А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Статья поступила 9 февраля 1981 г.

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОНТУРОВ С ГРАВИТАЦИОННЫМИ ТОКАМИ С УЧЁТОМ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО МОМЕНТА

А. Ф. Потехин

> “Естественно, что большим шагом вперёд было бы объединение в одну общую картину гравитационного и электромагнитного полей. Тогда была бы достойно завершена эпоха теоретической физики начатая Фарадеем и Максвеллом …и вся физика стала бы замкнутой теорией, подобной общей теории относительности, охватывающей геометрию, кинематику и тяготение” (А. Эйнштейн, [1], стр. 689).

Установлено, что между гравито-гироскопическим и электромагнитным полями существует аналогия, позволяющая описать гравито-гироскопические поля и волны системой уравнений в форме уравнений Максвелла.

Исходя из закона Кулона $F = q_1 q_2 / 4\pi\varepsilon_0 r^2$ и закона всемирного тяготения $F = m_1 m_2 / 4\pi\gamma_0 r^2$, введём понятие гравитационного заряда по аналогии с электрическим зарядом q, при этом физический смысл m не меняется – это масса материальной частицы. Введём также понятие гравитационной силы тока аналогичное понятию электрической силы тока, т. е. гравитационной силой тока I будем называть величину гравитационного заряда, протекающего в единицу времени через поперечное сечение условного гравитационного проводника

$$I = vsnm, \tag{1}$$

где v - средняя скорость движения гравитационных частиц в проводнике, s – площадь поперечного сечения проводника, n – объёмная концентрация движущихся в проводнике гравитационных частиц, m – гравитационный заряд (масса) отдельной частицы.

Рассмотрим два замкнутых круговых контура с токами I_1 и I_2, плоскости которых расположены под углом α. Пусть, например, контур 2 неподвижно закреплён, а контур 1 может совершать сферическое движение – рис. 1. Ток I_1 образуется перемещающимися гравитационными зарядами, суммарная масса M_1 которых в контуре 1 равна

$$M_1 = 2\pi R_1 s_1 n_1 m_1, \tag{2}$$

где R_1 – радиус контура 1.

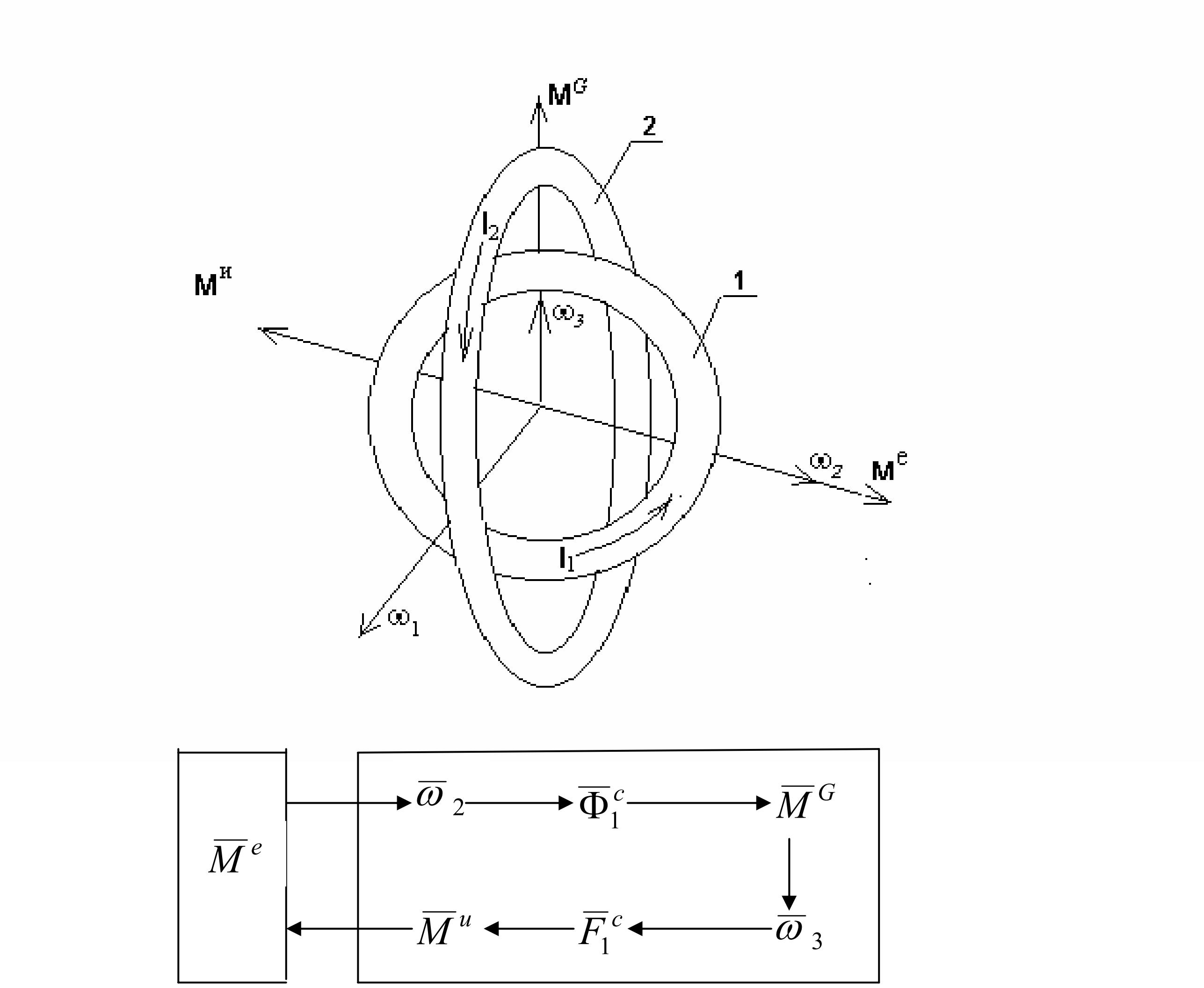

Рис. 1. Схема взаимодействия контуров с гравитационными токами

Гравитационные частицы, циркулирующие в контуре 1, образуют вращающийся с угловой скоростью $\overline{\omega}_1$ ротор гироскопа, который, с учётом релятивистского эффекта (сжатия поля движущегося заряда в направлении его движения – [2], §61), циркулирующими гравитационными частицами тока I_2 принуждается прецессировать внешним моментом $\overline{M}^e$. Под действием данного момента контур 1 должен вращаться с угловой скоростью ω_2 согласно закону

$$\frac{d}{dt}(J_2\omega_2) = M^e.$$

Вследствие этого вращения на каждую из частиц контура 1 будет действовать сила Кориолиса

$$\overline{\Phi}_1^c = -2m_1\overline{\omega}_2 \times \overline{v}_1, \tag{3}$$

Результирующая сил Кориолиса, действующих на элемент Δl контура, равна

$$\Delta\overline{\Phi}_1^c = \Delta l s_1 n_1 \overline{\Phi}_1^c,$$

Или, с учётом (3)

$$\Delta\overline{\Phi}_1^c = -2\Delta l\overline{\omega}_2 \times \overline{I}_1, \tag{4}$$

где $\overline{I}_1 = s_1 n_1 m_1 \overline{v}_1$ - вектор тока. В совокупности эти силы образуют гироскопический момент

$$\overline{M}^{G} = J_1\overline{\omega}_1 \times \overline{\omega}_2,$$

Отсюда, т. к. момент инерции ротора $J_1 = M_1 R^2$, а угловая скорость его вращения $\omega_1 = v_1 / R_1$, с учётом (1) и (2) получим

$$M^{G} = 2\omega_2 I_1 S_1 \sin\alpha \tag{5}$$

где $S_1 = \pi R_1^2$ - площадь контура 1. От воздействия последнего момента контур 1 будет прецессировать с угловой скоростью $\overline{\omega}_3$, причём

$$\frac{d}{dt}(J_3\omega_3) = M^{G}.$$

Следовательно, у каждой из частиц контура 1 возникает сила Кориолиса

$$\overline{F}_1^{c} = -2m_1\overline{\omega}_3 \times \overline{v}_1,$$

А в совокупности создаётся гироскопический момент

$$\overline{M}^{u} = J_1\overline{\omega}_1 \times \overline{\omega}_2.$$

Этот момент, в соответствии с принципом Даламбера, и уравновешивает внешний момент, т. е.

$$\overline{M}^{e} + \overline{M}^{u} = 0,$$

В результате, получаем замкнутую следящую систему, структурная схема которой дана на рис 1. В итоге, в каждый момент времени значение сигнала на выходе $\overline{M}^{u}(t)$ удерживается близким к значению входного сигнала $\overline{M}^{e}(t)$, т. е. обеспечивается достаточная малость рассогласованности $\varepsilon = \overline{M}^{e} + \overline{M}^{u}$ следящей системы.

Заметим, что согласно принципа Даламбера, динамическое уравнение относительного движения отдельной частицы контура 1 имеет вид

$$\overline{F}_1 + \overline{F}_1^{r} + \overline{F}_1^{e} + \overline{F}_1^{c} + \overline{\Phi}_{1c} = 0,$$

где $\overline{F}_1$ - равнодействующая сила, приложенная к частице, $\overline{F}_1^{r}$, $\overline{F}_1^{e}$, $\overline{F}_1^{c}$, $\overline{\Phi}_1^{c}$ - соответственно, относительная, переносная и кориолисовы силы инерции частицы. Это уравнение в инерциальной системе отсчёта может быть представлено в форме второго закона Ньютона

$$m w_1^{a} = \overline{F}_1 + \overline{\Phi}_1^{e}, \tag{6}$$

где $\overline{w}_1^{a} = \overline{w}_1^{r} + \overline{w}_1^{e} + \overline{w}_1^{c}$, причём здесь $\overline{w}_1^{c} = 2\overline{\omega}_3 \times \overline{v}_1$.

Обозначим

$$\overline{G}_2 = 2\overline{\omega}_2 \tag{7}$$

и по аналогии с вектором магнитной индукции $\overline{B}$, назовём $\overline{G}$ вектором гироскопической индукции. Тогда выражения (3) – (6) примут вид

$$\overline{\Phi}_1^{c} = m_1\overline{v}_1 \times \overline{G}_2, \tag{8}$$

$$\Delta\overline{\Phi}_1^{c} = \Delta l\overline{I}_1 \times \overline{G}_2, \tag{9}$$

$$M^{G} = G_2 I_1 S_1 \sin\alpha \tag{10}$$

Заменяя m на q и $\overline{G}$ на $\overline{B}$, получим известные в классической электродинамике выражения магнитной части силы Лоренца из (8), закона Ампера из (9) и вращающего момента, действующего на петлю с электрическим током в магнитном поле, из (10).

Продолжая данную аналогию, получим, что гравито-гироскопическое поле описывается, подобно электромагнитному полю, системой уравнений в форме Максвелла. Эти уравнения дл вакуума в рационализованной системе единиц СИ имеют вид

$$
\begin{aligned}
&rot\overline{H} = \frac{\partial \overline{G}}{dt}, \\
&rot\overline{G} = g_0(\bar{j} - \gamma_0 \frac{\partial \overline{H}}{dt}), \\
&\partial iv\overline{H} = -\frac{1}{\gamma_0}\rho, \\
&\partial iv\overline{G} = 0.
\end{aligned} \qquad (11)
$$

Здесь $\overline{H}$ $[м/c^2]$ – вектор напряжённости гравитационного поля; $\overline{G}$ $[1/c]$ – вектор гироскопической индукции; $\bar{j}$ $[кг/c \cdot м^2]$ – вектор плотности гравитационного тока; ρ $[кг/м^3]$ объёмная плотность гравитационного заряда; гироскопическая постоянная g_0 $[м/кг]$ определяется через гравитационную постоянную γ_0 $[кг \cdot c^2/м^3]$, входящую в закон всемирного тяготения, из соотношения $c^2 = 1/\gamma_0 g_0$, где c $[м/c]$ – скорость света в вакууме.

Зная ρ и $\bar{j}$, можно определить из системы уравнений (11) для каждой точки пространства соответствующие значения векторов $\overline{H}$ и $\overline{G}$. Если законы Ньютона позволяют описать движение материальной частицы как материальной точки с массой m, то знание $\overline{HG}$ - поля позволяет описать движение материальной частицы, характеризуемой не только массой m, но и собственным вращением – вектором кинетического момента. С учётом (6), материальная частица движется согласно уравнению

$$\frac{d}{dt}(m\bar{v}) = m(\overline{H} + \bar{v} \times \overline{G})$$

При этом она ориентирует свой вектор кинетического момента по направлению вектора $\overline{G}$ в данной точке поля.

Полагая в (11) $\rho = 0$ и $\bar{j} = 0$, получим систему уравнений, описывающих гравито-гироскопические волны

$$
\begin{aligned}
&rot\overline{H} = \frac{\partial \overline{G}}{dt}, \\
&rot\overline{G} = -\frac{1}{c^2}\frac{\partial \overline{H}}{dt}, \\
&\partial iv\overline{H} = 0, \\
&\partial iv\overline{G} = 0.
\end{aligned} \qquad (12)
$$

Понятие гравито-гироскопического поля, аналогичное понятию электромагнитного поля, и их единая математическая модель в форме системы уравнений Максвелла, позволяют дополнить классическую механику результатами, полученными в классической электродинамике, и наоборот. Отсюда, например, следует, что должна существовать гравито-гироскопическая индукция, что гравито-гироскопическое поле характеризуется плотностью энергии

$$w_{HG} = \frac{1}{2g_0}(\frac{1}{c^2}H^2 + G^2)$$

и вектором Пойтинга (плотностью потока гравито-гироскопической энергии)

$$\overline{S}_{HG} = \frac{1}{g_0}\overline{H} \times \overline{G},$$

а также плотностью и потоком импульса гравито-гироскопического поля и т. д.

Очевидно, что с позиций теории единого гравито-гироскопического поля может быть понята сущность многих процессов, происходящих во Вселенной.

1. А. Эйнштейн, Собрание научн. тр. Т. I. – М.: Наука, 1965.
2. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Краткий курс теоретической физики. Механика. Электродинамика. М.: Наука, 1969.

<ins>Примечание</ins> Переписку с Редакцией журнала по данной статье см. в разделе ПЕРЕПИСКА настоящего сайта.