

**РАСЧЕТ И АНАЛИЗ РОЛИ ПРИЛИВНЫХ СИЛ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ  
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

**Д. Л. Чубаров**

*Научный руководитель профессор М.М. Немирович-Данченко*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

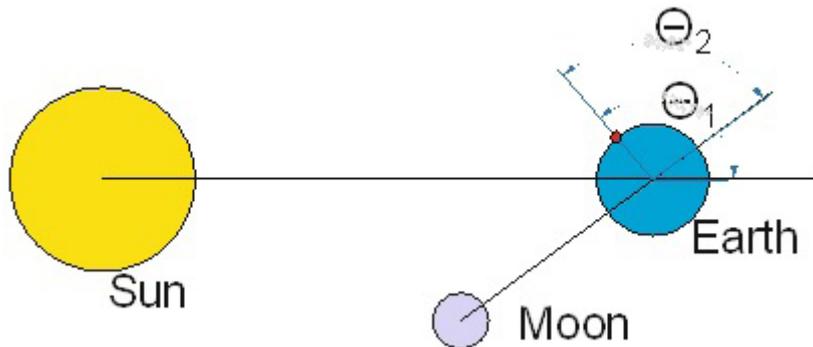
18 марта 2015 года в г. Сендай (Япония) была принята Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015-2030 гг. при поддержке Бюро по сокращению риска бедствий ООН и по поручению генеральной ассамблеи ООН. Данная работа направлена на изучение природы землетрясений, что говорит об актуальности исследования.

Стоит отметить, что в Арктическом регионе имеются зоны с повышенной сейсмологической активностью, например, разлом, проходящий к востоку от Новосибирских островов. Однако, сейсмологические наблюдения здесь ограничены лишь точечными станциями, поэтому о качественном мониторинге сейсмологической обстановки в Арктике говорить не приходится.

Одним из механизмов, приводящих к землетрясению, может быть воздействие приливных сил со стороны Солнца и Луны. Так, по мнению некоторых авторов, приливные силы вызывают движения отдельных блоков, плит и континентов [1, 3].

Цель работы – усовершенствовать известную, принятую за основу, математическую модель действия приливных сил и рассчитать влияние этих сил на условный объект, находящийся на поверхности Земли, принимая во внимание ее вращение.

Приливные силы, действующие со стороны Луны или Солнца, могут иметь горизонтальные и вертикальные составляющие. Горизонтальные и вертикальные составляющие вектора приливной силы рассчитываются с учетом угла  $\theta$ .



*Рис. 1. Пример взаимного расположения Солнца и Луны*

$$F_{vert} = G \frac{mM_{Sun}}{R^2} r (3 \cos^2 \theta - 1) = \frac{3}{2} G \frac{mM_{Sun}}{R^2} r \left( \cos 2\theta + \frac{1}{3} \right) \quad (2)$$

$$F_{vert} = G \frac{mM_{Moon}}{R^2} r (3 \cos^2 \theta - 1) = \frac{3}{2} G \frac{mM_{Moon}}{R^2} r \left( \cos 2\theta + \frac{1}{3} \right) \quad (3)$$

Далее необходимо принимать во внимание, что взаимное положение Луны и Солнца – величина переменная, поэтому для разных положений на одну и ту же точку будет оказываться разное суммарное воздействие.

Для того чтобы с наибольшей точностью и достоверностью исследовать взаимосвязь приливных сил и сейсмологической активности, следующим шагом исследования должно стать математическое моделирование условной среды и расчета воздействия приливных компонент для нее. Моделирование предполагается проводить численным методом, изложенным в [4]. Метод основан на конечно-разностном аналоге полной системы уравнений механики сплошных сред, дополненном специальным алгоритмом для расчета трещин (разломов) в деформируемых средах [2]. По мере расчета в окрестности каждой математической точки среды вычисляется суммарная повреждаемость среды, и при выполнении пространственно-временного критерия разрушение считается состоявшимся в данной точке. Характер появившейся при этом трещины полностью определяется соотношением компонент тензора напряжений до разрушения.

Модельная среда представляет собой некоторый объем земной коры с заданными размерами. Обязательным условием для такой среды является наличие как минимум двух блоков, олицетворяющих участки различных литосферных плит, а также наличие «зацепа» на границе этих блоков, в котором как раз и будет накапливаться напряжение, впоследствии приводящее к землетрясению.

Чтобы рассчитать и проанализировать влияние приливных компонент на процесс накопления напряжения и его разгрузки, необходимо, задавшись скоростями движения модельных плит, рассчитать время, через которое произойдет разгрузка напряжения без учета влияния приливных компонент и с учетом этого влияния. Для расчета горизонтальной и вертикальной составляющих приливных модуляций необходимо задать координаты

поверхности и временной интервал, в котором будут происходить изменения ускорения силы тяжести (рис. 2, 3).

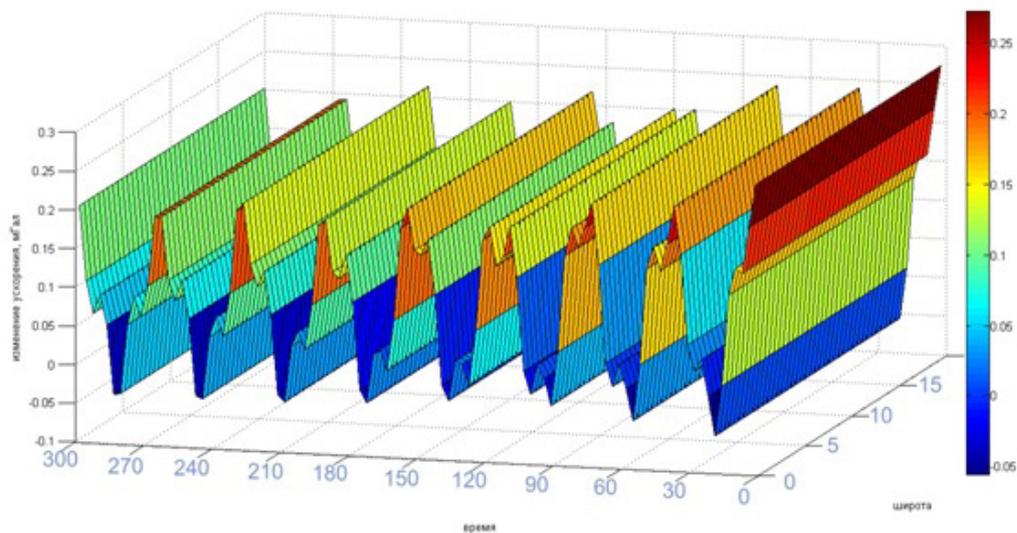


Рис. 2. Изменение вертикальной компоненты ускорения силы тяжести от времени (300 часов) и широты

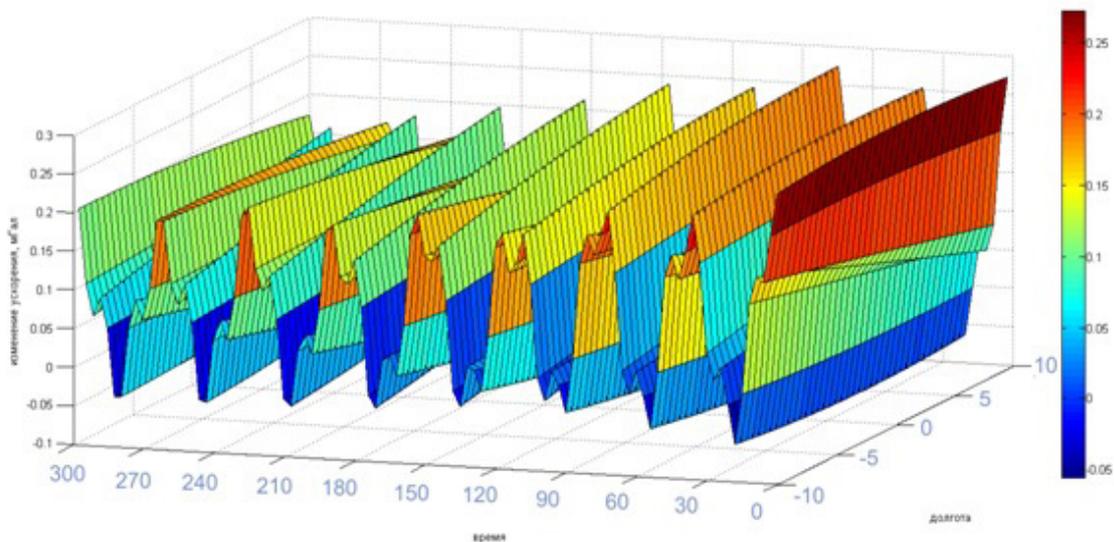


Рис. 3. Изменение вертикальной компоненты ускорения силы тяжести от времени (300 часов) и долготы

#### Литература

1. Авсюк Ю. Н. Связь приливной эволюции системы Земля-Луна с проблемами геодинамики// Вестник Российской Академии Наук. – 1996. – Т. 66. – №2 – С.129-134.
2. Гриднева В.А., Немирович-Данченко М.М. Метод раздвоения точек сетки для численного расчета разрушения твердых тел / Депонированная рукопись № 3258-83 14.06.1983
3. Мюррэй К. Дермотт С. Динамика Солнечной системы. – М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ. – 588 с.
4. Немирович-Данченко М.М., Стефанов Ю.П. Применение конечно-разностного метода в переменных Лагранжа для расчета волновых полей в сложнопостроенных средах // Геология и геофизика. – 1995. – Т. 36. – № 11. – С. 95-104.