

Хмельник С.И.

Детектирование гравитационных волн

Аннотация

Указывается на дорогостоящие эксперименты по обнаружению гравитационного излучения, которые пока не дали результата. Показывается, что известные теории предсказывают возможность обнаружения на Земле гравитационных сил Лоренца. Указывается на известные эксперименты, в которых обнаруживаются эти силы. На основе этого делается предположение о том, что гравитационное излучение космических объектов может быть обнаружено на Земле, как проявление гравитационных сил Лоренца. Предлагается конструкция гравитационной антенны, предназначенной для детектирования гравитационных волн. Показывается, что такая конструкция намного проще известных гравитационных антенн и телескопов.

Оглавление

1. Аналог силы Лоренца в гравитационном поле
 2. Известные эксперименты
 3. Измерение гравитационного излучения
- Приложение 1. Уравнения электромагнетизма и гравиелектромагнетизма
- Приложение 2. Скорость тепловых движений атомов меди
- Литература

1. Аналог силы Лоренца в гравитационном поле

Известны уравнения Максвелла для электромагнитного поля в форме (1), предложенной Хевисайдом [1] (формулы приведены в приложении 1). Хевисайд является также автором теории

гравитации [2], в которой гравитационное поле описывается аналогичными по форме уравнениями (3). В дальнейшем было показано [3], что в слабом гравитационном поле из основных уравнений ОТО можно вывести гравитационные аналоги уравнений электромагнитного поля, которые имеют тот же вид (3)

В электродинамике определена сила Лоренца в виде (2), действующая на электрические заряды, движущиеся в магнитном поле. В теории гравитации Хевисайда также определена сила, аналогичная силе Лоренца, в виде (4), действующая на массу, движущиеся в гравитационном поле. В дальнейшем будем ее для краткости также называть силой Лоренца. У Хевисайда $\zeta = 1$. Такое же определение силы Лоренца в гравитационном поле получено из основных уравнений ОТО. Отличие состоит только в том, что коэффициент $\zeta = 2$.

Итак, на Земле можно пользоваться уравнениями (3, 4) для описания гравитационных взаимодействий. Таким образом, в слабом гравитационном поле Земли существуют гравитационные волны, имеющие гравиелектрическую составляющую с напряженностью E_g и гравимагнитную составляющую с индукцией B_g . Эти волны могут формироваться неравномерными токами масс (например, турбулентными потоками жидкости) и воздействовать силами Лоренца на движущиеся массы.

Согласно ОТО, гравитационное излучение на Земле от космических источников является чрезвычайно слабым и его обнаружение представляет собой задачу исключительной трудности [4]. Тем не менее, из вышесказанного следует, что непосредственно на Земле такое излучение может быть получено искусственно и обнаружено, как проявление гравитационных сил Лоренца. Более того, можно полагать, что излучение космических объектов может быть обнаружено на Земле, как проявление гравитационных сил Лоренца.

2. Известные эксперименты

Самохвалов [5-9] задумал и выполнил серию неожиданных и удивительных экспериментов, которые, по-видимому, можно объяснить взаимодействием неравномерных токов масс. Неравномерные токи масс J_g создают переменную гравимагнитную индукцию B_g , что следует из уравнений (2). Под

действием этой индукции на массы m , движущимися со скоростью V , возникает гравитационная сила Лоренца (4). Именно этой силой объясняются эффекты, наблюдаемые в экспериментах Самохвалова. Самохвалов рассматривает также ряд природных явлений, которые могут быть объяснены аналогично.

3. Измерение гравитационного излучения

Известны дорогостоящие эксперименты по обнаружению гравитационного излучения, которые пока не дали результата [4]. Детектирование основано на том, что гравитационные волны должны изменять размер тела или расстояние между двумя пробными массами.

В первом способе изготавливается т.н. *гравитационная антенна* – металлический цилиндр массой около 2 тонн и длиной около 2 метров, подвешенный так, что способен колебаться под действием слабых сил. Длина цилиндра измеряется пьезодатчиками с чувствительностью 10^{-16} м. Длина цилиндра изменяется с частотой гравитационной волны и, если эта частота совпадает с собственной частотой колебаний гравитационной антенны, то есть надежда детектировать эту волну. Измерения искажаются тепловым шумом и поэтому гравитационная антенна устанавливается в вакуумной камере с охлаждением до нескольких градусов.

Во втором способе изготавливается т.н. *гравитационный телескоп* – вакуумный туннель длиной около 2 км. Два пробных тела помещаются в этот туннель, а расстояние между ними измеряется лазерным интерферометром. Это расстояние меняется с частотой гравитационной волны и появляется надежда детектировать эту волну.

На основе вышеизложенного можно предложить другую конструкцию гравитационной антенны. Массивное тело помещается в теплоизолированную камеру (как в первом способе). Однако камера не охлаждается. Более того, в тело гравитационной антенны должен быть встроен нагреватель.

Атомы нашей антенны совершают тепловые колебания. Ниже в приложении 2 показано, что средняя скорость движения атома в таких колебаниях при комнатной температуре имеет, например, для меди величину $V_T \approx 3000 \text{ см/сек}$. Обозначим вектор скорости атома как \vec{V}_T и будем его в дальнейшем называть "тепловым" вектором скорости. Можно также полагать, что тепловое движение совершается под действием некоторой "тепловой" силы,

представляющей собой вектор $\overline{F_T}$, который (как показано в приложении 2) колеблется с частотой $f \approx 5 \cdot 10^{12} \text{ Гц}$ и с периодом $\tau \approx 0.2 \cdot 10^{-12} \text{ сек}$ изменяет направление на противоположное. Под действием гравитационной силы Лоренца $\overline{F_g} \equiv \overline{V_T} \times \overline{B_g}$ такие атомы должны двигаться по "гравитационному" вектору скорости $\overline{V_g}$, направленному вдоль вектора $\overline{F_g}$. Таким образом, суммарная сила, действующая на атом, равна $\overline{F} = \overline{F_T} + \overline{F_g}$. Эта сила не изменяет тепловой энергии атома (поскольку сила Лоренца не совершает работу). Следовательно, при появлении силы $\overline{F_g}$ сила $\overline{F_T}$ должна уменьшиться.

В отсутствии силы Лоренца тепловое излучение нашей антенны распространяется равномерно по всем направлениям – можно сказать, что в этом случае диаграмма направленности антенны является сферой. При появлении силы Лоренца излучение нашей антенны становится асимметричным и диаграмма направленности становится эллипсоидом, большая ось которого направлена по вектору магнитогравитационной индукции $\overline{B_g}$.

Следовательно, диаграмма направленности антенны должна деформироваться под действием индукции $\overline{B_g}$ с частотой гравитационной волны f_g , а величина деформации должна определяться величиной индукции B_g . Это явление может быть обнаружено, т.к. в настоящее время существуют весьма чувствительные измерители терагерцового излучения [10].

Итак, предлагаемая гравитационная антенна должна представлять собой твердое тело (может быть, с внутренним хорошо стабилизированным нагревателем), помещенное в термоизолированную камеру и окруженное приемниками терагерцового излучения. Дополнительный нагреватель нужен для того, чтобы увеличить тепловую скорость и зависящую от нее силу Лоренца, а, в конечном счете, чувствительность гравитационной антенны.

Приложение 1. Уравнения электромагнетизма и гравиелектромагнетизма

Ниже приняты следующие обозначения:

- q — электрический заряд;
- ρ — плотность электрического заряда;
- J — плотность электрического тока;
- c — скорость света в вакууме;
- E — напряжённость электрического поля;
- B — магнитная индукция;
- v — скорость;
- F — сила,
- m — масса;
- ρ_g — плотность массы;
- J_g — плотность тока массы;
- G — гравитационная постоянная;
- E_g — напряжённость гравиелектрического поля;
- B_g — гравимагнитная индукция;

Уравнения Максвелла для электромагнетизма в гауссовой системе СГС имеют вид:

$$\operatorname{div} E = 4\pi\rho, \quad (1.1)$$

$$\operatorname{div} B = 0, \quad (1.2)$$

$$\operatorname{rot} E = -\frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t}, \quad (1.3)$$

$$\operatorname{rot} B = \frac{4\pi}{c} J + \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t}. \quad (1.4)$$

Сила Лоренца для электрического заряда

$$F = qE + \frac{q}{c} [v \times B]. \quad (2)$$

Уравнения для гравитоэлектромагнетизма в гауссовой системе СГС имеют вид:

$$\operatorname{div} E_g = 4\pi Gm, \quad (3.1)$$

$$\operatorname{div} B = 0, \quad (3.2)$$

$$\operatorname{rot} E_g = -\frac{1}{c} \frac{\partial B_g}{\partial t}, \quad (3.3)$$

$$\operatorname{rot} B_g = \frac{4\pi G}{c} J_g + \frac{1}{c} \frac{\partial E_g}{\partial t}. \quad (3.4)$$

Сила Лоренца для массы

$$F = mE_g + \zeta \frac{m}{c} [v \times B_g], \quad (4)$$

где ζ - коэффициент, равный 1 у Хевисайда и равный 2 в ОТО.

Приложение 2. Скорость тепловых движений атомов меди

Вначале рассмотрим некоторые константы для меди [11]:

$C_V = 0,385$ кДж\кг*К – теплоемкость,

$\eta = 16.7$ К⁻¹ - коэффициент линейного теплового расширения,

$\rho = 9$ г\см⁻³ – плотность,

$m = 10^{-22}$ г – масса атома,

$a = 2.3 \cdot 10^{-8}$ см – межатомное расстояние,

$\chi = 7.3 \cdot 10^{-13}$ - сжимаемость,

$\alpha \approx 3a/\chi = 10^5$ - коэффициент упругости.

$s_o \approx \sqrt{\frac{kT}{\alpha}} = 0.4 \cdot 10^{-10} \sqrt{T} = 6 \cdot 10^{-10}$ см - средняя величина

амплитуды колебаний атома,

$\omega \approx \sqrt{\frac{\alpha}{m}} = \sqrt{\frac{3a}{\chi m}} = 3 \cdot 10^{13}$ рад\сек- угловая частота колебаний

атомов,

$f = \frac{\omega}{2\pi} \approx 4.8 \cdot 10^{12}$ сек⁻¹ - частота колебаний атомов,

$\lambda = c/f \approx 0.06$ мм - длина волны теплового терагерцового излучения,

$\tau = 1/f \approx 0.2 \cdot 10^{-12}$ сек - период колебаний атомов.

В зависимости от температуры средняя скорость тепловых движений атома меди определяется формулой вида

$$V_T = \frac{S_0}{\tau} \approx 200\sqrt{T} \text{ см/сек.}$$

В частности, при $T = 230\text{K}$ имеем: $V_T = 3000\text{см/сек.}$

Литература

1. Уравнения Максвелла. Википедия.
2. Oliver Heaviside. A Gravitational and Electromagnetic Analogy [Part I, The Electrician, 31, 281-282 (1893)]
<http://serg.fedosin.ru/Heavisid.htm>
3. Гравитомagnetизм. Википедия.
4. Детектор гравитационных волн. Википедия.
5. Самохвалов В.Н. Массодинамическое и массовариационное взаимодействие движущихся тел. «Доклады независимых авторов», изд. «ДНА», Россия – Израиль, 2009, вып. 13, ISBN 978-0-557-18185-8, printed in USA, Lulu Inc. – С. 110-159.
6. Самохвалов В.Н. Квадрупольное излучение вращающихся масс. “Доклады независимых авторов”, изд. “ДНА”, Россия – Израиль, 2010, вып. 14, ISBN 978-0-557-28441-2, printed in USA, Lulu Inc. – С. 112-145.
7. Самохвалов В.Н. Силовое действие массовариационного излучения на твердые тела. Доклады независимых авторов», изд. «ДНА», Россия – Израиль, 2010, вып. 15, ISBN 978-0-557-52134-0, printed in USA, Lulu Inc. – С. 175-195.
8. Самохвалов В.Н. Исследование силового действия и отражения квадрупольного излучения вращающихся масс от твердых тел. «Доклады независимых авторов», изд. «ДНА», Россия – Израиль, 2011, вып. 18, ISBN 978-1-257-04063-6, printed in USA, Lulu Inc. – С. 165-187.
9. Самохвалов В.Н. Силовые эффекты при массодинамическом взаимодействии в среднем вакууме. «Доклады независимых авторов», изд. «ДНА», ISSN 2225-6717, Россия – Израиль, 2011, вып. 19, ISBN 978-1-105-15373-0, printed in USA, Lulu Inc. – С. 170-181.
10. Терагерцевое излучение. Википедия.
11. Берклеевский курс физики. Том 5. Ф. Рейф. Статистическая физика, стр. 243;
http://alexandr4784.narod.ru/bkurs5/bkurs5_gl6_7.pdf