

# ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ И МЛЕЧНОМ ПУТИ

**Короченцев В.И.<sup>1</sup>, Будрин С.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Дальневосточный федеральный университет*

<sup>2</sup>*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, г. Владивосток  
korochentsev.vi@dvfu.ru*

Понятие гравитационных волн достаточно широкое. В многочисленных работах под гравитационными волнами понимают любые возмущения среды под воздействием гравитационных потенциалов масс. В настоящей работе под гравитационной волной будем понимать возмущение поля от ускоренно движущейся гравитационной массы, которое можно измерить гравиметрическими приборами различной конструкции (гравиметры, вариометры и другие).

В качестве излучателя гравитационной волны будем считать Луну, движущуюся ускоренно, в системе Земля-Луна относительно центра координат, совпадающей с геометрическим центром Земли.

В наших работах [1, 2] в 2012 году экспериментально измерено изменение показания гравиметра типа CG-5 Autograv, установленного в бухте Витязь на базе Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН, при различных траекториях прохождения Луны относительно базы измерений. Установлена корреляционная связь между показаниями гравиметра и генераций приливной волны в районе измерений. Экспериментально измеренная скорость, определённая как:

$$C_{гр} = \frac{r_{Луна - Земля}}{\Delta t} \quad (1)$$

$C_{гр}$  – скорость прихода на гравиметр возмущений от Луны,  $\Delta t$  – разность во времени сигнала между визуальным наблюдением Луны и сигналом, приходящим на гравиметр, Луна - Земля – расстояние между Луной и Землёй. Экспериментально установлено, что  $C_{гр} = 3,6 \cdot 10^3$  м/с с погрешностью измерений, не превышающей

20%. Рассмотрим теоретический подход к определению скорости гравитационных волн в данном выше определении. Классическое определение гравитационных волн введено А. Эйнштейном при рассмотрении общей теории относительности [3].

В теории А. Эйнштейна удобно пользоваться переменными  $g^{ik}$  в гармоничной  $\delta$  системе, в которой  $\frac{\delta g^{ik}}{\delta x} = 0$  ( $i, k=0, 1, 2, 3$ ). В слабом поле  $g^{ik} \approx g^{(0)ik}$

$$g^{0ik} = \begin{cases} 0 & \text{при } i \neq k \\ 1 & \text{при } i = k = 1, 2, 3 \\ -1 & \text{при } i = k = 0 \end{cases}$$

В линейном приближении тензор Эйнштейна

$$G^{ik} = R^{ik} - \frac{1}{2}g^{ik} R$$

в пустоте, преобразующейся в

$$\begin{aligned} R_{ik} &= \frac{1}{2}g^{(0)im} \frac{\delta i}{\delta x^e \delta x^m} \\ G^{ik} &= -\frac{1}{2}W_g^{ik} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

где  $W$ - Оператор Д'Аламбера. В дальнейших научных работах, посвящённых анализу теории А. Эйнштейна, утверждается, что скорость гравитационных волн равна скорости поперечных электромагнитных волн в вакууме. По нашему мнению, между гравитационными и электромагнитными волнами в вакууме существует только математическая аналогия, а физическая связь ближе к упругим волнам. Действительно, между гравитационными и инерционными массами установлено тождественное равенство. Упругие константы в упругих волнах подобны гравитационным параметрам, на которые обращено внимание в работах [4, 5]. Гравитационную "упругость" системы Луна-Земля предложено определять через эллиптическую траекторию движения Луны.

Определим "упругость" системы по формуле:

$$\Delta \chi_{\text{Земля-Луна}} = \frac{F_{\text{сп}}}{\Delta r / r} \cdot \frac{1}{S_{\text{Луны}}} \quad (3)$$

$F_{\text{гр}}$  – гравитационная сила притяжения между Землёй и Луной,  $Vr$  – разность между большой и малой осями эллипса,

$r$  – расстояние между Землёй и Луной;  $S$  – поверхность Луны. В этом случае, скорость гравитационной волны, излучаемой Луной при ускоренном движении в системе Земля-Луна, может быть определена по следующей формуле

$$C_{гр} = \sqrt{\frac{\chi_{Земля-Луна}}{\rho_{Луны}}} \quad (4)$$

где  $\rho$  – плотность вещества Луны. Сокращая подобные члены, получим следующую формулу для определения численного значения  $C_{гр}(C\text{-Земля})$ , для Млечного пути получим, подставив значения силы, масс Земли, Луны, а также  $\Delta r = 50400$  км. Вычислим теоретическое значение по формуле (4):  $C_{гр} = 3,45 \cdot 10^3$  м/с. Вычисленное значение гравитационной скорости совпадает с экспериментально измеренным значением с учётом погрешности измерений. Вне Солнечной системы скорость гравитационных волн может быть меньше, равна, а даже больше скорости света в вакууме. Подчеркнем, что данные формулы получены для волновых уравнений в приближении лучевой теории. Уточнение этих формул можно осуществить с учетом дифракции гравитационных волн. В случае, если скорость гравитационных волн равна, или больше скорости света, можно объяснить такие виртуальные явления, как красное смещение, расширение вселенной, появление черных дыр. По-видимому, эти явления связаны в качестве измерительного канала мы используем оптический диапазон, а результат измерений характеризует взаимодействие световых волн и гравитационных полей, существующими между реальными массами.

### Литература

1. Короченцев В.И. Теоретическое и экспериментальное определение скорости гравитационных волн в системе Земля-Луна // Физика геосфер: двенадцатый Всероссийский симпоз., 6-10 сент. 2021. Владивосток, мат. докл. / ТОИ ДВО РАН. 2021. С. 233-234. [Эл. ресурс] <https://www.poi.dvo.ru/conf/phg2021> ISBN 978-5-6044821-9-3.
2. Korochentsev V.I., Lisunov E.V., Volkova A.A. «Study of Ocean Tidal Waves Depending on Variation of the Earth's Gravitational Field Under the Influence of the Sun and the Moon» // ICESCC 2012: International Conference on Earth Science and Climate Change to be held in Paris, France during June 27-28. 2012.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля // 6 изд. М., 1973. С. 460.

4. Pacific Congress on Marine Science and Technology, Honolulu, Hawaii, USA, «Increase in probability of the tsunami formation correct forecast». 2010.
5. Известия ЮФУ технические науки 2011г // «Увеличение вероятности правильного прогноза цунами на примере катастрофы 11 марта (Япония)». Издательство ТТИЮФУ 2011.