УДК 53.02

МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПЛАНЕТ

Якубовский Е.Г.

Санкт-Петербургский государственный горный университет, Санкт-Петербург, e-mail Yakubovski@rambler.ru

Согласно уравнению общей теории относительности, гравитационное поле при малых энергиях подчиняется волновому уравнению, аналогичному уравнению для электромагнитного поля для векторного и скалярного потенциала. При этом напряженность гравитационного поля на множестве меры ноль во временной области отличается от стандартного гравитационного поля Земли. Это приводит к мгновенному исчезновению гравитационного поля и образованию его вновь. При этом интеграл по времени от гравитационного поля не изменился, в силу отличия от стандартного поля только на множестве меры ноль. При этом гравитационное поле Земли можно вычислить из решения уравнения Навье – Стокса по определению гравитационного поля внутри Земли и скорости движения недр Земли. При этом масса Земли уменьшается. Причем произведен расчет энергии, идущей из недр Земли и Солнца, который совпал с экспериментальным.

Ключевые слова: тепловая энергия, планета, гравитационное поле, волновое уравнение

THE MECHANISM OF OCCURRENCE OF THERMAL ENERGY OF PLANETS

Jakubovskij E.G.

St.-Petersburg state mountain university, St.-Petersburg, e-mail Yakubovski@rambler.ru

According to the equation of the general theory of a relativity, the gravitational field at small to energyes submits to the wave equation similar to the equation for an electromagnetic field for vector and scalar potential. Thus intensity of a gravitational field on set of a measure a zero in time area differs from a standard gravitational field of the Earth. It leads to instant disappearance of a gravitational field and its formation again. Thus the integral on time from a gravitational field has not changed, owing to difference from a standard field only on set of a measure a zero. Thus the gravitational field of the Earth can be calculated from the decision of equation Навье - Стокса by definition of a gravitational field in the Earth and speed of movement of bowels of the Earth. Thus the weight of the Earth decreases. And calculation of the energy going from bowels of the Earth and the Sun which has coincided with the experimental is made.

Keywords: thermal energy, a planet, a gravitational field, wave equation

Происхождение тепловой энергии, идущей из недр Земли, не имеет объяснения. Если энергию звезд пытаются объяснить с помощью ядерных реакций, идущих внутри поверхности звезд, то происхождение тепловой вулканической энергии планет неизвестно. Так как энергия сохраняется, взаимодействуя со скоростью света, при исчезновении гравитационного поля мгновенно образуется тепловая энергия, и под действием сил гравитации со скоростью света восстанавливается энергия гравитационного поля. Так как расстояние, которое необходимо пройти свету для образования тепловой энергии исчисляется молекулярным, с характерным временем движения 10^{-16} sec, при вычисленном минимальном времени протекании процесса обмена энергией $6\cdot 10^{-16}$ sec. Но за это время энергия, равная энергии гравитационного поля, превращается в тепловую энергию. Причем вулканическая энергия обнаружена на всех планетах с большой массой. В предлагаемой статье это явление объяснено.

1. Вывод волнового уравнения для гравитационного поля

Гравитационное поле подчиняется волновому уравнению см. [1] с правой частью, пропорциональной тензору энергии-импульса массивных тел, что следует из уравнения общей теории относительности при малых энергиях гравитационного поля

$$\Delta\psi_0^l - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\psi_0^l}{\partial t^2} = \frac{8\pi\gamma}{c^4}\tau_0^l,$$

где вместо поправок к метрическому тензору Галилея h_i^k ввели величину

$$\psi_i^k = h_i^k - \delta_i^k h,$$

$$h = h_i^i.$$

Величина

$$\psi_0^0 = \frac{2\phi}{c^2} \to \frac{2\gamma m}{rc^2}.$$

Причем получается уравнение

$$\Delta\phi - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2} = \frac{4\pi\gamma}{c^2} mc^2\delta(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0),$$

где m масса создающей поле частицы, γ гравитационная постоянная. Тогда уравнения приобретут вид

$$\tau_0^l = mu^0u^l c^2\delta(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0),$$

$$g_{00} = 1 + \frac{2\phi}{c^2}$$

и уравнение ОТО относительно скалярного потенциала гравитационного поля приобретает вид

$$\Delta\phi - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2} = 4\pi m\delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}_0).$$

По аналогии определяется векторный потенциал гравитационного поля

$$g_0^l = 1 + 2A^l / c^2,$$

который удовлетворяет уравнению

$$\Delta A^l - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 A^l}{\partial t^2} = 4\pi m\gamma u^l \delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}_0), \ \ l = 1,...,3.$$

Причем только компоненты с нулевым индексом содержат в правой части волнового уравнения, полученного из ОТО, тензор энергии-импульса, остальные компоненты наряду с тензором энергии импульса, являющегося величиной второго порядка малости V^2/c^2, содержат поправки второго порядка малости, составленные из тензора Риччи

$$R_i^k - \frac{1}{2}\delta_i^k R.$$

Причем компоненты тензора Ψ_0^l удовлетворяют условию калибровки Лоренца

$$\frac{\partial \psi_0^l}{\partial x^l} = 0.$$

Полученные уравнения для потенциалов гравитационного поля имеют решение в виде потенциалов Лиенара-Вихерта

$$\phi = \frac{-m\gamma}{\left(R - \frac{\mathbf{VR}}{c}\right)};$$

$$\mathbf{A} = \frac{-m\gamma\mathbf{V}}{c\left(R - \frac{\mathbf{VR}}{c}\right)};$$

$$R_k R^k = 0.$$

Можно для введенных потенциалов построить понятие напряженности, которое описывается уравнениями Максвелла для гравитационного поля. Но в описании гравитационного поля имеется одна особенность, которой нет при описании электромагнитного поля, необходимо учитывать гравитационное поле, наряду с описанием движения массивных тел. Электромагнитное поле не приводит в движение макротела, так как заряд у них скомпенсирован, а гравитационное поле обязательно приводит тела в движение. Причем движение тел и изменение поля связаны простой зависимостью для малых скоростей

$$\frac{dV_i}{dt} = \frac{-\partial\phi}{\partial x_i}.$$

При этом для описания гравитационного поля в среде можно использовать уравнение Навье–Стокса, но с большой вязкостью среды.

2. Оценка потока энергии, образовавшейся в недрах Земли

Вычислим скалярный потенциал электромагнитного поля. Величина $T = 2\pi/\Omega$ это время равное одному периоду вращения Земли вокруг своей оси. Не дипольное излучение определяется по формуле (1) см. [1]. Тогда потенциал на поверхности Земли определяется по формуле

$$\phi_n = -\frac{m\gamma}{T}\int_{-T/2}^{T/2}\frac{\exp\left[in\Omega t(1 + V\sin\theta / c)\right]}{R(t)}dt. \qquad (1)$$

Величина $R(t) = R$, это радиус Земли, величина отношения скорости точек на экваторе к скорости света равна $\frac{V}{c} \sim 10^{-6} << 1.$

$$\phi = -\frac{M_e\gamma}{R}\left\{1 + \sum_{n=-\infty, n\neq 0}^{\infty}\frac{\exp(i\pi nV\sin\theta / c) - \exp(-i\pi nV\sin\theta / c)}{in(1 + V\sin\theta / c)}\right\} = -\frac{M_e\gamma}{R}\left[1 - \frac{2\pi V\sin\theta}{c + V\sin\theta}\right], \qquad (2)$$

где воспользовались формулой см. [2]

$$\frac{1}{2\pi}\sum_{n=-\infty, n\neq 0}^{\infty}\frac{\exp(inx)}{in} = \frac{1}{2} - \frac{x}{2\pi}, \quad x \in [0, 2\pi].$$

Для главной части напряженности гравитационного поля имеем формулу

$$E_R = -\frac{M_e\gamma}{R_e^2}\left[1-\frac{2\pi V\sin\theta}{c+V\sin\theta}\right] = -g\left[1-\frac{2\pi V\sin\theta}{c+V\sin\theta}\right] =$$

$$= -980\left[1-\frac{2\pi V\sin\theta}{c+V\sin\theta}\right]\text{dyn}^{1/2}/\text{cm}.$$

Вычислим энергию Земли. Потенциал гравитационного поля определяется по формуле

$$U(R) = \begin{cases} -\int\limits_R^{R_e} \gamma\frac{M_e}{R^2}\frac{R^3}{R_e^3}dR - \int\limits_{R_e}^{\infty}\gamma\frac{M_e}{R^2}dR, & R<R_e \\ -\int\limits_R^{\infty}\gamma\frac{M_e}{R^2}dR, & R>R_e \end{cases} = \begin{cases} -\frac{\gamma M_e(R_e^2-R^2)}{2R_e^3} - \gamma\frac{M_e}{R_e}, & R<R_e \\ -\gamma\frac{M_e}{R}, & R>R_e \end{cases}$$

При этом если отсчитывать потенциал относительно потенциала нулевого радиуса, потенциал внутри тела равен

$$U(R) = \gamma\frac{M_e^2R^2}{2R_e^3}.$$

Тогда энергия сферического слоя радиуса R и толщиной dR, равна

$$dE = \gamma M_e\frac{R^2}{2R_e^3}M_e\frac{R^2}{R_e^2}\frac{dR}{R_e}.$$

Проинтегрировав по объему шара, получим гравитационную энергию, которая сосредоточена внутри шара радиуса R_e

$$\int\limits_0^{R_e}\gamma M_e\frac{R^2}{2R_e^3}M_e\frac{R^2}{R_e^2}\frac{dR}{R_e} = \frac{\gamma M_e^2}{10R_e} = 1{,}5\cdot 10^{30}\,\text{J}.$$

При этом скорость движения будет ослабевать за счет эффекта сопротивления среды. Уравнение Навье–Стокса в случае наличия гравитационного потенциала запишется в виде

$$\frac{\partial\mathbf{V} - \int\limits_0^t \mathbf{E}(u)\,du}{\partial t} = \nu\Delta\mathbf{V} - \frac{c^2}{\omega}\Delta\int\limits_0^t\mathbf{E}(u)\,du - \frac{\nabla P}{\rho} - \nabla\phi, \qquad (3)$$

$$E_i = -\frac{\partial\phi}{\partial x_i},$$

Где из полной скорости вычитается скорость, равная $\int\limits_0^t\mathbf{E}(u)\,du$ и обусловленная изменением гравитационного поля, с учетом другой кинематической вязкости, учитывающей сопротивление среды гравитационному полю. Другая кинематическая вязкость для гравитационного поля возникает в связи с характеристикой гравитационного поля с помощью скорости света и характерной для внутренности Земли частотой. Скорость движения можно заменить напряженностью гравитационного потенциала по формуле уравнения движения Ньютона

$$\frac{d\mathbf{V}_i}{dt} = -\frac{\partial\phi}{\partial x_i} = E_i.$$

При этом полная скорость равна

$$V_i = -\gamma\frac{M_e^2}{R_e^3}R_i(t-t_0),$$

которая удовлетворяет уравнению Лапласа, причем

$$\mathbf{V} - \int\limits_0^t\mathbf{E}(u)\,du = 0,$$

причем последнее равенство выполняется кроме точек меры ноль, а с учетом члена, соответствующего уравнению Лапласа, выполняется уравнение (3), которое удовлетворяется для всех точек.

При этом имеем компенсацию гравитационного поля противодавлением $\frac{\nabla P}{\rho} = -\nabla\phi$. При этом из постоянной скорости $\mathbf{V}$ вычитается скорость, обусловленная гравитационной энергией, которая содержит постоянную составляющую. Получаем распространение напряженности гравитационного потенциала, продифференцировав уравнение (2.3) по времени. При этом число Рейнольдса при распространении гравитационного поля очень мало

$$\text{Re} = \frac{\int\limits_0^t\mathbf{E}(u)\,duR_e\omega}{c^2} = \frac{VR_e\omega}{c^2} << 1,$$

так как покажем далее характерная частота движения масс Земли $\omega = 2\pi\nu / R_e^2$, где ν кинематическая вязкость недр Земли.

Необходимо отметить, что уравнение Навье–Стокса содержит кинематическую вязкость ν, уравнение Шредингера содержит мнимую кинематическую вязкость $im/\hbar$, и уравнение Максвелла содержит кинематическую вязкость $\frac{c^2}{4\pi\sigma}$, где c скорость света, σ имеет размерность частоты и в случае электромагнитного поля ответственна за проводимость среды. Все эти кинематические вязкости обусловлены сопротивлением среды и имеют одинаковую размерность.

$$\frac{\partial V_i}{\partial t} = \nu \Delta V_i - \frac{\nabla P}{\rho};$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{i\hbar}{m}\Delta\psi + \frac{U\psi}{i\hbar};$$

$$\frac{\partial E_i}{\partial t} = \frac{c^2}{4\pi\sigma}\left(\Delta E_i + k^2 \varepsilon\mu E_i\right).$$

Аналогично для гравитационной энергии справедлива та же формула, что следует из преобразования уравнения (3). Продифференцируем уравнение (3) по времени, производная от давления компенсирует постоянную составляющую гравитационного поля. Переменная часть гравитационного потенциала изменяется слишком быстро, чтобы давление или какие-либо параметры на Земле успевали проследить за процессами внутри Земли, а внутри Земли происходит изменение напряженности гравитационного поля с периодом $6\cdot 10^{-16}$ sec на фоне постоянного гравитационного поля, что будет определено в результате вычислений.

Продифференцировав уравнение (3), т.е. получим для напряженности $E_i = -\frac{\partial \phi}{\partial x_i}$ гравитационного поля уравнение, аналогичное уравнениям с кинематической вязкостью

$$\Delta E_i - \frac{\omega}{c^2}\frac{\partial E_i}{\partial t} = 0;$$

$$\frac{1}{R^2}\frac{\partial}{\partial R}R^2\frac{\partial E_i}{\partial R} - \frac{n(n+1)E_i}{R^2} - \frac{\omega}{c^2}\frac{\partial E_i}{\partial t} = 0.$$

Выдвинем гипотезу, что напряженность гравитационного поля определяется по формуле

$$E_i = \frac{-Ah(t)R_i}{R_e},$$

где имеем,

$$h(t) = \left|\frac{4}{\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\sin(2n+1)t/T}{2n+1}\right|.$$

Эта функция равна единице, кроме точек, $t = \pi k T$, в которых она равна нулю. При таком предположении вертикальная скорость поверхности Земли почти нулевая, значение напряженности гравитационного поля почти совпадает с величиной

$$E_i = -\gamma\frac{M_e^2}{R_e^3}R_i = -\gamma\frac{M_e^2}{R_e^3}RY_{1k}(\theta,\phi),\ k = -1,0,1,$$

которая удовлетворяет уравнению Лапласа, но при этом за счет мгновенных изменений поля происходит разогрев недр Земли. При этом будет построена не противоречивая картина распределения гравитационного поля и переход этой энергии в тепловую энергию.

Причем в случае постоянного гравитационного поля внутри тела имеем постоянно существующую часть гравитационного поля

$$AE_0 = \frac{-Ah(t)R_i}{R_e},$$

которое в некоторые моменты времени пропадает, чтобы мгновенно вновь образоваться. Первый член решения

$$AE_0 = \frac{-Ah(t)R_i}{R_e} = \frac{-Ah(t)R_i}{R_e},$$

определяет почти постоянное гравитационное поле. Следующие члены будут колеблющимися.

При этом уравнение записано относительно декартовых компонент напряженности гравитационного поля, поэтому дополнительные члены не возникают. Будем решать это уравнение методом последовательных приближений в виде ряда

$$E_i = A\sum_{p=0}^{\infty}\left[\Omega_p(t)\omega R^2/c^2\right]^p R_i/R_e.$$

Полагаем, правая часть соответствует внешнему полю, получим уравнение

$$\frac{1}{R^2}\frac{\partial}{\partial R}R^2\frac{\partial AE_1}{\partial R} - \frac{n(n+1)AE_1}{R^2} = -\frac{\omega}{c^2}Ah'(t)\cdot R_i/R_e = -\frac{\omega}{c^2}Ah'(t)\cdot RY_{1k}(\theta,\phi)/R_e,\ k = -1,0,1.$$

Найдем частное решение этого уравнения

$$AE_1 = -\frac{\omega}{c^2} Ah'(t)\cdot R^2 R_i / 10R_e,\ n=1.$$

Подставим решение в правую часть дифференциального уравнения (3), получим уравнение, вычислив поправку второго порядка

$$\frac{1}{R^2}\frac{\partial}{\partial R}R^2\frac{\partial AE_2}{\partial R} - \frac{n(n+1)AE_2}{R^2} = -\left(\frac{\omega}{c^2}\right)^2 Ah''(t)\cdot R^2 R_i / 10R_e$$

получим решение

$$E_2 = -\left(\frac{\omega}{c^2}\right)^2 Ah''(t)\cdot R^4 R_i / (10\cdot 28R_e),\ n=1.$$

При этом ряд сходится при условии

$$\frac{\omega}{c^2\tau_0}R^2 < 1,$$

где τ_0 характерное время процесса исчезновения и образования поля. Величина постоянной времени равна значению

$$\tau_0 = \frac{R_e^2 2\pi\nu}{c^2 R_e^2} = \frac{2\pi\nu}{c^2} = 6\cdot 10^{-16}\ \text{sec}.$$

При этом значении постоянной времени, описывающий гравитационное поле ряд, является сходящимся. Это значение величины постоянной времени, входящей в формулу, аппроксимирующую дельта функцию.

Причем надо сказать, что внутри Земли эта энергия не изменяется синхронно, а этот процесс распространяется в каждой точке Земли со скоростью света, значит, имеется

$$\frac{R_e}{c\tau_0} = \frac{6\cdot 10^6}{3\cdot 10^8\cdot 6\cdot 10^{-16}} = 3\cdot 10^{13}$$

максимумов и минимумов поля, которые и приводят к разогреву недр Земли. При этом процессы изменения гравитационного поля очень быстрые, и не сказываются на изменении ускорения свободного падения на поверхности Земли. В самом деле, особенности имеют меру ноль, и значит, интеграл от ускорения не зависит от особенностей поля. Кроме того, производная от функции, которой пропорционально поле равна

$$h^{(k+1)}(t) = \delta^{(k)}(t-\pi n\tau_0+\Delta t) - \delta^{(k)}(t-\pi n\tau_0-\Delta t) = 2\Delta t\delta^{(k+1)}(t-\pi n\tau_0).$$

в силу того, что функция $h(t)$ равна единице при всех значениях t, кроме точек $t = \pi n\tau_0$, в которых она равна нулю. Т.е. поле пропорционально производной дельта функции, да еще с малым коэффициентом. Это означает, что положительное значение величины порядка единицы быстро заменяется отрицательным значением производной дельта функции. Причем в силу коэффициента перед членами ряда, описывающими гравитационное поле, члены ряда имеют убывающее значение. Т.е. непосредственно обнаружить это изменение поля невозможно, но тем не менее оно приводит к разогреву среды в силу своего постоянного действия. Имеется баланс между высокими температурами внутри планеты и отводом тепла на поверхность планеты, где тепловая энергия рассеивается. В самом деле, образующийся во всех недрах Земли поток энергии равен $1{,}2\cdot 10^{-6}$ cal/(cm$^2\cdot$sec) см. [3], что является малой величиной. При этом полная энергия этого потока огромна, и в связи с отсутствием отвода тепла и его постоянным образованием, нагревает недра Земли до высокой температуры.

Эта энергия преобразуется в движение массы, которое переходит в тепловую энергию, аналогично разогреву тела под действием трения. Но мгновенное исчезновение и вновь образование гравитационного поля, превращают статическую энергию в тепловую. При этом выделяется энергия, равная энергии гравитационного поля. Вот откуда берется энергия, которой обладает наша планета. При этом полная энергия Земли равна

$$E = mc^2 = 6\cdot 10^{24}\cdot 9\cdot 10^{16}\,\text{J} = 5{,}4\cdot 10^{40}\,\text{J},$$

причем из этой энергии $1{,}5\cdot 10^{30}$ J является гравитационной. Когда гравитационная энергия превращается в тепловую, это приводит к уменьшению массы планеты, расходуемой на ее разогрев. Поток тепла, идущий из Земли равен $1{,}2\cdot 10^{-6}$ cal/(cm$^2\cdot$sec) см. [3]. Вся энергия, идущая из недр Земли, равна $2{,}2\cdot 10^{13}$ J/sec . Следовательно, потребуется $1{,}2\cdot 10^{31}$ sec ~ $4\cdot 10^{20}$ year , чтобы Земля испарилась. При этом возраст Вселенной $t_0 > 1{,}4\cdot 10^{10}$ year см. [4].

Для описания расплавленных масс, необходима частота $2\pi\nu / R_e^2$. В самом деле, рассмотрим уравнение Навье – Стокса, записанное только относительно скорости см. [5]

$$\frac{\partial}{\partial t}\nabla\times\mathbf{V} = \nabla\times[\mathbf{V},\nabla\times\mathbf{V}] + \nu\Delta(\nabla\times\mathbf{V}).$$

Приведем это уравнение к безразмерному виду, для чего разделим это уравнение на величину ν^2 / R_e^4, получим уравнение

$$\frac{\partial}{\partial\tau}\nabla\times\mathbf{R} = \nabla\times[\mathbf{R},\nabla\times\mathbf{R}] + \Delta(\nabla\times\mathbf{R}).$$

Где $\mathbf{R} = \frac{R_e\mathbf{V}}{\nu}$, характерный размер равен радиусу Земли R_e, величина ν кинематическая вязкость, причем введено безразмерное время $\tau = t\nu / R_e^2$, операторы ∇ в последней формуле безразмерны.

Оценим кинематическую вязкость металла. Коэффициент трения металла по металлу порядка $k = 0{,}15$. При этом имеем закон, определяющий силу трения $F = kmg$, где m масса тела, g ускорение свободного падения. Разделим на величину площади соприкасающейся поверхности, умножим и разделим на характерную высоту тела, получим $\sigma = k\rho hg$, где величина ρ это плотность тела, h высота тела. Градиент скорости соответствует отношению величины разности скорости движущейся и неподвижной поверхности на размер шероховатости $\Delta = 10^{-5}$ m 0,01 mm. В результате получим формулу

$$\sigma = \rho\frac{kgh\Delta}{V}\frac{\partial V}{\partial n}.$$

Получаем характерную величину кинематической вязкости металла в недрах Земли

$$\nu = \frac{kgR_e\Delta}{V} = 0{,}15\cdot 9{,}8\cdot 6\cdot 10^6\cdot 10^{-5}/30\text{m}^2/\text{sec} = 3\text{m}^2/\text{sec}.$$

Характерная высота тела соответствует характерному размеру Земли, равному радиусу Земли, создающему высокое давление в недрах Земли, характерная скорость тела 30 m/sec, при которой сила трения имеет такое значение.

При этом величина энергии $1{,}5\cdot 10^{30}$ J является гравитационной. Энергией, соответствующей потоку гравитационной энергии будет ,$5\cdot 10^{30}$ J, умноженной на частоту, характеризующую процессы переноса в недрах Земли $2\pi\nu / R_e^2$ и умноженной на долю двигающейся энергии, пропорциональной величине

$$\int_0^\pi\left\{\left[1-\frac{2\pi V\sin\theta}{c+V\sin\theta}\right]^2-1\right\}\sin\theta d\theta = -\int_0^\pi\frac{4\pi V\sin^2\theta d\theta}{c}.$$

и равной $2\pi^2 V/c$. Знак минус означает, что энергия гравитационного поля выделяется, а не увеличивается. Где V скорость вращения поверхности Земли, $c = 3\cdot 10^8$ m/sec скорость света в недрах Земли.

Итого, получаем формулу для выделяемой энергии недрами Земли

$$1{,}5\cdot 10^{30}\frac{2\pi\nu}{R_e^2}2\pi^2\frac{V}{c} = 1{,}5\cdot 10^{30}\frac{2\pi\cdot 2\cdot\pi^2\cdot 3\cdot 465}{6{,}4^2\cdot 10^{12}\cdot 3\cdot 10^8}\text{J/sec} = 2\cdot 10^{13}\text{J/sec}.$$

Т.е. поток энергии нарастает при увеличении радиуса, и на поверхности Земли поток энергии равен $2{,}0\cdot 10^{13}$ J/sec. Это величина близка экспериментально измеренной величине потока тепла $2{,}2\cdot 10^{13}$ J/sec.

При этом Солнце не вращается как единое целое, поэтому излученная энергия равна выделяемой статической энергией деленной на период турбулентного вращения. Причем кинематическая вязкость материала Солнца равна

$$\nu = \frac{kgR_s\Delta}{V} = \frac{0{,}01\cdot 274\cdot 6{,}96\cdot 10^8 10^{-5}}{30} = 635,$$

где ускорение свободного падения равно 274 m/sec, а радиус Солнца равен $6{,}96\cdot 10^8$ m, так как Солнце состоит не из металлических частей, но температура высокая, коэффициент трения равен 0,01.

$$E = \frac{\gamma M_s^2}{10R_s}\frac{2\pi\nu}{R_s^2} = \frac{6{,}67\cdot 10^{-11}(1{,}98\cdot 10^{30})^2 2\pi 635}{10\cdot(6{,}96\cdot 10^8)^3} = 3{,}1\cdot 10^{26}\text{J/sec}.$$

При энергии излучения Солнца $3{,}9\cdot 10^{26}$ J/sec см. [3].

Список литературы

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. – т.II. – М.: Наука, 1973.
2. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1981. – 512 с.
3. Кикоин И.К. Таблицы физических величин. – М.: Атомиздат, 1976. – 1009 с.
4. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 552 с.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – т.VI. – М.: Наука, 1988. – 736 с.