

Методические аспекты оценки триггерного воздействия сезонности на сейсмичность

СЕРАФИМОВА Ю.К.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Россия
yulka@emsd.ru

В ряде работ последних десятилетий показано, что изучение геодинамических процессов и выяснение их причинной обусловленности невозможно без учета роли космических факторов, важнейшим из которых является гравитационное взаимодействие в системе Солнце – Земля – Луна.

Изучению связи возникновения землетрясений с периодическими и квазипериодическими природными ритмами, например, 11-летним и 22-летним солнечными циклами, 18.6-летним лунным циклом посвящен ряд работ. В них показано, что возникновение сильных землетрясений приурочено к определенным фазам этих ритмов, например [2, 3, 7-10].

В [1, 6] рассматривалось внутригодовое распределение землетрясений в различных регионах и показано, в частности, что для Тихоокеанского региона максимальное количество сейсмических событий приходится на декабрь.

Если принять гипотезу о том, что длиннопериодные воздействия, обусловленные, главным образом, гравитационными планетарными взаимодействиями с периодами в первые годы – десятилетия, могут оказывать влияние на распределение сильных землетрясений во времени, то возникает закономерный вопрос, какова величина минимального периода природных процессов в системе Солнце – Земля – Луна, влияющего на сейсмичность. Могут ли короткопериодные взаимодействия, например, в течение времени не более одного года, оказывать какое-либо значимое воздействие на сейсмичность? Другими словами, можно ли рассматривать смену сезонов (времен года) в качестве триггерного воздействия на возникновение сильных землетрясений.

Для ответа на этот вопрос предпринята попытка проанализировать внутригодовое распределение землетрясений, но не по календарным месяцам, как это уже делалось раньше в [1, 6], а по сезонам, или временам года.

Следует отметить, что различают календарные, астрономические и климатические времена года. Астрономические времена года отсчитываются от дат солнцестояния и равноденствия и традиционно разделяются на весну, лето, осень и зиму.

Климатические времена года определяются фенологическими признаками в соответствии с природными явлениями. При этом каждый сезон отличается характерными для него погодными, температурными и др. условиями.

В настоящей работе рассматривается связь между возникновением сильных ($M \geq 6.0$) землетрясений Камчатки и Курильских островов и фазами астрономических внутригодовых сезонов.

Используемые данные, методика их анализа и обсуждение результатов

Смена времен года обусловливается годичным периодом обращения планеты вокруг Солнца и наклоном оси вращения Земли относительно орбитальной плоскости.

Началом весны в северном полушарии считается момент, когда центр Солнца, двигаясь по эклиптике и переходя из Южного полушария неба в Северное (20 или 21 марта), пересекает небесный экватор в точке весеннего равноденствия. В момент начала лета в северном полушарии (21 или 22 июня) Солнце проходит через самую северную точку эклиптики (точку летнего солнцестояния). В момент начала осени в северном полушарии

(23 сентября) Солнце вторично пересекает экватор (в точке осеннего равноденствия), переходя из Северного полушария в Южное. Зима в северном полушарии начинается (21 или 22 декабря), когда Солнце проходит через наиболее южную точку эклиптики (точку зимнего солнцестояния) [4].

В работе принятые следующие даты начала и окончания сезонов [5]:

зима: 22 декабря – 20 марта (продолжительность 89 дней);

весна: 21 марта – 21 июня (продолжительность 93 дня);

лето: 22 июня – 22 сентября (продолжительность 93 дня);

осень: 23 сентября – 21 декабря (продолжительность 90 дней).

Каталоги землетрясений. Выборка камчатских землетрясений с величинами энергетического класса $K_s \geq 12.6$ проводилась из каталога КФ ГС РАН за период 01.01.1962 – 31.12.2012 гг. в районе $50^\circ - 62^\circ$ с.ш. и $152^\circ - 169^\circ$ в.д. для всех глубин и включает 158 событий. В выборку включались только те землетрясения, для которых хотя бы одна из определенных магнитуд была $M \geq 6.0$.

Выборка землетрясений с магнитудами $M \geq 6.0$ для района Курильских островов проводилась из каталога USGS [<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/epic/>] за период 01.01.1973 – 31.12.2012 гг. в районе $43^\circ - 51^\circ$ с.ш. и $145^\circ - 158^\circ$ в.д. для всех глубин и включает 177 событий.

Анализ распределения количества землетрясений по временам года показывает, что на Камчатке землетрясения в летние сезоны происходят реже, а в районе Курильских о-вов землетрясения чаще происходят осенью (табл.).

Таблица 1. Распределение количества землетрясений по временам года

Сезон	зима	весна	лето	осень
Камчатка $K_s \geq 12.6, M \geq 6.0$	42	45	27	44
Курильские острова $M \geq 6.0$	34	39	38	66

Для каждого землетрясения рассчитывалось значение фазы сезона, в котором оно произошло. Принимая продолжительность сезона за единицу, фаза любого события рассчитывается как отношение разности времени между возникновением события и началом соответствующего сезона к продолжительности сезона. Далее строились гистограммы распределения землетрясений по fazam сезонов с учетом энергетических параметров землетрясений (рис. 1, 2).

Обращает внимание, что количество камчатских землетрясений с $K_s \geq 12.6$ в начале и в конце сезона (кроме лета) увеличивается (рис. 1). Аналогичная тенденция прослеживается для более сильных землетрясений с $K_s \geq 14.0$, происходивших в зимний и осенний сезоны. Это может указывать на то, что смены астрономических сезонов имеют некоторое влияние на возникновение сильных землетрясений на Камчатке. В первую очередь, такое влияние на увеличение числа сильных землетрясений оказывает переход от осени к зиме и от весны к лету.

Анализ распределения курильских землетрясений с магнитудами $M \geq 6.0$ показывает, что наблюдается увеличение их количества к началу и к концу сезона, но только весной и осенью (рис. 2). При этом видно, что наибольший вклад в формирование эффекта определяют землетрясения в диапазоне магнитуд от 6.0 до 7.0. Значимых закономерностей в распределении более сильных землетрясений Курильских островов в зависимости

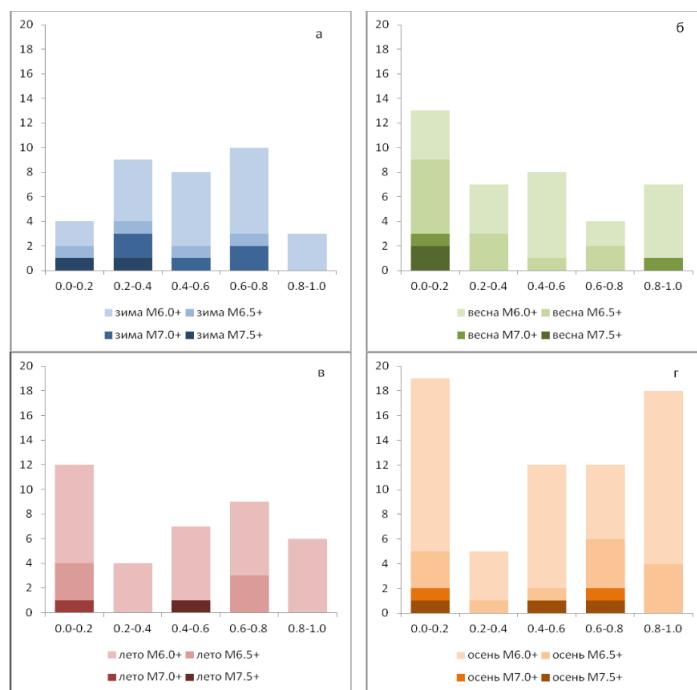
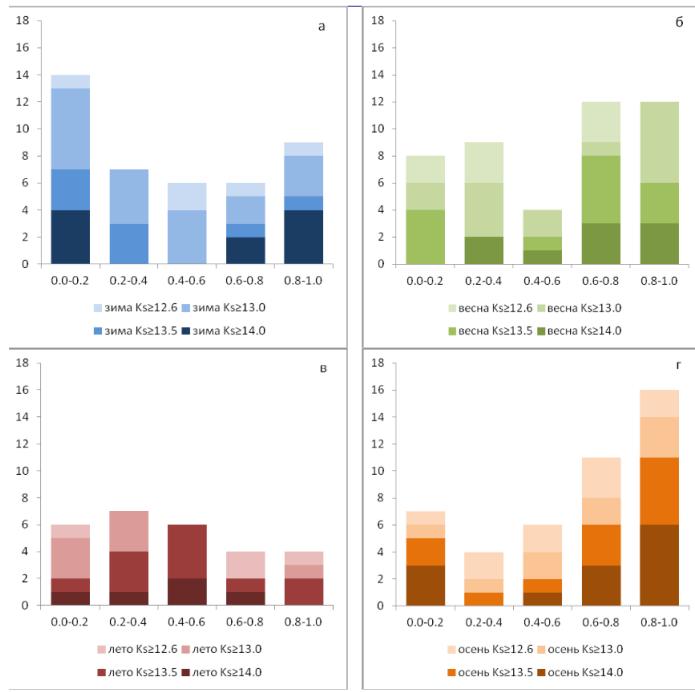


Рис. 2. Распределение курильских землетрясений в зависимости от значений фазы сезона и значений магнитуд

от фаз сезонов не выявлено. Вместе с тем для более обоснованного вывода в отношении землетрясений с $M \geq 7.0$ недостаточно данных.

При анализе распределения землетрясений внутри всех сезонов в целом видно, что для камчатских землетрясений для всех энергетических диапазонов и всех сезонов сохраняется тенденция увеличения количества землетрясений к началу и к концу сезонов (рис. 3а). Для Курильских землетрясений только в началах сезонов отмечается увеличение их количества (рис. 3б).

На основе анализа распределения сильных землетрясений Камчатки и Курильских островов в зависимости от фаз астрономических сезонов показано, что переходы от осени к зиме и, в меньшей степени, от весны к лету можно рассматривать как некоторое внешнее воздействие, обуславливающее повышенную частоту их возникновения.

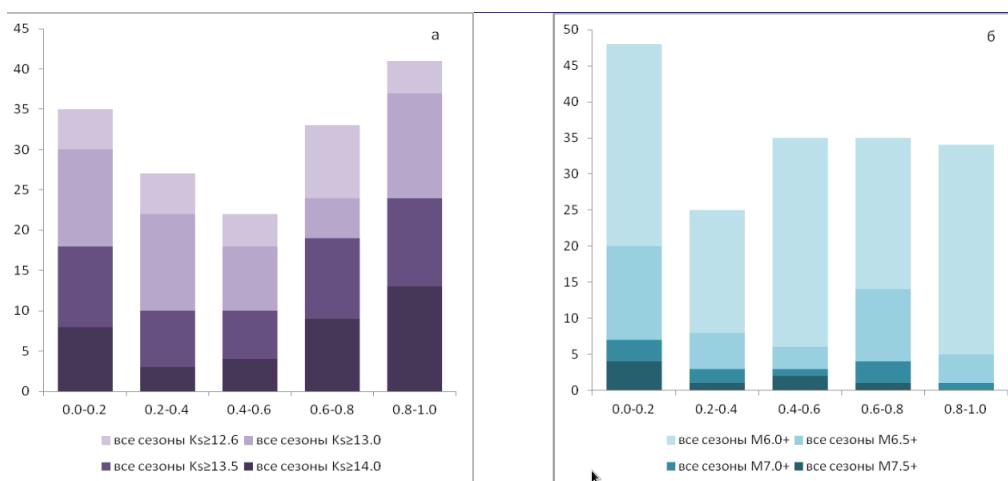


Рис. 3. Распределение сильных камчатских (а) и Курильских (б) землетрясений, полученное методом наложения эпох, в зависимости от значений фаз сезонов и энергетических диапазонов

Литература

1. Андреева М.Ю, Сасорова Е.В., Левин Б.Ф. Особенности внутригодового распределения землетрясений Курильского региона // Тихоокеанская геология. 2009. Т. 28, № 5. С. 85-95.
2. Барляева Т.В., Морозова А.Л., Пудовкин М.И. Влияние космических факторов на развитие землетрясений // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов "Геофизика-99 Геофизические методы исследования Земли и недр" Санкт-Петербург, 9-12 ноября 1999 г. М. 2000. С. 8-19.
3. Бузевич А.В. Солнечная активность и сейсмичность на Камчатке // Сборник докладов III международной конференции "Солнечно-земные связи и электромагнитные предвестники землетрясений" с. Пааратунка, 16-21 августа 2004 г. Электронный ресурс [http://www.kcs.iks.ru/ikir].
4. Климишин И.А. Календарь и хронология. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. 480 с.
5. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. М.: ФИЗМАТГИЗ, 1961. 494 с.

6. Левин Б.Ф., Сасорова Е.В., Журавлев С.А. Внутригодовая повторяемость активизации сейсмического процесса для Тихоокеанского региона // ДАН. 2005. Т. 403. № 4. С. 534-540.
7. Серафимова Ю.К. О связи сильных ($M_w \geq 7.5$) землетрясений Камчатки с солнечной активностью // Материалы научно-технической конференции "Геофизический мониторинг Камчатки 17-18 января 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский. Петропавловск-Камчатский: Оттиск, 2006. С. 171-177.
8. Сытинский А.Д. О связи землетрясений с солнечной активностью // Физика Земли. 1989. № 2. С. 13-30.
9. Широков В.А. Влияние космических факторов на геодинамическую обстановку и ее долгосрочный прогноз для северо-западной части Тихоокеанской тектонической зоны // Вулканализм и геодинамика. М.: Наука, 1977. С. 103-115.
10. Широков В.А., Серафимова Ю.К. О связи 19-летнего лунного и 22-летнего солнечно-го циклов с сильными землетрясениями и долгосрочный сейсмический прогноз для северо-западной части Тихоокеанского тектонического пояса // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2006. № 2. Вып. № 8. С. 120-133.

Methodical aspects of estimation of trigger effect of seasonal prevalence on seismicity

Serafimova Yu.K.

Kamchatka Branch of the Geophysical Survey RAS, Russia

On the example of Kuril-Kamchatka region, the relation between earthquake occurrence and season change is considered. Season change is determined by the year cycle time of the Earth rotation around the Sun and by the inclination of the planet rotation axis relative to the orbital plane, and it can be considered as a trigger on earthquake occurrence with different energy level, including strong events.

In this study we use astronomical seasons, which are determined by the dates of solstices and equinoxes. Applying the epoch superposition method, statistical significance of timing between season phases and Kamchatka and Northern Kuril earthquakes is estimated.