

# АНАЛИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЛИННОПЕРИОДНЫХ СЕЙСМОГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ. НОВЫЕ ВЫЗОВЫ

<sup>1</sup>А.Л. Собисевич, чл.-корр. РАН, Л.Е. Собисевич, д.т.н.

<sup>2</sup>А.Г. Фатьянов, д.ф.-м.н., <sup>1</sup>А.В. Разин, д.ф.-м.н.

<sup>1</sup>ИФЗ РАН, г. Москва

<sup>2</sup>ИВМиМГ СО РАН, г. Новосибирск

В последнее время в процессе обсерваторских наблюдений зафиксирован следующий неизвестный ранее экспериментальный факт. В периоды формирования очаговых структур крупных сейсмических событий и в момент начала землетрясения (главного толчка) современные обсерваторские информационно-измерительные системы фиксируют «мгновенное» длиннопериодное сейсмогравитационное возмущение, предвещающее  $P$ -волны в точке наблюдения [1, 2]. Известно, что для классических упругих сред никакого сигнала, предшествующего прямым продольным  $p$ -волнам, быть не может [3]. Данный парадокс ряд французских и американских авторов объясняет возникновением гравитационных волн, распространяющихся со скоростью, близкой к скорости света [1]. Другие исследователи считают недостаточно обоснованной предложенную в [1] физику объяснения сейсмогравитационного процесса [4].

Настоящий доклад посвящен теоретическому объяснению появления быстрых «мгновенных» сигналов при сильных землетрясениях. Получено новое аналитическое решение уравнения Клейна-Гордона. При этом источник имеет ультранизкую частоту, которая находится в резонансной области [5]. Аналитическое решение показало, что в данной частотной области волновой процесс состоит из двух слагаемых. Одно из них представляет «мгновенное» длиннопериодное сейсмогравитационное возмущение. Второе – это сформировавшаяся сейсмогравитационная волна  $p$ . Таким образом, происхождение длиннопериодного сейсмогравитационного процесса, развивающегося в формирующейся резонансной очаговой области крупного сейсмического события, в первом приближении можно объяснить, используя классическое уравнение Клейна-Гордона [6]. Приведены результаты аналитического моделирования, показывающие хорошее совпадение с результатами приведенных натуральных наблюдений.

**Работа выполнена в рамках государственного задания ИФЗ РАН и ИВМиМГ СО РАН.**

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Vallee M., Ampuero J.P., Juhel K., Bernard P., Montagner J.-P., Barsuglia M.* Observations and modeling of the elastogravity signals preceding direct seismic waves // *Science*. – 2017. – V. 358. – P. 1164–1168. doi: 10.1126/science.aao0746
2. *Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е., Канониди К.Х.* УНЧ возмущения в вариациях магнитного поля Земли (результаты обсерваторских наблюдений). – М.: ИФЗ РАН, 2019. – 224 с.
3. *Аки К., Ричардс П.* Количественная сейсмология: Теория и методы. В 2-х т. Т. 2. – М.: Мир, 1983. – С. 88.
4. *Kimura M., Kame N., Watada S., Ohtani M., Araya A., Imanishi Y., Ando M., Kunugi T.* Earthquake-induced prompt gravity signals identified in dense array data in Japan // *Earth, Planets and Space*. – 2019. – V. 71, N 27. doi: 10.1186/s40623-019-1006-x
5. *Морс Ф.М., Феибих Г.* Методы теоретической физики. В 2-х т. Т. 1. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1958. – 931 с.
6. *Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е., Фатьянов А.Г.* Длиннопериодные сейсмогравитационные процессы в литосфере. – М.: ИФЗ РАН, 2020. – 228 с.