землетрясений $N(t)$. Расчет функций производился для района радиусом (R) 400 км от центра Петропавловского полигона и для районов с $R = 100$ км от каждого из эпицентров землетрясений в скользящем временном окне 2 года с шагом 10 сут. Использовались выборки землетрясений с $13.0 \geq K_s \geq 9.0$ и глубинами гипоцентров (H) 0–100 км и 30–100 км из регионального каталога землетрясений Камчатки и Командорских островов КОМСП ГС РАН, а также выборки землетрясений из этого же каталога с убранными афтершоками¹.

Как известно, отрицательные значения функции $RTL(t)$ указывают на развитие относительно сейсмического затишья в районе, а поведение функции $N(t)$ характеризует интенсивность сейсмического трещинообразования. Вариации функций $RTL(t)$ и $N(t)$ в районе радиусом 400 км от центра полигона характеризуют сейсмический режим в пределах большей части Камчатской сейсмофокальной зоны, а поведение $RTL(t)$ и $N(t)$ в 100-километровых зонах от эпицентров сильных землетрясений показывают изменения сейсмического режима в области их очагов.

Для первого района были получены две расчетные функции $RTL(t)$, характеризующие сейсмический режим на глубинах 30–100 км, а также четыре функции $N(t)$: две – для глубин 0–100 км и две – для глубин 30–100 км. Для каждого из районов очагов сильных землетрясений были получены также две расчетные функции $RTL(t)$ и четыре функции $N(t)$. Такое количество функций позволяет, во-первых, рассматривать изменения числа землетрясений в диапазоне глубин 30–100 км с учетом их изменения на глубинах 0–30 км и, во-вторых, более обоснованно диагностировать периоды сейсмического затишья по параметру RTL с учетом возможных искусственных эффектов применения процедуры удаления афтершоков.

¹ Каталог предоставлен В.А. Салтыковым; удаление афтершоков производилось по программе В.Б. Смирнова по алгоритму [10].

Заключения о характере сейсмического режима рассматриваемых областей основывались на совместном анализе поведения расчетных функций $RTL(t)$ и $N(t)$ и материалов работ [8, 13, 14], в которых также приводятся графики изменения указанных параметров во времени. Кроме этого, в [13, 14] представлены схемы распределения аномалий параметра RTL по площади для периода 1990–1996 гг.

Изменения сейсмологических, гидрогеохимических, гидрогеодинамических и деформетрических параметров в периоды, предшествующие сильным землетрясениям 1987–1993 гг. На рис. 2 приводятся фрагменты функций $RTL(t)$ и $N(t)$ и изменения параметров режима подземных вод в пунктах PIN и E1 в течение 1–1.5 года перед землетрясениями 1–4. Результаты сопоставительного анализа приводятся в табл. 2.

Изменения длин линий светодальномерных измерений на территории Петропавловского полигона в периоды землетрясений 1 и 2 показаны на рис. 1, б, а расположение этих линий – на рис. 1, а. Примерно за 8–9 мес до землетрясения 2 формировались “бухты” деформаций сжатия по всем линиям с амплитудами $\sim 3 \times 10^{-6}$ [5]. Аналогичная картина деформирования территории полигона наблюдалась перед землетрясением 1 (рис. 1, б), а также и перед землетрясениями 3 и 4 (устное сообщение В.Е. Левина, В.Ф. Бахтиярова, 1994 г.). Временной интервал формирования “бухт” сжатия оценивается авторами в 7–10 мес [1, 5].

Землетрясение 06.10.1987 г. (1). С марта 1997 года, т.е. в течение 7–6.5 мес до этого землетрясения, отмечаются синхронные изменения параметров режима подземных вод в пп. PIN и E1, проявляющиеся в уменьшении концентраций компонентов химического состава воды источников и самоизливающейся скважины ГК-1 [7] и в понижении уровня воды в скважине E1 относительно положительного тренда (рис. 2, а). Такие изменения в подземных водах, вероятнее всего, были вызваны преимущественным субвертикальным расширением водонасыщенных пород вследствие развития в них дилатансии – неупруго-

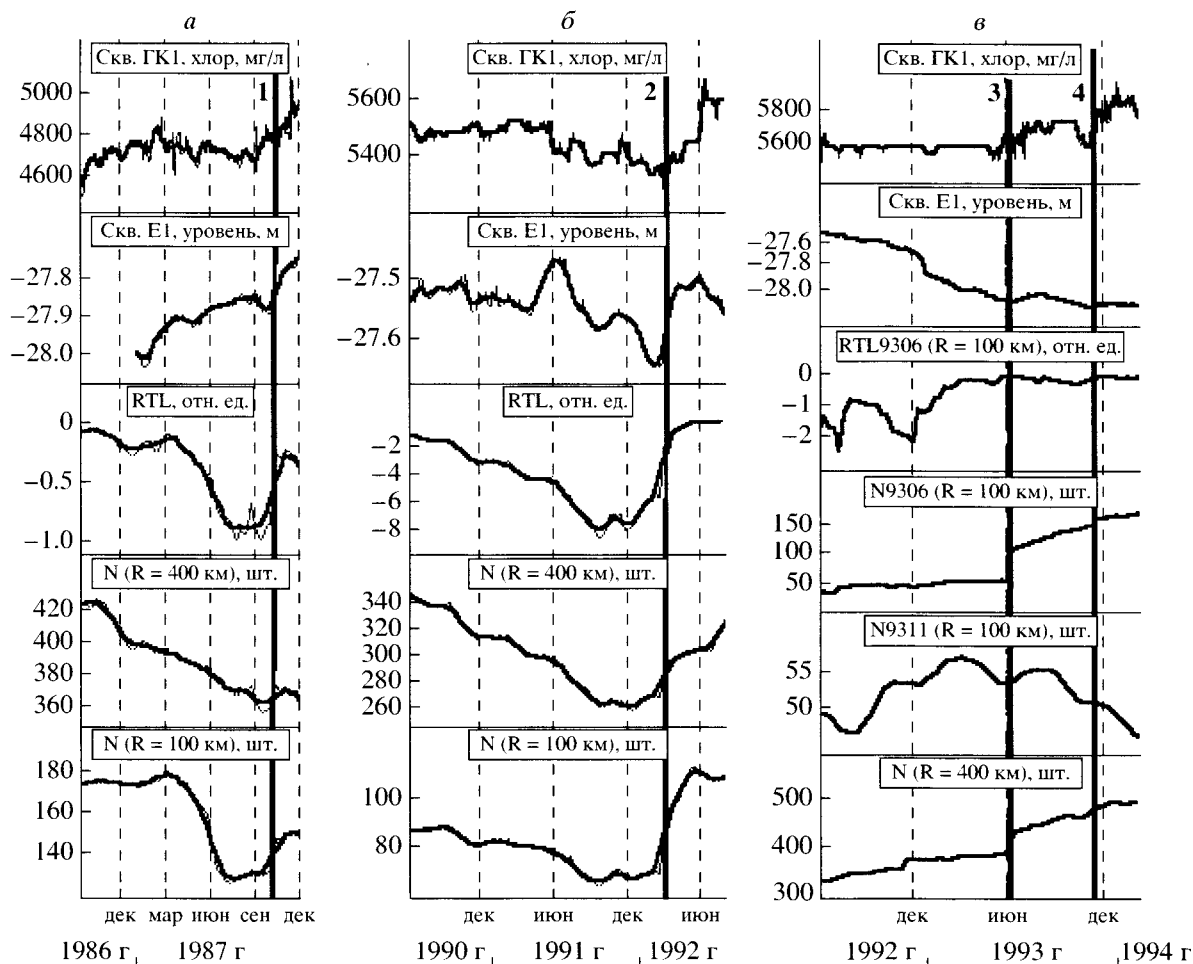


Рис. 2. Изменения параметров мониторинга: концентрации хлора в воде скв. ГК-1, уровня воды в скв. Е1 и параметров сейсмического режима ($RTL(t)$), числа землетрясений $N(t)$ в периоды, предшествовавшие землетрясениям 06.10.1987 г. (а), 02.03.1992 г. (б), 08.06.1993 г. и 13.11.1993 г. (в).

го увеличения объема за счет развития трещиноватости и увеличения трещинно-порового пространства. Эти изменения свойств водонасыщенных пород происходили во время формирования сейсмического затишья на глубинах 0–100 км как в пределах большей части Камчатской сейсмофокальной зоны, так и в районе будущего землетрясения. В это же время территория полигона упруго сжималась с амплитудой в первые ед. $\times 10^{-6}$ [1, 5].

Землетрясение 02.03.1992 г. (2) Синхронизация вариаций слабой сейсмичности и параметров режима подземных вод наблюдается очень ярко с июня 1991 г., т.е. в течение 9 мес до землетрясения 2 (рис. 2, б). Землетрясение 2 произошло, так же как и землетрясение 1, в период значительного уменьшения числа землетрясений в интервале глубин 0–100 км на обширной территории Камчатской сейсмоактивной зоны. Резкое уменьшение значений функции $RTL(t)$ примерно с июня 1991 г. также указывает на развитие в это время сейсмического затишья.

Землетрясение 08.06.1993 г. (3) и землетрясение 13.11.1993 г. (4). Синхронизация поведения рассматриваемых параметров до землетрясений 3 и 4 практически не наблюдается. Перед этими землетрясениями не отмечаются амплитудные вариации параметров сейсмического режима (рис. 2, в). Эти землетрясения произошли во время увеличения числа слабых землетрясений в диапазоне глубин 0–100 км, что указывает на развитие сейсмической активизации в районе во второй половине 1992–1993 гг.

Вместе с тем, следует отметить слабое уменьшение числа землетрясений на глубинах 30–100 км в течение 1.5 мес до землетрясения 4. Примерно в это же время наблюдается некоторое уменьшение концентрации хлора в воде скв. ГК-1 и понижение уровня воды в скв. Е1 с повышенной скоростью (рис. 2, в, табл. 2).

Такие особенности поведения комплекса параметров мониторинга перед землетрясениями 1–2

Таблица 2. Характеристика и продолжительность (ΔT) аномальных изменений параметров мониторинга перед сильными землетрясениями 1987–1993 гг.

| Параметры мониторинга | Землетрясения | | | | | | | |
|--|---|---------------------|---|-------------------|--|-------------------|--|-------------------|
| | 1 – 06.10.1987 г. | | 2 – 02.03.1992 г. | | 3 – 8.06.1993 г. | | 4 – 13.11.1993 г. | |
| | Характер изменений | ΔT , мес. | Характер изменений | ΔT , мес. | Характер изменений | ΔT , мес. | Характер изменений | ΔT , мес. |
| Химический состав подземных вод | Аномальное уменьшение концентраций Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} в воде и др. изменения химического состава воды Пиначевских источников и скв. ГК-1 [7] | 7 | Аномальное уменьшение концентраций Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} в воде и др. изменения химического состава воды Пиначевских источников и скв. ГК-1 [7] | 9 | Уменьшение концентрации Cl^- в воде скв. ГК-1 (рис. 2,в) | 1.5 | Уменьшение концентрации Cl^- в воде скв. ГК-1 (рис. 2,в) | 2.5 |
| Уровень подземных вод [6] | Понижение уровня в скв. Е1 с повышенной скоростью | ~6–6.5 (1.2 по [6]) | Понижение уровня в скв. Е1 с повышенной скоростью | 9 | Понижение уровня воды [6, табл. 3] | 8.4 | Понижение уровня воды [6, табл. 3] | 2.8 |
| Изменение сейсмического режима ($R \leq 400$ км от PTR) | Уменьшение величин параметра RTL , уменьшение числа землетрясений на глубинах 0–100 км | 7 | Уменьшение величин параметра RTL , уменьшение числа землетрясений на глубинах 0–100 км | 9 | ? | ? | Слабое уменьшение числа землетрясений на глубинах 30–100 км (рис. 2,в) | ~1.5 |
| Изменение сейсмического режима ($R \leq 100$ км от эпицентра) | Уменьшение числа землетрясений на глубинах 0–100 км | 7 | Уменьшение параметра RTL , уменьшение числа землетрясений на глубинах 30–100 км | 9 | – | – | Слабое уменьшение числа землетрясений на глубинах 30–100 км (рис. 2,в) | ~1.5 |

и 3–4 указывают на различие геодинамических обстановок, предшествующих их возникновению.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ режима слабой сейсмичности в пределах Камчатской сейсмофокальной зоны проводился ранее в [8, 13, 14]. В [13, 14] приводятся схемы распределения по площади аномалий сейсмического затишья по параметру RTL . В 1990–1993 гг. обширная зона сейсмического затишья располагалась преимущественно в восточных областях Авачинского залива и Южной Камчатки. Землетрясения 2–4 произошли на периферийных участках зоны сейсмического затишья на расстоянии около 90–100 км от ее центра к ССЗ (2), ЮЗ (3) и к ЮЮЗ (4).

По уточненным данным в 1990–1991 гг. наблюдалось формирование аномального сейсмического затишья в пределах большей части Камчатской сейсмофокальной зоны, которое сопровождалось резким уменьшением числа слабых землетрясений на глубинах 0–100 км [8]. Такие изменения сейсмического режима указывают на возникновение в 1990 г. и развитие в 1991–1992 гг. обширной области консолидации [3] преимущественно на Южно-Камчатском участке сейсмофокальной зоны. Область консолидации примыкала

к территории Петропавловского полигона с юга, востока и северо-востока и характеризовалась пониженными сейсмическими энерговыделением и трещинообразованием. Развитие области консолидации на некотором этапе (со второй половины 1991 г.) сопровождалось упругим сжатием территории полигона и развитием дилатансии в водонасыщенных породах сравнительно глубоких и изолированных водоносных горизонтов в течение нескольких месяцев. Такой акт мог быть вызван увеличением напряженного состояния среды на границе области консолидации в сейсмофокальной зоне и примыкающих континентальных районов и предшествовал возникновению одного (2) либо серии (2–4) сильных землетрясений.

Землетрясения 3 и 4 произошли во время относительной сейсмической активизации и увеличения числа землетрясений в пределах сейсмофокальной зоны. Весьма слабое проявление аномалий в режиме подземных вод перед этими землетрясениями указывает на понижение напряженного состояния среды в континентальных районах, вызванного разрушением консолидированной области и уменьшением связности (сцепления) ее отдельных районов.

Таким образом, на основании данных комплексных наблюдений, серия из трех сильных

землетрясений 1992–1993 гг. была обусловлена, в первую очередь, развитием и разрушением обширной области консолидации в пределах сейсмофокальной зоны, пространственно совпадающей с областью сейсмического затишья в Авачинском заливе и на Южной Камчатке. При этом землетрясение 2 произошло в экстремальной начальной стадии процесса разрушения, а землетрясения 3 и 4 – на заключительной стадии.

Пространственное положение аномалии сейсмического затишья перед землетрясением 06.10.1987 г. детально не изучалось. Но по поведению функций $RTL(t)$ и $N(t)$ можно предположить, что геодинамическая обстановка перед этим землетрясением была близка к обстановке, предшествовавшей землетрясению 02.03.1992 г. (2), но в меньших пространственных масштабах. По-видимому, вариации напряженного состояния среды в океанических и в континентальных районах Камчатской переходной зоны перед землетрясениями 06.10.1987 г. и 02.03.1992 г. значительно превышали соответствующие изменения перед землетрясениями 1993 г.

Выводы. 1. Обнаружены эффекты синхронизации в изменениях параметров сейсмического режима Камчатской сейсмофокальной зоны, параметров режима подземных вод (уровня воды в глубокой скважине, химического состава термоминеральных подземных вод) и горизонтальных деформаций в течение 2–9 мес перед землетрясениями 06.10.1987, 02.03.1992 и 13.11.1993 г. Такая синхронизация указывает на эпизодическое (временное) усиление связи между изменениями напряженно-деформированного состояния среды в сейсмофокальной зоне и в верхних горизонтах земной коры континентальной Камчатки.

Напряженное состояние среды в пределах Петропавловского полигона и возникновение сильных землетрясений 1992–1993 гг. контролировалось развитием и разрушением обширной области консолидации на Южно-Камчатском участке сейсмофокальной зоны. Экстремальное состояние в развитии области консолидации, предшествующее ее разрушению и возникновению сильных землетрясений, характеризуется упругим горизонтальным сжатием территории, развитием дилатансии в водонасыщенных породах и аномальными изменениями гидрогеохимических параметров режима подземных вод.

2. Анализ пространственно-временных вариаций сейсмичности, деформаций и изменений параметров режима подземных вод позволяет рассматривать возможные сценарии (феноменологические модели) развития современных геодинамических процессов в пределах Камчатской зоны перехода континент–океан, сопряженных с возникновением сильных землетрясений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахтиаров В.Ф., Левин В.Е. Светодальномерные измерения из обсерватории Мишенная. Анализ результатов наблюдений // Вулканология и сейсмология. 1991. № 3. С. 85–89.
2. Гордеев Е.И., Левина В.И., Чебров В.Н. и др. Землетрясения Камчатки и Командорских островов // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. М.: ГС РАН, 1999. С. 102–114.
3. Добровольский И.П. Механика подготовки тектонического землетрясения. М.: Наука, 1991. 189 с.
4. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Бахтиаров В.Ф. и др. Шипунское землетрясение 6 октября 1987 г. // Землетрясения в СССР в 1987 году. М.: Наука, 1990. С. 116–133.
5. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Левин В.Е. и др. Камчатское землетрясение 2 марта 1992 г. (магнитуда $M_{1.1} = 7.1$) в Авачинском заливе и связанные с ним явления // Вулканология и сейсмология. 1996. № 6. С. 39–52.
6. Копылова Г.Н. Изменения уровня воды в скважине Елизовская-1, Камчатка, вызванные сильными землетрясениями (по данным наблюдений 1987–1998 гг.) // Вулканология и сейсмология. 2001. № 2. С. 39–52.
7. Копылова Г.Н., Сугробов В.М., Хаткевич Ю.М. Особенности изменения режима источников и гидрогеологических скважин Петропавловского полигона (Камчатка) под влиянием землетрясений // Вулканология и сейсмология. 1994. № 2. С. 53–70.
8. Копылова Г.Н., Жаляева Ю.К., Латыпов Е.Р. Вариации слабой сейсмичности в эпицентральных зонах сильных ($M \geq 6.8$) камчатских землетрясений (по результатам расчета параметра RTL , Соболев Г.А., Тюпкин Ю.С. и др., 1996 г.) // Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 г. Предвестники, особенности, последствия. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГАРФ, 1998. С. 158–169.
9. Лобковский Л.И. Геодинамика зон спрединга, субдукции и двухъярусная тектоника плит. М.: Наука, 1988. 251 с.
10. Молчан Г.М., Дмитриев О.Е. Идентификация афтершоков: обзор и новые подходы // Вычислительная сейсмология. 1991. Вып. 24. С. 19–54.
11. Резниченко Ю.В. Энергетическая модель сейсмического режима // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1968. № 5. С. 3–19.
12. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. М.: Наука, 1993. 313 с.
13. Соболев Г.А. Стадии подготовки сильных Камчатских землетрясений // Вулканология и сейсмология. 1999. № 4–5. С. 63–72.
14. Соболев Г.А., Тюпкин Ю.С. Аномалии в режиме слабой сейсмичности перед сильными землетрясениями Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1996. № 4. С. 64–74.
15. Gordeev E.I., Gusev A.A., Levin V.E. et al. Preliminary analysis of deformation at the Eurasia-Pacific-North America plate junction from GPS data // Geophys. J. Int. 2001. V. 147 (1). P. 189–198.

Precursory Processes before Large ($M \geq 6.6$) Earthquakes in Kamchatka for 1987–1993 Based on Long-continued Multidisciplinary Observations

G. N. Kopylova, Yu. K. Serafimova

Kamchatkan Experimental and Methodical Seismological Team, Geophysical Service, Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatskii, 683006, Russia

Synchronous variations of ground water behavior, seismicity and lateral ground deformation were found to occur 6–9 months before the 10/06/1987 $M_S = 6.6$ and 3/02/1992 $M_S = 7.1$ earthquakes based on an analysis of long-continued seismological, ground water level and chemistry, and geodimeter observations. These earthquakes had been preceded by extensive areas of seismicity quiescence appearing within the Benioff seismic zone. Practically no synchronous changes in seismicity parameters, ground water behavior and lateral ground deformation were observed before the 6/08/1993 $M_S = 7.4$ and 11/13/1993 $M_S = 7.1$ earthquakes which occurred during a seismicity increase. We discuss a phenomenological model which relates stress changes in the Benioff zone to those in the upper crust of inland Kamchatka, the basic idea being the development and failure of a consolidation area in the southern Kamchatka part of the Benioff zone. Strong earthquakes, as well as preceding compression and ground water changes, pinpoint extreme cases in the development and failure of a consolidation area.