

**ОБ ОБЩЕПЛАНЕТАРНОЙ ПРИРОДЕ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ  
КАТАСТРОФИЧЕСКОГО СУМАТРИНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ  
26 ДЕКАБРЯ 2004 Г., Mw =9.0**

**В.А. Широков**

Камчатский филиал ГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский, e-mail: shirokov@emsd.ru

С развитием исследований по геодинاميке и прогнозу землетрясений и по мере накопления данных по предвестниковым явлениям всё большее число исследователей приходят к выводу о важности разработки моделей подготовки землетрясений. К числу наиболее разработанных моделей относятся дилатантно-диффузионная, лавинно-неустойчивого трещинообразования, неустойчивого скольжения и фазовых превращений, активной иерархически структурированной геофизической среды, самоорганизованной критичности, консолидации [Соболев, 1993; и др.]. Критический обзор этих моделей сделан И.П.Добровольским [1991], автором модели консолидации, считающим, что наиболее контрастные и интенсивные динамические процессы происходят в фазе разрушения, на заключительной стадии краткосрочной подготовки землетрясений. Её длительность составляет примерно несколько недель, иногда месяцев или дней. Везде далее под долгосрочными и краткосрочными предвестниками и фазами подготовки землетрясений имеются ввиду интервалы, соответствующие времени упреждения длительностью более одного года и менее одного месяца соответственно.

Существенно, что ни в одной из известных моделей подготовки землетрясений практически не обсуждается вопрос о влиянии на зону их подготовки, включающую очаг будущего сейсмического события, общепланетарных космических воздействий, т.е. в рамках модельных представлений космические факторы не относятся к основополагающим. Например, в модели консолидации считается, что вдали от формирующейся области очага будущего землетрясения «перемещения блоков и плит не испытывают возмущений, связанных с подготовкой землетрясения». В модели самоорганизованной критичности (СОК-гипотеза) заложена идея самопроизвольной эволюции очагов землетрясений самого разного масштаба, включая сильнейшие события. Предполагается, что литосфера всегда находится в неустойчивом состоянии и возникновение в исследуемой зоне сильного землетрясения определяется некоторой вероятностью, зависящей от большого числа внутриземных факторов, но само событие возникает случайно.

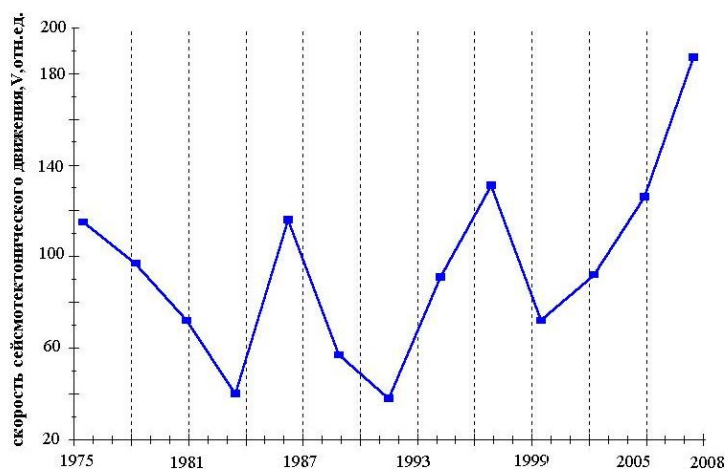
Нами развивается альтернативный подход к разработке моделей подготовки сильных землетрясений и вулканических извержений, основанный на изучении влияния на них различных по своей природе общепланетарных космических воздействий [Абдурахманов, Фирстов, Широков, 1971, 1976; Широков, 1977, 1978, 2001, 2007, 2008]. Конкретная схема влияния космических факторов, с учётом промежуточных звеньев исследуемой взаимосвязи, была представлена и обсуждалась ещё в 70-е годы в обзорной работе [Широков, 1977]. Был сделан вывод, что в интервале периодов до нескольких десятилетий к числу главных факторов космического происхождения относятся электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца, а также электромагнитные и гравитационные поля в системе Солнца-Земля-Луна. Наиболее важное значение представляет изучение отклика геофизической среды на циклические, периодические и квазипериодические ритмы, связанные с солнечной активностью, лунно-солнечными приливами и изменением положения оси вращения Земли относительно звезд: солнечные сутки, 27-суточный ритм, связанный с вращением «активных» широт Солнца вокруг своей оси, земной год, 14-месячный чандлеровский период изменений размаха колебаний полюсов, приливные лунносолнечные ритмы с периодами от 29.5 суток до 18.6 г., а также 11-летняя, 22-летняя и вековая цикличности солнечной активности [Широков, 1977, 1978, 2001, 2007, 2008 и др.].

Основываясь на вышесказанном, предлагается концепция, в соответствии с которой Землю следует рассматривать как единую нелинейную самоорганизующуюся открытую колебательную систему, порождающую в определенные интервалы времени аномальные, мозаично распределенные глобальные тектонические напряжения, являющиеся следствием влияния на сеймотектонические и вулканические процессы общепланетарных космических факторов. Эти факторы рассматриваются в качестве основных при изучении современных

процессов взаимодействия тектонических плит, на границах которых происходит подавляющее большинство наиболее сильных тектонических землетрясений. В рамках этого подхода предложена планетарно-региональная модель подготовки тектонических землетрясений и вулканических извержений [Широков, 2001, 2007, 2008]. Её основой является тезис о том, что долгосрочная и краткосрочная фазы подготовки любого сильного землетрясения (скажем, с магнитудой  $M = 7$  и более) существенным образом зависят от космических воздействий общепланетарного масштаба, т.е. в подготовке землетрясений всегда присутствует планетарная составляющая. Реализация этого подхода для решения задач прогноза позволила осуществить долгосрочный прогноз сильных землетрясений и вулканических извержений на ближайшие 20 и более лет для 20 регионов Тихоокеанского и Альпийско-Гималайского тектонических поясов и для Земли в целом [Широков, 1977, 1978, 2001, 2008; Широков, Серафимова, 2006; и др.]. В соответствии с разработанными методами долгосрочного прогноза, например, показано, что на Камчатке извержения с объёмом вулканических продуктов более 0.3 и 1.0 куб. км ранее 2050 г. и 2068 г. соответственно не ожидаются. Разработан также алгоритм краткосрочного прогноза землетрясений ( $M_6$ ), на основе которого в 1995-2008 гг. сделано 23 краткосрочных, со временем упреждения менее 16 суток, прогнозов времени, места и силы камчатских землетрясений с  $M \geq 5.4$ . Большинство прогнозов оправдались [Широков, 2001; и др.].

Цель данной работы заключается в обосновании планетарно-региональной модели подготовки сильных тектонических землетрясений на примере катастрофического Суматринского землетрясения 26.12.2004 г. с моментной магнитудой  $M_w = 9.0$ , в выяснении роли общепланетарных процессов и связанных с ними космических ритмов с периодами от одних суток до 11 лет при подготовке этого землетрясения, в выявлении его предвестников с разным временем упреждения. При изучении сейсмической подготовки Суматринского землетрясения за основу взят однородный каталог землетрясений NEIC Геологической службы США за период 1973-2008 гг. Приведём в тезисном виде результаты проведённых исследований.

По данным мировых землетрясений 1974-2009 гг. с магнитудой  $M \geq 7$  для 32-месячных интервалов впервые для Земли в целом рассчитаны значения скорости  $V$  сеймотектонического движения (по определению Ю.В. Ризниченко [1985]). Суматринское землетрясение 26.12.2004 г. произошло на стадии самого длительного (1999-2008 гг.) и максимального по величине за последние 25 лет непрерывного роста значений  $V$  (рисунок). Как видно на рисунке, в вариациях  $V$  отчётливо выражены 4 максимума, каждый из которых приурочен к эпохам минимумов 11-летних циклов солнечной активности. Выявлена значимая отрицательная корреляционная связь  $V$  и 11-летних вариаций чисел Вольфа солнечной активности. Ранее эта связь была выявлена для сильных вулканических извержений и землетрясений различных регионов мира [Абдурахманов, Фирстов, Широков, 1976; Широков, Серафимова, 2006; и др.]. Таким образом, солнечная активность является одним из значимых космических факторов, оказывающих существенное влияние на сеймотектоническое деформирование Земли в целом, на что указывалось многими исследователями.



**Рис.** Вариации скорости  $V$  сеймотектонического движения, рассчитанной для Земли в 32-месячных последовательных окнах без перекрытий по данным землетрясений с магнитудой  $M \geq 7$  за период 1975-2008 гг. Пояснения в тексте.

Для периода 1999-2004 гг. выявлен устойчивый рост  $V$ , рассчитанный по данным мировых глубоких ( $H \geq 400$  км) землетрясений с магнитудой  $M \geq 4$ , причём после Суматринского землетрясения отмечен статистически значимый спад величин  $V$ . По данным глубоких землетрясений выявлен также краткосрочный предвестник: в течение трёх недель до и после Суматринского землетрясения еженедельные числа мировых землетрясений с  $M \geq 4$  значимо различаются (60 событий до и 31 после), причём за неделю до Суматринского землетрясения произошло 30 событий, а на следующей неделе – только 9. Выявленные долгосрочная и краткосрочная предвестниковые аномалии вызваны изменением поля тектонических напряжений для Земли в целом, связанным с подготовкой землетрясения 26.12.2004 г., после которого, а также после его афтершока 28.03.2005 г. с  $M=8,6$ , основная часть накопленных глобальных тектонических напряжений была снята.

По данным мировых землетрясений с  $M \geq 7.6$  для периода 2001- ноябрь 2004 г., т.е. до Суматринского землетрясения, рассчитана модифицированная скорость сейсмотектонического движения  $V$ , зависящая от солнечносуточной составляющей [Широков, Руленко, 2007], отдельно для экваториальной зоны (15 град. к югу S и северу N от экватора), где произошло Суматринское землетрясение и для более высокоширотных зон Земли. Показано, что в приэкваториальной зоне (17 событий) отмечалось сжатие, а для зоны севернее 15 град. N (11 событий) – растяжение. Южнее 15 град. S оценки не сделаны из-за малочисленности данных (2 события). Сделан вывод, что обнаруженные сейсмотектонические эффекты связаны с подготовкой Суматринского землетрясения, так как после его возникновения они уже не выражены. Для периода 1999-2004 гг. выявлены также статистически значимые долгосрочные предвестниковые аномалии на основе анализа приливного (29.5 суток), годового и чандлеровского (14 месяцев) космических ритмов. Отметим, что многими исследователями во многих регионах Земли выявлены «удалённые» предвестники разной природы за несколько часов-суток до Суматринского землетрясения, что указывает на глобальный характер геодинамических процессов, связанных с его краткосрочной подготовкой. Таким образом, подготовка Суматринского землетрясения связана с деформационными процессами общепланетарного масштаба в диапазоне космических ритмов от суток до нескольких лет. Полученные результаты могут рассматриваться в качестве обоснования и подтверждения планетарно-региональной модели подготовки сильных тектонических землетрясений.

Отметим, что выраженных региональных особенностей сейсмической подготовки в радиусе тысячи км от гипоцентра Суматринского землетрясения в течение 5 лет до его возникновения нами не выявлено. Ежегодно в этот период здесь происходило от 15 до 21 одиночных событий с  $M \geq 5.0$ . Можно обратить внимание лишь на полное сейсмическое затишье по уровню  $M \geq 5.0$  в радиусе 300 км от будущего гипоцентра в период январь-июнь 2004 г. и на сильный форшок 02.11.2002 г. с  $M=7.4$ , который произошёл практически в гипоцентре будущего Суматринского землетрясения. Получается, как в поговорке: «Большое видится на расстоянии».

### Список литературы

**Абдурахманов А.И., Фирстов П.П., Широков В.А.** Возможная связь вулканических извержений с цикличностью солнечной активности // XV Генеральная ассамблея МГСС. Тезисы докладов. Симпозиум: Вулканизм и землетрясения верхней мантии. М.: Наука, 1971. С. 3-4.

**Абдурахманов А.А, Фирстов П.П., Широков В.А.** Возможная связь вулканических извержений с 11-летней цикличностью солнечной активности // Бюлл. вулк.. станций. М.: Наука, 1976. № 52. С. 3-10.

**Добровольский И.П.** Механика подготовки тектонического землетрясения. М.: Наука. 1991. 189 с.

**Кропоткин П.Н.** Возможная роль космических факторов в геотектонике. Геотектоника, 1970. №2. С. 30-76.

**Ризниченко Ю.В.** Избранные труды. Проблемы сейсмологии. М.: Наука, 1985. 408 с.

**Соболев Г.А.** Основы прогноза землетрясений. М.: Наука, 1993. 313 с.

**Широков В.А.** Влияние космических факторов на геодинамическую обстановку и ее долгосрочный прогноз для северо-западного участка Тихоокеанской тектонической зоны // Вулканизм и геодинамика . М.: Наука, 1977. С. 103-115.

**Широков В.А.** Влияние 19-летнего лунного прилива на возникновение больших камчатских извержений и землетрясений и их долгосрочный прогноз // Геологические и геофизические данные о БТТИ 1975-1976 гг. М.: Наука, 1978. С. 164-170.

**Широков В.А.** Опыт краткосрочного прогноза времени, места и силы камчатских землетрясений 1996-2000 гг. с магнитудой  $M = 6-7.8$  по комплексу сейсмологических и геофизических данных // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2001. С. 95-116.

**Широков В.А.** О взаимосвязи перемещений географических полюсов с сильными землетрясениями и извержениями вулканов Земли // Сборник докладов ежегодной конференции, посвящённой Дню вулканолога. 28-31 марта 2007 г. Петропавловск-Камчатский. 2007. С. 190-201.

**Широков В.А.** Влияние космических факторов на возникновение сильных извержений вулканов Земли и проблема их долгосрочного прогноза // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога, 27-29 марта 2008 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2008. С. 305-314.

**Широков В.А., Руленко О.П.** Новая методика исследования и сопоставления вариаций скорости сейсмостектонического движения и динамики электрического поля в приземном воздухе // Солнечно-земные связи и предвестники землетрясений: IV междунар. конф., с. Паратунка Камч. обл., 14-17 авг. 2007 г. Сб. докл. Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2007. С. 211-217.

**Широков В.А., Серафимова Ю.К.** О связи 19-летнего лунного и 22-летнего солнечного циклов с сильными землетрясениями и долгосрочный сейсмический прогноз для северо-западной части Тихоокеанского тектонического пояса // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле, 2006. № 2. Выпуск № 8. С. 120-133.