

УДК 539.37:53.03

DOI: 10.32326/1814-9146-2022-85-2-267-274

## **О ВОЛНЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ТЕЛЕ ЗЕМЛИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ВРАЩЕНИЕМ МАНТИИ И ЯДРА**

© 2023 г.

**Февральских Л.Н.**

*Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация*

*grigorieva\_ln@mail.ru*

*Поступила в редакцию 24.01.2023*

Сейсмическая энергия, образовавшаяся в результате упругой деформации тектонических плит или блоков пород, реализуется разгрузкой при деформациях, превышающих предел прочности пород. Общепринятые в настоящее время модели очага землетрясения по сути являются локальными и не в состоянии установить связь сейсмической активности с некоторыми геофизическими явлениями планетарного масштаба. Одна из особенностей сейсмичности – повторяемость сильных землетрясений в одном месте через определенный интервал времени.

Цель настоящей статьи – исследование влияния дифференциального вращения твердого ядра Земли и мантии на сейсмические процессы. Установлено, что скорость вращения твердого ядра превышает скорость вращения мантии. В относительном движении твердое ядро совершает один оборот предположительно за 200–400 лет. Ранее, исходя из этого, было предложено объяснение долгопериодических вариаций длительности суток. В настоящей статье на простой механической модели показано, что дифференциальное вращение упругой мантии и твердого ядра эллипсоидальной формы порождает волну напряжений в теле Земли. Представление о волне напряжений является качественно новым в физическом описании сейсмического процесса.

Для демонстрации этого эффекта приведено решение задачи о деформировании упругой сферической оболочки, взаимодействующей с вращающимся в ее полости твердым телом в форме гантели. При решении задачи использован аппарат шаровых векторов. Построено распределение напряжений сферического слоя внутри оболочки и выделены зоны наибольшего риска. Показано, что учет дифференциального вращения приводит к миграции зон наибольшего риска с периодом, равным половине периода полного оборота гантели относительно оболочки (100–200 лет). Результаты могут быть полезны при изучении связи между сейсмичностью и режимами вращения планеты.

*Ключевые слова:* сейсмическая активность, периодичность, эллипсоидальное ядро, внутреннее напряжение, миграция очагов.

## Введение

В рамках концепции волнового сейсмического процесса землетрясения рассматриваются в пространстве и во времени с учетом взаимодействия между их очагами. Одной из наблюдаемых особенностей сейсмичности является повторяемость в одном месте через определенный интервал времени наиболее сильных землетрясений [1–5]. Продолжительность сейсмического цикла составляет порядка 100–200 лет.

Исходя из блокового строения геофизической среды и сильно выраженных ее нелинейных свойств, разработано большое количество математических моделей для описания локальных сейсмических эффектов [1, 6–9]. Вместе с тем имеются данные о взаимосвязи между землетрясениями и планетарными процессами в атмосфере, мировом океане, вариациями угловой скорости вращения Земли, ее нутацией, которые не находят места в локальных моделях очага землетрясения, как, впрочем, и взаимодействие между очагами землетрясений. обстоятельный обзор работ, посвященных сейсмичности и волновому сейсмическому процессу, представлен в монографии [1].

Анализ волн, вызванных мощными землетрясениями, и сейсмического отклика на подземные ядерные взрывы позволяет сделать вывод об опережающем вращении твердого ядра по отношению к мантии, составляющем один оборот за 170–200 лет [10, 11]. Смысл этого эффекта легко уяснить на простой механической модели двух сферически-симметричных твердых тел, моделирующих мантию и твердое ядро [12]. Дальнейшее развитие модели, состоящее в учете гравитационного взаимодействия между телами с трехмерными эллипсоидальными поверхностями, позволило объяснить наблюдаемые долгопериодические колебания длительности суток [13–15]. Эта модель допускает также возможность радиального течения в жидком ядре, наличие которого определяет существование магнитного поля Земли [16, 17].

В настоящей статье обращено внимание на дифференциальное вращение мантии и твердого ядра Земли и гравитационное взаимодействие между ними как на факторы, связывающие сейсмичность с режимами вращения планеты. Мантия Земли (в отличие от [12–17]) моделируется упругой сферической оболочкой. Внутреннее ядро, имеющее форму эллипсоида общего вида, вращается относительно оболочки. Гравитационное взаимодействие тел и их дифференциальное вращение создают волну напряжений в оболочке. Для иллюстрации этого эффекта рассмотрена упрощенная задача, в которой упругая оболочка предполагается однородной, а внутреннее тело в гравитационном взаимодействии с оболочкой представлено в форме гантели. Для сферического слоя внутри оболочки построено распределение радиальных напряжений. Показано, что учет дифференциального вращения приводит к миграции зон наибольшего риска с периодом, равным половине периода полного оборота эллипсоида относительно оболочки.

## Постановка задачи

Рассмотрим упругую изотропную сферическую оболочку, ограниченную поверхностями  $r = r_1$  и  $r = r_2 > r_1$ . В центр симметрии оболочки помещается начало связанной с оболочкой системы координат  $Oxuz$ . В полости  $r < r_1$  располагается гантель, представляющая собой две диаметрально противоположные точечные гравитирующие массы  $M$ , расположенные в плоскости  $Oxu$  на расстоянии  $c \ll r_1$  от центра  $O$  (рис. 1). Гантель медленно вращается с постоянной угловой скоростью

$\Omega$  вокруг оси  $Oz$  относительно связанной системы. Внутри оболочки выделена элементарная масса  $dm$ .

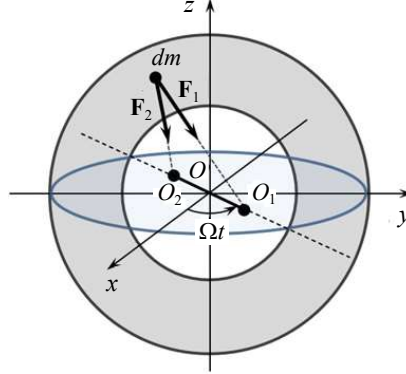


Рис. 1

Запишем проекции гравитационной силы, действующей со стороны гантели на элементарную массу, в сферической системе координат с точностью до второго порядка малости по параметру  $c/r$ :

$$\begin{aligned} F_r &= -\frac{2GMdm}{r^2} \left( 1 - \frac{3}{2} (1 - 3 \sin^2 \theta \cos^2 (\varphi - \Omega t)) \frac{c^2}{r^2} \right), \\ F_\theta &= \frac{6GMdm}{r^2} \sin \theta \cos \theta \cos^2 (\varphi - \Omega t) \frac{c^2}{r^2}, \\ F_\varphi &= -\frac{6GMdm}{r^2} \sin \theta \sin (\varphi - \Omega t) \cos (\varphi - \Omega t) \frac{c^2}{r^2}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $G$  – гравитационная постоянная.

Гравитационное взаимодействие между элементарными массами в расчет не принимается.

Смещение элемента тела в  $Oxyz$  при деформировании характеризуется вектором  $\mathbf{u}(\mathbf{r}, t)$ . Выбор связанной системы осуществляется в соответствии с условиями отсутствия в ней малых поступательных перемещений и поворотов тела как жесткого целого [18]:

$$\int_V \mathbf{u} dV = 0, \quad \int_V [\mathbf{r}, \dot{\mathbf{u}}] dV = 0.$$

В качестве масштабов длины и времени выберем  $R$  – характерный размер оболочки и  $t_*$  – время полного оборота гантели относительно внешнего тела. Масштаб объемной гравитационной силы:  $f_* = \rho GM/R^2$ .

Для безразмерных параметров введем обозначения:

$$\varepsilon = \frac{\rho R^2}{\mu t_*^2}, \quad \delta = \frac{GM t_*^2}{R^3}, \quad \kappa = \frac{\lambda}{\mu}, \quad a = \frac{c}{R}, \quad r' = \frac{r}{R}, \quad r'_1 = \frac{r_1}{R}, \quad r'_2 = \frac{r_2}{R}, \quad \mathbf{u}' = \frac{\mathbf{u}}{R},$$

где  $\rho$  – плотность тела, а  $\lambda, \mu$  – постоянные Ламе. В дальнейших формулах штрихи у безразмерной переменной  $r'$ , смещения  $\mathbf{u}'$  и параметров  $r'_1, r'_2$  опускаем.

Уравнение движения элемента оболочки в связанной системе и условия отсутствия напряжений на внутренней и внешней поверхностях имеют вид:

$$\varepsilon(\ddot{\mathbf{u}} - \delta \mathbf{f}) = (\kappa + 1) \text{grad div } \mathbf{u} + \Delta \mathbf{u}, \quad r_1 < r < r_2, \quad (2)$$

$$(\kappa u_{||} \delta_{ij} + 2u_{ij}) n_j = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad r = r_1, \quad r = r_2, \quad (3)$$

где  $u_{ij}$  – тензор малых деформаций,  $n_j$  – компоненты вектора нормали к поверхности,  $\delta_{ij}$  – символ Кронекера, в  $u_{||}$  предполагается суммирование по повторяющимся индексам.

### Решение задачи о деформировании оболочки

Будем рассматривать случай, когда тело достаточно жестко [19]:

$$\varepsilon \ll 1.$$

Это позволяет искать решение системы (2), (3) в виде ряда по малому параметру  $\varepsilon$ :

$$\mathbf{u}(\mathbf{r}, t) = \varepsilon \mathbf{u}_0(\mathbf{r}, t) + \varepsilon^2 \mathbf{u}_1(\mathbf{r}, t) + \dots$$

Составляющая  $\mathbf{u}_0(\mathbf{r}, t)$  вектора смещения определяется в результате решения следующей задачи:

$$(\kappa + 1) \text{grad div } \mathbf{u}_0 + \Delta \mathbf{u}_0 = -\delta \mathbf{f}, \quad r_1 < r < r_2, \quad (4)$$

$$(\kappa u_{||}^0 \delta_{ij} + 2u_{ij}^0) n_j = 0, \quad i = 1, 2, 3, \quad r = r_1, \quad r = r_2. \quad (5)$$

Преобразуем уравнение (4) к виду:

$$(\kappa + 2) \Delta \mathbf{u}_0 + (\kappa + 1) \text{rot}(\text{rot } \mathbf{u}_0) = -\delta \mathbf{f}. \quad (6)$$

Разложим гравитационную силу в ряд по шаровым векторам [20]:

$$\mathbf{f} = -\frac{4\sqrt{\pi}}{r^2} \mathbf{Y}_{00}^+ + \sqrt{\pi} \frac{a^2}{r^4} (2\sqrt{3} \mathbf{Y}_{20}^+(\theta) - 3\sqrt{2} (\mathbf{Y}_{22}^+(\theta, \varphi - \Omega t) + \mathbf{Y}_{2,-2}^+(\theta, \varphi - \Omega t))).$$

Будем искать решение задачи (5), (6) в виде:

$$\begin{aligned} \mathbf{u}_0 = & \delta (P_{00}(r) \mathbf{Y}_{00}^+(\theta, \varphi) + P_{20}(r) \mathbf{Y}_{20}^+(\theta, \varphi) + M_{20}(r) \mathbf{Y}_{20}^-(\theta, \varphi) + \\ & + e^{-2i\Omega t} [P_{22}(r) \mathbf{Y}_{22}^+(\theta, \varphi) + M_{22}(r) \mathbf{Y}_{22}^-(\theta, \varphi)] + \\ & + e^{2i\Omega t} [P_{2,-2}(r) \mathbf{Y}_{2,-2}^+(\theta, \varphi) + M_{2,-2}(r) \mathbf{Y}_{2,-2}^-(\theta, \varphi)]). \end{aligned} \quad (7)$$

Подстановка (7) в уравнение (6), граничные условия (5) и последующая группировка выражений, стоящих при шаровых векторах и сферических функциях с одинаковыми индексами [20], позволяет получить систему дифференциальных уравнений относительно неизвестных радиальных функций  $P_{lm}(r)$ ,  $M_{lm}(r)$  ( $l = 0, m = 0$ ;  $l = 2, m = 0, \pm 2$ ) с соответствующими условиями на границах. По найденному решению (7) определяются компоненты тензора деформаций и тензора напряжений в сферической системе координат.

### Радиальные напряжения внутри оболочки

Изобразим распределение радиальных напряжений для сферического слоя внутри оболочки на плоскости углов  $(\varphi, \theta)$  связанной системы. На рис. 2, 3 области максимальных напряжений отмечены красным цветом, области минимальных напряжений – синим.

Зафиксируем момент времени, когда гантель находилась на оси  $Ox$ . В этом случае на экваторе возникают два диаметрально противоположных очага, в которых ради-

альное напряжение максимально (см. рис 2). Они находятся на линии, проходящей через гравитирующие массы (ось  $Ox$ ).

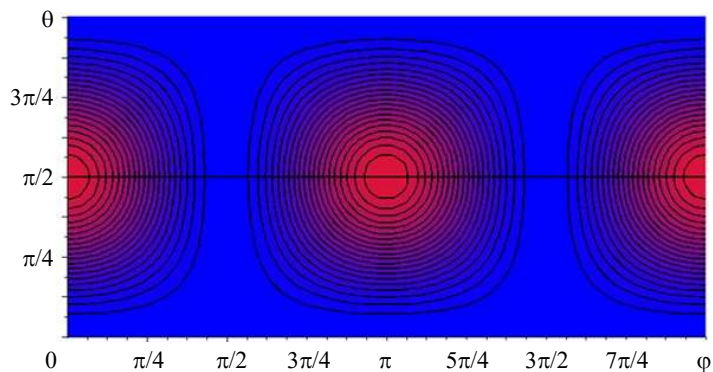


Рис. 2

В случае расположения гантели под углом к экваториальной плоскости картина качественно не меняется. Зоны наибольших напряжений поворачиваются вслед за гантелью: одна переходит в северное полушарие, другая – в южное (см. рис. 3).

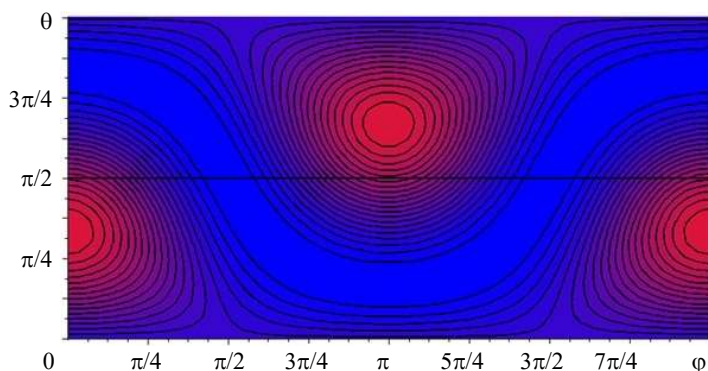


Рис. 3

Учтем вращение гантели относительно оболочки с постоянной угловой скоростью  $\Omega$ . С течением времени будет происходить миграция зон наибольших радиальных напряжений. При несовпадении осей вращения гантели и оболочки одна из двух зон совершает движение выше экватора, другая – ниже. В случае соосного вращения тел зоны наибольших напряжений перемещаются по экватору. Периодичность этого процесса характеризуется полупериодом относительного вращения гантели.

### Заключение

Предложенная модель позволяет объяснить периодичность перемещения зон наибольших напряжений при дифференциальном вращении эллипсоидального ядра и мантии. Периодическим движением зон наибольшего риска можно объяснить миграцию сильных землетрясений с периодом 100–200 лет.

Отметим, что внутреннее напряжение является лишь усиливающим фактором при возникновении сейсмической активности в этой зоне. Определяющим фактором в первую очередь является внезапно увеличившееся давление, создаваемое движением литосферных плит в местах их стыка.

Автор выражает особую благодарность д.ф.-м.н., профессору ИИТММ ННГУ Валерию Вячеславовичу Новикову за оказанную помощь в работе над статьей.

#### Список литературы

1. Викулин А.В. *Физика волнового сейсмического процесса*. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГПУ, 2003. 151 с.
2. Hagen M., Azevedo A. Sun-Moon-Earth interactions with larger earthquakes worldwide connections. *Open Journal of Earthquake Research*. 2019. Vol. 8. No 4. P. 267–298. DOI: 10.4236/ojer.2019.84016.
3. Mogi K. Migration of seismic activity. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*. 1968. Vol. 46. No 1. P. 53–74. <https://gbank.gsj.jp/ld/resource/geolis/196801689>.
4. Novopashina A.V., Sankov V.A. Migrations of released seismic energy in various geodynamic conditions. *Geodynamics & Tectonophysics*. 2018. Vol. 9. No 1. P. 139–163. DOI: 10.5800/GT-2018-9-1-0342.
5. Shimazaki K., Nakata T. Time-predictable recurrence model for large earthquakes. *Geophysical Research Letters*. 1980. No 4. P. 279–282. DOI: 10.1029/GL0071004P00279.
6. Jackson E.D., Shaw H.R., Bargar K.E. Calculated geochronology and stress field orientations along the Hawaiian chain. *Earth and Planetary Science Letters*. 1975. Vol. 26. Iss. 2. P. 145–155. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(75\)90082-5](https://doi.org/10.1016/0012-821X(75)90082-5).
7. Sherman S.I. Deformation waves as a trigger mechanism of seismic activity in seismic zones of the continental lithosphere. *Geodynamics & Tectonophysics*. 2013. Vol. 4. No 2. P. 83–117. DOI: 10.5800/GT-2013-4-2-0093.
8. Sykes L. Decadal seismicity before great earthquakes-strike-slip faults and plate interiors: major asperities and low-coupling zones. *International Journal of Geosciences*. 2021. Vol. 12. No 9. P. 784–833. DOI: 10.4236/ijg.2021.129044.
9. Wu Z., Chen Q., Barosh P., Peng H., Hu D. Stress rise precursor to earthquakes in the Tibetan Plateau. *Natural Science*. 2013. Vol. 5. P. 46–55. DOI: 10.4236/ns.2013.58A1006.
10. Овчинников В.М., Адушкин В.А., Ан В.А. О скорости относительного вращения ядра Земли. *Доклады РАН*. 1998. Т. 362. №5. С. 683–686.
11. Song X., Richards R.G. Seismological evidence for differential rotation of the Earth's inner core. *Nature*. 1996. Vol. 382. P. 221–224. DOI: 10.1038/382221a0.
12. Денисов Г.Г., Новиков В.В. Об оценке вязкости жидкого ядра Земли. *Докл. РАН*. 1998. Т. 362. №4. С. 484–485.
13. Денисов Г.Г., Новиков В.В., Федоров А.Е. О долгопериодических вариациях угловой скорости вращения Земли. *Докл. РАН*. 2005. Т. 400. №5. С. 625–629.
14. Денисов Г.Г., Новиков В.В., Федоров А.Е. Гравитационное взаимодействие твердого ядра и мантии Земли и вариации длительности суток. *Астрономический журнал*. 2008. Т. 85. №12. С. 1143–1150.
15. Денисов Г.Г., Новиков В.В., Федоров А.Е. Как твердое ядро Земли сутки изменяет. *Природа*. 2013. №5. С. 3–10.
16. Денисов Г.Г., Новиков В.В. О течении жидкости между вращающимися поверхностями. *ПМТФ*. 2011. Т. 52. №1. С. 40–46.
17. Новиков В.В., Февральских Л.Н. Течение жидкости между неконцентрическими сферами, совершающими дифференциальное вращение. *Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки*. 2016. Т. 158. Кн. 1. С. 129–140.
18. Денисов Г.Г., Новиков В.В. О свободных движениях деформируемого твердого тела, близкого к шару. *Изв. АН СССР. МТТ*. 1983. №3. С. 43–50.
19. Черноусько Ф.Л. Влияние собственной упругости и диссипации на движение твердого тела относительно центра масс. *Динамика сплошной среды: Сб. статей*. 1979. Вып. 41. С. 118–122.
20. Новиков В.В., Февральских Л.Н. Применение аппарата шаровых векторов в задачах механики. *Проблемы прочности и пластичности*. 2020. Т. 82. №3. С. 317–327. DOI: <https://doi.org/10.32326/1814-9146-2020-82-3-317-327>.

## References

1. Vikulin A.V. *Fizika volnovogo seismicheskogo protsessa* [Physics of the Wave Seismic Process]. Petropavlovsk-Kamchatskiy. KGPU Publ. 2003. 151 p. (In Russian).
2. Hagen M., Azevedo A. Sun-Moon-Earth interactions with larger earthquakes worldwide connections. *Open Journal of Earthquake Research*. 2019. Vol. 8. No 4. P. 267–298. DOI: 10.4236/ojer.2019.84016.
3. Mogi K. Migration of seismic activity. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*. 1968. Vol. 46. No 1. P. 53–74. <https://gbank.gsj.jp/ld/resource/geolis/196801689>.
4. Novopashina A.V., Sankov V.A. Migrations of released seismic energy in various geodynamic conditions. *Geodynamics&Tectonophysics*. 2018. Vol. 9. No 1. P. 139–163. DOI: 10.5800/GT-2018-9-1-0342.
5. Shimazaki K., Nakata T. Time-predictable recurrence model for large earthquakes. *Geophys. Res. Lett.* 1980. No 4. P. 279–282. DOI: 10.1029/GL007I004P00279.
6. Jackson E.D., Shaw H.R., Bargar K.E. Calculated geochronology and stress field orientations along the Hawaiian chain. *Earth Planet Sci. Lett.* 1975. Vol. 26. Iss. 2. P. 145–155. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(75\)90082-5](https://doi.org/10.1016/0012-821X(75)90082-5).
7. Sherman S.I. Deformation waves as a trigger mechanism of seismic activity in seismic zones of the continental lithosphere. *Geodynamics&Tectonophysics*. 2013. Vol. 4. No 2. P. 83–117. DOI: 10.5800/GT-2013-4-2-0093.
8. Sykes L. Decadal seismicity before great earthquakes-strike-slip faults and plate interiors: major asperities and low-coupling zones. *International Journal of Geosciences*. 2021. Vol. 12. No 9. P. 784–833. DOI: 10.4236/ijg.2021.129044.
9. Wu Z., Chen Q., Barosh P., Peng H., Hu D. Stress rise precursor to earthquakes in the Tibetan Plateau. *Natural Science*. 2013. Vol. 5. P. 46–55. DOI: 10.4236/ns.2013.58A1006.
10. Ovchinnikov V.M., Adushkin V.A., An V.A. O skorosti otноситelnogo vrashcheniya yadra Zemli [On the speed of the relative rotation of the Earth's core]. *Doklady Rossiyskoy Akademii nauk* [Doklady Physics]. 1998. Vol. 362. No 5. P. 683–686 (In Russian).
11. Song X., Richards R.G. Seismological evidence for differential rotation of the Earth's inner core. *Nature*. 1996. Vol. 382. P. 221–224. DOI: 10.1038/382221a0.
12. Denisov G.G., Novikov V.V. Ob otsenke vyzkostki zhidkogo yadra Zemli [On long-period variations of the angular velocity of the Earth's rotation]. *Doklady Rossiyskoy Akademii nauk* [Doklady Physics]. 1998. Vol. 362. No 4. P. 484–485 (In Russian).
13. Denisov G.G., Novikov V.V., Fedorov A.E. O dolgoperiodicheskikh variatsiyakh uglovoy skorosti vrashcheniya Zemli [On long-period variations of the angular velocity of the Earth's rotation]. *Doklady Rossiyskoy Akademii nauk* [Doklady Physics]. 2005. Vol. 400. No 5. P. 625–629 (In Russian).
14. Denisov G.G., Novikov V.V., Fedorov A.E. Gravitatsionnoe vzaimodeystvie tverdogo yadra i mantii Zemli i variatsii dlitelnosti sutok [Gravitational interaction of the solid core and mantle of the Earth and variations in the duration of the day]. *Astronomicheskij Zhurnal*. 2008. Vol. 85. No 12. P. 1143–1150 (In Russian).
15. Denisov G.G., Novikov V.V., Fedorov A.E. Kak tverdoe yadro Zemli sutki izmenyaet [How solid core of the Earth changes day duration]. *Priroda*. 2013. No 5. P. 3–10 (In Russian).
16. Denisov G.G., Novikov V.V. On fluid flow between rotating surfaces. *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 2011. Vol. 52. No 1. P. 31–36.
17. Novikov V.V., Fevralskikh L.N. Techenie zhidkosti mezhdru nekonsentricheskimi sferami, sovershayushchimi differentsialnoe vrashchenie [The fluid flow between differentially rotating non-concentric spheres]. *Uchenye Zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya Fiziko-Matematicheskie Nauki*. 2016. Vol. 158. Book 1. P. 129–140 (In Russian).
18. Denisov G.G., Novikov V.V. O svobodnykh dvizheniyakh deformiruемого tverdogo tela, blizkogo k sharu [On free motions of a deformable rigid body close to a sphere]. *Izvestiya AN SSSR. Mekhanika tverdogo tela* [Mechanics of Solids]. 1983. No 3. P. 43–50 (In Russian).
19. Chernousko F.L. Vliyanie sobstvennoy uprugosti i dissipatsii na dvizhenie tverdogo tela otноситelno tsentra mass [Influence of intrinsic elasticity and dissipation on the motion of a rigid body relative to the center of mass]. *Dinamika sploshnoy sredy: Sbornik statey* [Continuum Dynamics: Collection of articles]. 1979. Iss. 41. P. 118–122 (In Russian).

20. Novikov V.V., Fevralskikh L.N. Primenenie apparata sharovykh vektorov v zadachakh mekhaniki [Application of the apparatus of ball vectors in problems of mechanics]. *Problemy prochnosti i plastichnosti* [Problems of Strength and Plasticity]. 2020. Vol. 82. No 3. P. 317–327 (In Russian).

**ON THE STRESS WAVE IN THE EARTH'S BODY  
DUE TO DIFFERENTIAL ROTATION OF THE MANTLE AND CORE**

**Fevralskikh L.N.**

*National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod,  
Nizhny Novgorod, Russian Federation*

grigorieva\_ln@mail.ru

*Received by the Editor 2023/01/24*

Seismic energy generated as a result of elastic deformation of tectonic plates or blocks of rocks is realized by unloading at deformations exceeding the ultimate strength of rocks. The currently generally accepted earthquake source models are essentially local and are not able to establish a connection between seismic activity and some geophysical phenomena on a planetary scale. One of the features of seismicity is the recurrence of strong earthquakes in one place after a certain time interval.

The purpose of this work is to study the influence of differential rotation of the solid core and mantle on seismic processes. It has now been established that the rate of rotation of the solid core exceeds the rate of rotation of the mantle. In relative motion, the solid core makes one revolution presumably in 200–400 years. Earlier, based on this, an explanation was proposed for long-period variations in the length of the day. In this paper, on a simple mechanical model, it is shown that the differential rotation of the elastic mantle and the solid core of an ellipsoidal shape generates a stress wave in the Earth's body. The idea of a stress wave is qualitatively new in the physical description of a seismic process.

To demonstrate this effect, a solution is given to the problem of deformation of an elastic spherical shell interacting with a dumbbell-shaped solid body rotating in its cavity. When solving the problem, the apparatus of spherical vectors was used. The stress distribution of the spherical layer inside the shell is constructed and the areas of greatest risk are identified. It is shown that taking into account the differential rotation leads to the migration of the zones of greatest risk with a period equal to half the period of a complete rotation of the dumbbell relative to the shell (100–200 years). The results of the work can be useful in studying the relationship between seismicity and planetary rotation regimes.

*Keywords:* seismic activity, periodicity, ellipsoidal core, internal stress, source migration.