

## УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

АСАНБАЕВА ДЖ.А., БАЙБАГЫСОВА Д.Ж.

ТТИ КГТУ им. И.Раззакова

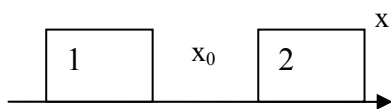
[izvestiva@ktu.aknet.kg](mailto:izvestiva@ktu.aknet.kg)

*В работе показана природа гравитационных волн и механизм возникновения землетрясений. Получено уравнение движения гравитационной волны при землетрясении, где показана причина возникновения двойного толчка.*

Целью работы является доказательство возникновения гравитационной волны при землетрясении и получение уравнения движения гравитационной волны в случае землетрясения.

В работе [1 ÷ 8] предложено доказательство единство всех видов полей Природы, единство зарядов и единство источников всех видов полей. Источниками всех видов полей является элементарные частицы, которые представляют собой сгустки из вращающегося гравитационного поля. При движении элементарной частицы образуется индукционное гравитационное поле. Такое поле действует на любую частицу, находящуюся в этом поле (даже на саму частицу создающую поле, в случае самоиндукции)

Рассмотрим возникновение гравитационной волны в случае землетрясения. По современным представлениям землетрясения происходят в результате столкновений больших плит коры земной поверхности. Пусть две плиты расположены на расстоянии  $x_0$  друг от друга (рис.1)



**Рис.1**

Первая плита 1 ударяет вторую плиту 2 с силой

$$F_{12} = M_1 \cdot a_1, \quad (1)$$

где  $M_1$  – масса первой плиты 1,  $a_1$  – ее ускорение, полученное, например, при возникновении цунами в океане или других движениях земной коры. Это ускорение можно найти по формуле

$$a_1 = \frac{x_0}{t_0^2}, \quad (2)$$

где  $x_0$  – ширина трещины между плитами,  $t_0$  - время движения первой плиты 1 до второй 2. Подставим (2) в (1):

$$F_{12} = M_1 \cdot \frac{x_0}{t_0^2}. \quad (3)$$

Кинетическая энергия движения  $T_1$  первой плиты 1 расходуется на кинетическую энергию движения  $T_2$  второй плиты 2 и на деформацию поверхностной части плиты 2, т.е.

$$T_1 = T_2 + \Pi, \quad (4)$$

где  $T_1$  и  $T_2$  – кинетические энергии движения плит,  $\Pi$  – потенциальная энергия упругой деформации поверхностной части плиты 2. Формулу (4) можно выражать через скорости плит и величины максимального смещения в виде

$$\frac{M_1 v_0^2}{2} = \frac{M_2 v_2^2}{2} + \frac{\wp A_0^2}{2}, \quad (5)$$

где  $\wp$  - коэффициент упругости вещества плиты 2, а  $v_0 = \frac{x_0}{t_0}$  - скорость движения первой плиты

1 до столкновения со второй плитой 2, а максимальное смещение частиц плиты 2 будет равно ( $x_m = A_0$ ) амплитуде колебаний частиц вещества плиты 2. Из (5) можно найти

$$A_0^2 = \frac{M_1 v_0^2 - M_2 v_2^2}{\wp}, \quad (6)$$

где  $v_2$  - скорость движения плиты 2 после удара плитой 1. В формуле (6) видно, что начальная амплитуда  $A_0$  зависит, кроме масс плит и скоростей их движения, еще от коэффициента упругости вещества плиты 2, поэтому если плита 2 неоднородна, то для каждой части неоднородностей бу-

дет своя амплитуда колебаний. В результате, где песок будет своя амплитуда колебаний, а где болото – соответствующая амплитуда колебаний.

Движение плиты 2 со скоростью  $v_2$  - общее движение и особо не участвует в разрушительных действиях. А распространение упругих колебаний каждой частицы при деформации поверхностного слоя плиты 2 образует волновые процессы. Причем волна упругих колебаний частиц вещества вызывает волну гравитационного поля. Далее рассмотрим вывод уравнения гравитационной волны, возникшей при землетрясении. Сила удара (3) плиты 1 по третьему закону Ньютона численно будет равна сумме сил реакции  $F_{21}$  и упругой силы, возникающей при деформации поверхностной части плиты 2

$$F_{12} = F_{21} + F_{y0} ,$$

или

$$M_1 a_1 = -M_2 a_2 + \wp A_0 \quad (7)$$

где  $F_{y0} = -\wp A_0$  . Сила упругости в начальный момент удара плиты 1 об вторую плиту 2, когда начальное смещение частиц плиты 2 будет максимальной и равной начальной амплитуде их колебаний. Под действием этой упругой силы, образованная механическая волна распространяется по второй плите 2, причем волна будет затухающей пока дойдет до ее края. Уравнение этой затухающей волны

$$\xi_{12} = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t - kx) , \quad (8)$$

где  $t$  – время,  $\beta$  – коэффициент затухания, равный

$$\beta = \frac{r}{2m_0} , \quad (9)$$

здесь  $r$  - коэффициент сопротивления среды, окружающей плиту 2 (океаны и др.),  $m_0$  – масса мельчайших частиц плиты 2 (в частности элементарных частиц вещества плиты 2) ,  $\omega$ - круговая (циклическая) частота колебаний частиц вещества, составляющих плиту 2, равная

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu , \quad (10)$$

здесь  $T$  – период,  $\nu$  – частота колебаний,  $k$  – волновое число, равное

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{vT} = \frac{2\pi\nu}{v} , \quad (11)$$

здесь  $\lambda$  - длина образованной волны в плите 2, - фазовая скорость волны. Фазовая скорость продольной волны зависит от свойства среды в которой распространяется волна, а в данном случае от свойства веществ плиты 2 ( $v = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$  , где  $G$  - модуль упругости вещества, а  $\rho$  - его плотность.).

Следовательно, длина волны  $\lambda$  зависит от фазовой скорости

$$\lambda = v \cdot T = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \cdot T . \quad (12)$$

Когда волна доходит до края плиты 2,  $x = l$  , где  $l$  - длина плиты 2. Время прохода волны длины плиты  $l$  равно

$$t = \frac{l}{v} . \quad (13)$$

Любая плита земной коры упирается об стенку другой плиты или воды, поэтому волна (8) отражается от края плиты 2. Отраженная волна выражается уравнением

$$\xi_2 = A_0 e^{-\beta(t+\tau)} \cos[\omega(t+\tau) - k(l-x)] \quad (14)$$

где  $l$  -длина плиты 2,  $\tau$  - время, за которое волна дошла до края плиты, которое можно найти, если известны  $l$  и  $v_\phi$  по формуле

$$\tau = \frac{l}{v_\phi} \quad (15)$$

Накладываются две волны (8) и (14), соответственно их уравнения также складываются:

$$\xi_{12} = \xi_1 + \xi_2 = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t - kx) + A_0 e^{-\beta(t+\tau)} \cos[\omega(t+\tau) - k(l-x)] =$$

$$\begin{aligned}
&= A_0 e^{-\beta t} \left[ \cos(\alpha - kx) + e^{-\beta \tau} \cos(\alpha + kx + \omega \tau - kl) \right] = \\
&= A_0 e^{-\beta t} \left[ \cos(\alpha - kx) + e^{-\beta \tau} [\cos(\alpha + kx) \cdot \cos(\omega \tau - kl) - \sin(\alpha + kx) \cdot \sin(\omega \tau - kl)] \right] = \\
&= A_0 e^{-\beta t} \left[ \cos \alpha \cdot \cos kx + \sin \alpha \cdot \sin kx + e^{-\beta \tau} [(\cos \alpha \cdot \cos kx - \sin \alpha \cdot \sin kx) \cos(\omega \tau - kl) - \right. \\
&\quad \left. - (\sin \alpha \cos kx + \cos \alpha \cdot \sin kx) \sin(\omega \tau - kl) \right] = A_0 e^{-\beta t} [\cos \alpha \cdot \cos kx + \sin \alpha \cdot \sin kx + \\
&\quad + e^{-\beta \tau} \cos(\omega \tau - kl) \cos \alpha \cdot \cos kx - e^{-\beta \tau} \cos(\omega \tau - kl) \sin \alpha \cdot \sin kx - \\
&\quad - e^{-\beta \tau} \sin(\omega \tau - kl) \sin \alpha \cdot \cos kx - e^{-\beta \tau} \sin(\omega \tau - kl) \cos \alpha \cdot \sin kx] = \\
&= A_0 e^{-\beta t} [(1 + e^{-\beta \tau} \cos(\omega \tau - kl)) \cos \alpha \cdot \cos kx - e^{-\beta \tau} \sin(\omega \tau - kl) \sin kx \cdot \cos \alpha] + \\
&\quad [(1 - e^{-\beta \tau} \cos(\omega \tau - kl)) \sin \alpha \cdot \sin kx - e^{-\beta \tau} \sin(\omega \tau - kl) \cos kx \cdot \sin \alpha] \quad (16)
\end{aligned}$$

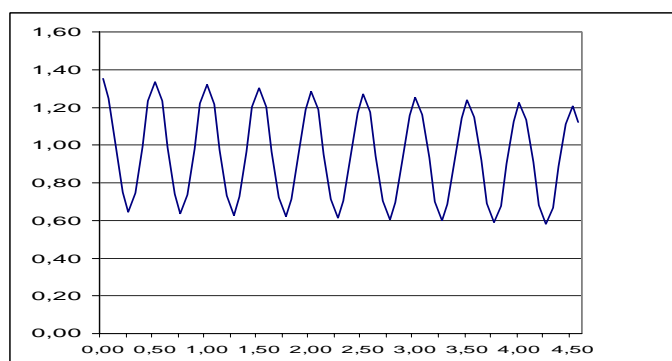
Если учитывать формулы (10) и (11), то выражение (16) принимает вид:

$$\begin{aligned}
\xi_{12} = & A_0 e^{-\beta t} [(1 + e^{-\beta \tau} \cos(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{l}{v_\phi} - \frac{2\pi}{\lambda} l)) \cos \alpha \cdot \cos kx - e^{-\beta \tau} \sin(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{l}{v_\phi} - \frac{2\pi}{\lambda} l) \times \\
& \times \sin kx \cdot \cos \alpha] + [(1 - e^{-\beta \tau} \cos(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{l}{v_\phi} - \frac{2\pi}{\lambda} l)) \sin \alpha \cdot \sin kx - e^{-\beta \tau} \sin(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{l}{v_\phi} - \frac{2\pi}{\lambda} l) \times \\
& \times \cos kx \cdot \sin \alpha] = A_0 e^{-\beta t} [(1 + e^{-\beta \tau} \cos \alpha \cdot \cos kx) + [(1 - e^{-\beta \tau} \sin \alpha \cdot \sin kx)]] \quad (17)
\end{aligned}$$

Построим график функции (17) задавая  $T = 0,05 \text{ с.}$ ,  $\beta = 0,5$ ,  $A_0 = 0,5 \text{ см.}$ ,  $t$  и  $x$  соответственно изменяются по таблице

№	$t$	$x$	$\xi_{12}$ (в см.)
1	0	0	1,35
2	$\frac{1}{4}T$	$\frac{1}{4}\lambda$	0,64
3	$\frac{1}{2}T$	$\frac{1}{2}\lambda$	1,34
4	$\frac{3}{4}T$	$\frac{3}{4}\lambda$	0,64
5	$T$	$\lambda$	1,32
6	$\frac{5}{4}T$	$\frac{5}{4}\lambda$	0,36
7	$\frac{3}{2}T$	$\frac{3}{2}\lambda$	1,30
8	$\frac{7}{4}T$	$\frac{7}{4}\lambda$	0,62
9	$2T$	$2\lambda$	1,29
10	$\frac{9}{4}T$	$\frac{9}{4}\lambda$	0,61
11	$\frac{5}{2}T$	$\frac{5}{2}\lambda$	1,27
12	$\frac{11}{4}T$	$\frac{11}{4}\lambda$	0,60
13	$3T$	$3\lambda$	1,25
14	$\frac{13}{4}T$	$\frac{13}{4}\lambda$	0,60
15	$\frac{7}{2}T$	$\frac{7}{2}\lambda$	1,24

16	$\frac{15}{4}T$	$\frac{15}{4}\lambda$	0,59
----	-----------------	-----------------------	------



**Рис. 2**

Уравнение (17) является уравнением распространения гравитационной волны, а графиком изменения амплитуды будет представляться рис.2.

### Литература

1. Кадыров С. Единая теория и вопросы космологии и элементарных частиц. – Фрунзе: Илим, 1989г., 128 стр.
2. Кадыров С. Анализ некоторых фундаментальных вопросов естествознания в свете теории единого поля. – Бишкек: Илим, 1996г., 128стр.
3. Кадыров С. Всеобщая физическая теория единого поля и решение фундаментальных проблем естествознания. – Бишкек: Шам, 200г., 52 стр.
4. Асанбаева Д.А. Экспериментальные факты подтверждающие образование гравитационной массы. Труды конгресса - 2002 «Фундаментальные проблемы естествознания и техники», часть 1- Санкт-Петербург – 2002, 11-19 стр.
5. Асанбаева Д.А. Решеточная модель ядра и атома. Бишкек:Технология, 2000, 77 стр.
6. Асанбаева Д.А. Решеточная модель ядра. Труды международной научно-практической конференции «Естественно-гуманитарные науки и их роль в подготовке инженерных кадров», часть1-Алматы 2002, 42-45 стр.
7. Асанбаева Д.А., Джапаров Р.Д. Индукция гравитационного поля. Труды конгресса – 2006 «Фундаментальные проблемы естествознания и техники», часть 1. Санк – Петербург – 2006., 20-25 стр.