

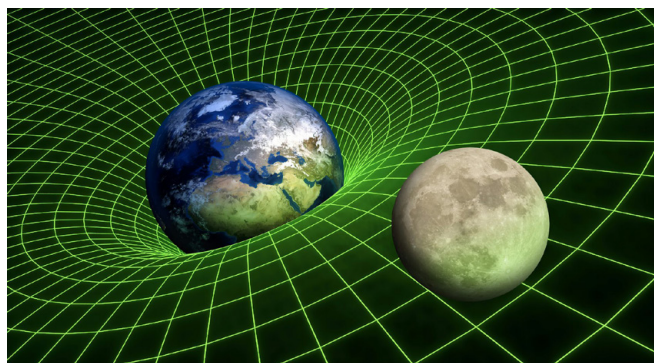
Игорь МИСЮЧЕНКО,
к.т.н., руководитель инновационного отдела ОК «РУСАЛ»
Владимир ВИКУЛИН,
инженер, «МакроГрупп»
Игорь ДАБАХОВ,
член правления «Международного фонда технологий и инвестиций»

Электромагнитная природа гравитации

Для перехода на качественно новую ступень в развитии науки, под влиянием накопленных за столетие фактов, назрел пересмотр подходов к фундаментальным понятиям. Так, все известные гравитационные явления и эффекты можно объяснить изменением электромагнитных характеристик вакуума вблизи массивных тел без введения в науку других понятий.

Не следует множить сущее без необходимости.
«Бритва Оккама»

Гравитация – фундаментальное физическое явление притяжения массивных тел друг к другу, математически описанное Ньютоном ещё в 1687 году в его знаменитом трактате «Математические начала натуральной философии». Эта теория оставалась единственной теорией гравитации до 25 ноября 1915 года, когда Эйнштейн опубликовал свою Общую Теорию Относительности (ОТО). Но обе теории, достаточно точно описывающие гравитационные взаимодействия численно, никогда не содержали описания физических механизмов её действия. Ньютон осознавал эту проблему, однако сознательно отказался от попыток её решения, заявив: «Причину же этих свойств силы тяготения я до сих пор не мог вывести из явлений, гипотез же я не измышляю». В рамках ОТО было провозглашено, что массы «искривляют» Риманово пространство-время (в том смысле, что его метрика перестаёт быть «плоской», то есть Евклидовой), а искривлённое пространство-время «указывает» иным (например, пробным) телам, как им надлежит двигаться. К сожалению, в ОТО не содержится ни единого указания на то, каковы причины физического взаимодействия реальных массивных тел с придуманным Эйнштейном *математическим* понятием «пространство-время».



«Искривление пространства-времени» можно соотнести с изменением скорости света вблизи массивных тел

Заметим, что причина гравитации не могла быть установлена ранее первой трети XX века, так как для её объяснения необходимы, во-первых, электродинамика, а во-вторых, знания об устройстве вещества, фундаментальных частицах и о некоторых тонких эффектах гравитации. Сам Эйнштейн последние 40 лет своей жизни работал над Единой теорией поля. Задача, им решаемая, состояла не только в том, чтобы в одной модели объединить две существовавшие тогда теории поля: электромагнетизм и гравитацию. Из Единой теории поля должны были вытекать существование и характеристики извест-

ных элементарных частиц – электронов и протонов, а также основные мировые константы: скорость света, заряд электрона, квант действия... К сожалению, решить эту задачу он так и не смог.

Постараемся выяснить *физический механизм тяготения*, располагая сегодня, в начале XXI века, всеми необходимыми знаниями и опытными фактами, *не вводя никаких новых сущностей* и не используя понятие «пространство-время».

Электромагнитные параметры вакуума и гравитация

Примем *гипотезу*, что физической причиной гравитации является изменение в пространстве относительных диэлектрической и магнитной проницаемостей физического вакуума, обозначаемых соответственно ϵ и μ . Из этого предположения немедленно следует, что скорость света в вакууме c также изменяется вблизи массивных тел, поскольку в любых средах $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\epsilon_0\mu\mu_0}}$.

А это в свою очередь означает, что коэффициент преломления вакуума n также не остаётся равен единице, поскольку $n = \sqrt{\epsilon\mu}$. В рамках классической физики значения величин n , ϵ и μ для вакуума полагались неизменными и равными единице, но после появления и широкого признания ОТО выяснилось, что вблизи массивных тел это уже не так, и величины эти следует признать зависящими от гравитационного потенциала. В частности, эту связь описали знаменитый советский физик-теоретик Лев Ландау и его соавтор по одному из лучших университетских учебников физики Евгений Лифшиц. Если объединить несколько формул, приведённых в учебнике Ландау–Лифшица, то для гравитационного поля слабой интенсивности связь всех этих величин будет определяться следующим универсальным выражением:

$$(1) \quad n = \sqrt{\epsilon\mu} = \epsilon = \mu = 1 - \frac{\Phi}{c^2} = 1 + \frac{GM}{Rc^2}, \text{ где:}$$

Φ – гравитационный потенциал в рассматриваемой точке пространства, который всегда отрицателен, G – гравитационная постоянная, M – масса гравитирующего тела, R – расстояние от центра этого тела до этой точки и c – константа, равная скорости света в вакууме. Эту формулу хорошо иллюстрирует Рис. 1: вблизи сферического массивного тела проницаемость вакуума больше единицы, и она убывает с удалением от центра тела обратно пропорционально расстоянию. Ландау и Лифшиц сделали ровно те же выводы исходя из ОТО Эйнштейна,

но полагая эти результаты чисто формальными, никак не связывая их с механизмами тяготения.

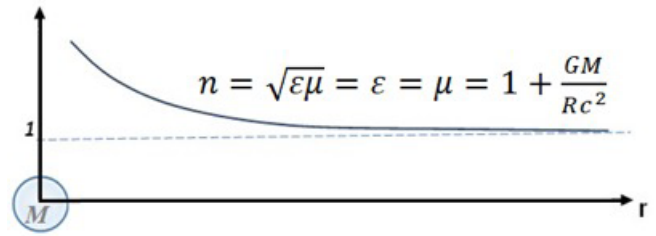


Рис. 1. Вид зависимости коэффициента преломления и проницаемостей вакуума от расстояния вблизи массивных тел

Согласно принятой гипотезе и с учётом формулы (1), ускорение свободного падения g зависит от относительной диэлектрической проницаемости следующим образом:

(2) $g = -\text{grad}(\Phi) = c^2 \cdot \text{grad}(\epsilon)$, а в таком случае гравитационная сила, действующая на «пробную массу» m , будет равна:

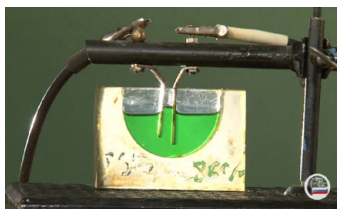
$$(3) \quad F = m(c^2 \cdot \text{grad}(\epsilon)) = mg = m \left(G \frac{M}{R^2} \right) = G \frac{Mm}{R^2}$$

Таким образом, сила Ньютоновского притяжения пробного тела вблизи источника тяготения, равная произведению массы тела на ускорение свободного падения, эквивалентно записывается как произведение его «энергии покоя» mc^2 на градиент относительной диэлектрической проницаемости вакуума ϵ вблизи пробного тела. И в этом случае мы в правой части (3) имеем закон Всемирного тяготения, выраженный через чисто электрические величины, так как энергия покоя частицы mc^2 – это электромагнитная энергия. По крайней мере это точно относится к электронам, нейтронам и протонам, то есть основным частицам, составляющим практически всё вещество нашей Вселенной, а также к их античастицам. Как известно, отдельный нейтрон не является стабильной частицей и распадается на протон, электрон и антинейтрино. Убедиться, что электрон и протон состоят исключительно из электромагнитной энергии, можно, изучая реакции их аннигиляции. Известно, что электрон и позитрон аннигилируют с выделением электромагнитной энергии в виде гамма-квантов. Не остаётся ни заряда, ни так называемой «массы покоя», а только энергия электромагнитного поля. Протон и антипротон аннигилируют по сложной схеме с образованием короткоживущих промежуточных частиц, которые в свою очередь распадаются на гамма-кванты и нейтрино. Энергия гамма-излучения имеет электромагнитную природу. Энергия же нейтрино, без сомнений, имеет ту же самую природу, поскольку до

стоверно установлено, что скорость движения нейтрино равна скорости света, а это возможно только для электромагнитных волн, в том числе распространяющихся в виде квантов. Таким образом, мы объяснили тяготение как изменение электромагнитных параметров физического вакуума и при этом не ввели в физическую науку ни одного нового понятия!

Предлагаемый физический механизм гравитации

В чём же заключается физический механизм тяготения в рамках данной теории? Он невероятно прост: физический вакуум вблизи массивного тела становится *градиентным диэлектриком*, при этом в такой градиентной среде любое электромагнитное поле (поле элементарных зарядов, поле электромагнитных волн, поле заряженного конденсатора и т.п.) будет *перемещаться по градиенту диэлектрической проницаемости*, пытаясь приблизиться к источнику неоднородности среды, к области максимально высокой проницаемости.



Более сильный диэлектрик перемещается в область электрического поля (между пластин конденсатора). Соответственно, сам конденсатор стремится переместиться в область, где диэлектрик имеет большую электрическую проницаемость

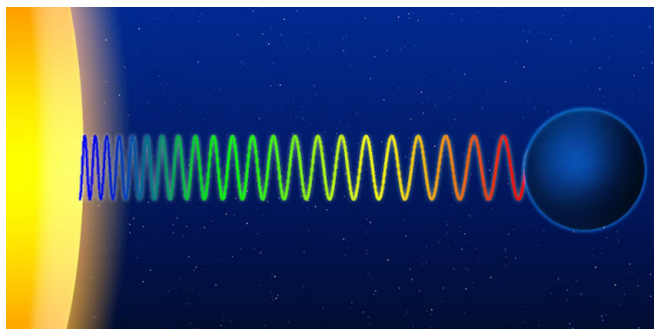
Можно показать также, что изменение проницаемостей (1) в гравитационном потенциале полностью объясняет и такой тонкий эффект тяготения, как «гравитационное замедление времени», который до недавнего времени считался «эффектом ОТО». Для этого выясним, как изменится резонансная частота ω идеального контура вблизи гравитирующего тела. Как известно, эта частота равна:

$$(4) \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 l k \cdot \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d}}} = \frac{\omega_0}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \omega_0 \cdot \left(1 + \frac{\Phi}{c^2}\right),$$

где L – индуктивность, G – емкость, l – длина проводника (индуктивности), S, d – соответственно площадь пластин конденсатора и расстояние между ними, k – параметр индуктивности, зависящий только от геометрии проводника.

Как следует из формулы (4), эта частота уменьшится в $1 + \frac{GM}{Rc^2}$ раз, как если бы время для идеального контура на поверхности массивного тела текло медленнее, чем вдали от него. Таким образом, частота некоего излучателя электромагнитных волн, работающего с та-

ким идеальным контуром и помещённого на поверхность массивного тела, стала бы меньше, чем частота такого же передатчика, находящегося у удалённого наблюдателя. Такое явление называется «гравитационное красное смещение» и хорошо изучено экспериментально, начиная с опытов Паунда и Ребки.



Гравитационное красное смещение

И, наконец, можно с уверенностью утверждать, что в гравитационном поле должна изменяться величина силы кулоновского взаимодействия (с точки зрения наблюдателя, удалённого из зоны действия тяготения). Классическая запись закона Кулона: (5) $F = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

Заряд, обозначаемый здесь Q, q , в современной физике считается инвариантом (то есть неизменной величиной), ϵ_0 – постоянная, а относительная электрическая проницаемость ϵ , согласно (1), определяется гравитационным потенциалом в данной области пространства. Поскольку в гравитационном поле ϵ возрастает, сила Кулона в нём должна пропорционально уменьшаться. Например, на поверхности Солнца, получим:

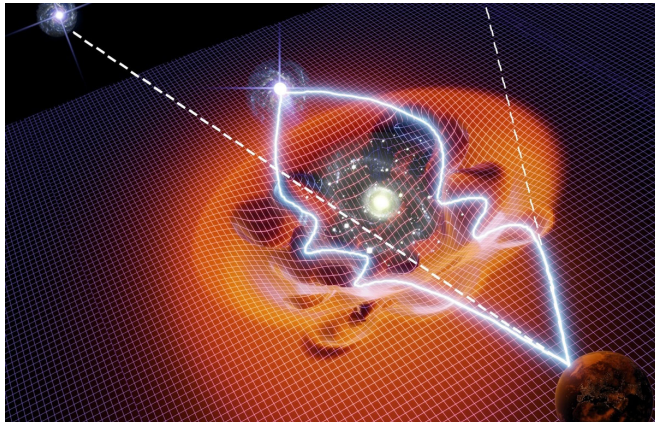
$$(6) \quad F = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 \left(1 + \frac{1}{c^2} \frac{GM_{Sun}}{R_{Sun}}\right) r^2} \approx \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 \cdot r^2}$$

Электромагнитные эффекты гравитации

С помощью вышеизложенной теории объясняется не только сама сила тяготения и упомянутое ранее *гравитационное красное смещение*, но и большинство других известных сегодня тонких гравитационных эффектов, а именно:

– *эффект замедления темпа физических процессов* («гравитационное замедление времени»). Заключается в том, что все физические процессы вблизи больших масс протекают медленнее, чем вдали от них. Увеличение про-

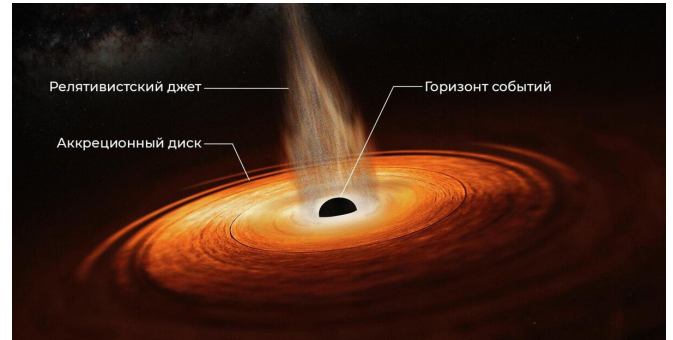
нищаемостей физического вакуума и связанное с этим уменьшение скорости света приводит к замедлению всех процессов. Выше подробно показано такое замедление для идеального резонансного контура. Поскольку скорость света определяет темпы всех физических процессов, то все процессы замедляются вблизи масс. «Замедление времени» в свою очередь объясняет другие обусловленные им явления, такие как *задержка радиолокационных сигналов большими массами (эффект Шапиро), гравитационное красное/синее смещение спектров излучения атомов, замедление хода атомных часов вблизи массивных тел.*



– *гравитационное отклонение луча света*, проходящего вблизи больших масс. Эффект заключается в отклонении луча света, проходящего по касательной к массивному телу в направлении к этому телу. Это явление было предсказано ещё в рамках теории тяготения Ньютона (свет, как поток частиц, просто падает под действием тяготения). ОТО предсказала вдвое большее отклонение луча света, нежели это следует из теории Ньютона, объясняя это отклонение движением света по «геодезической линии» в четырёхмерном Римановом пространстве-времени. Предсказание ОТО на сегодняшний день проверено экспериментально с точностью порядка одного процента. Представленная теория даёт другое объяснение причин отклонения света: одновременное падение света (как потока частиц-фотонов) и его преломление (как электромагнитной волны) в среде с показателем преломления, большим единицы (1). Половина фактического отклонения света объясняется его падением (так же, как и в теории Ньютона), а вторая половина – его преломлением. Суммарное же отклонение в точности равно предсказанному в рамках ОТО. Гравитационное отклонение луча света в свою очередь объяс-

няет все связанные с ним явления: *гравитационное линзирование и микролинзирование, крест Эйнштейна, дугу Эйнштейна, кольцо Эйнштейна.*

– *аномальная прецессия перигелия планет* (в частности Меркурия) объясняется нелинейным изменением энергии тел, движущихся вблизи источников тяготения. Это изменение обусловлено в первую очередь изменением скорости света под действием тяготения.



Чёрная дыра

– *чёрные дыры*, то есть массивные компактные объекты, свет от которых не может удалиться, были предсказаны уже в рамках теории тяготения Ньютона (это тела, вблизи которых вторая космическая скорость достигает скорости света), а также в ОТО. В рамках изложенной теории скорость света $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\epsilon_0\mu\mu_0}}$

вблизи таких объектов (вблизи радиуса Шварцшильда) стремится к нулю из-за неограниченного роста электрической и магнитной проницаемостей физического вакуума, и поэтому свет от таких объектов не может удалиться и достигнуть земного наблюдателя за конечное время.

– *гравитационные волны*, то есть распространяющиеся со скоростью света возмущения гравитационного потенциала. Возникают вблизи динамических массивных объектов, например, при их столкновении. Предсказаны в ОТО как движущиеся возмущения кривизны пространства-времени и на сегодняшний день считаются обнаруженными (присуждена Нобелевская премия за 2017 год). В рамках вышеизложенной теории гравитационные волны – это движущиеся со скоростью света возмущения электрической и магнитной проницаемостей физического вакуума, возникающие при изменении геометрии системы массивных тел. *С гравитационными волнами связан также унос энергии системы взаимно движущихся массивных тел, например, двойными звёздами.*

– *увлечение систем отсчёта вращающимися массивными телами*, это очень тонкий динамический гравитационный эффект, заключающийся в том, что вблизи вращающихся больших масс (например, Земли) инерциальной системой отсчёта оказывается система не просто свободно падающая, но и дрейфующая по направлению вращения массивного тела. Эффект с большим трудом экспериментально подтверждён в ходе многолетних космических экспериментов. В изложенной теории явление объясняется тем, что каждый элементарный объём вращающегося тела, влияющий на проницаемости физического вакуума, оказывается движущимся. Из-за этого движения силовая составляющая тяготения (2), создаваемого данным элементарным объёмом, оказывается несколько «наклонена». Соответственно, и вся совокупность таких объёмов (то есть вращающееся массивное тело) должна создавать суммарную силу тяготения, несколько отклоняющуюся от радиального направления в сторону вращения тела. Это очень похоже на наклон диаграммы направленности движущегося излучателя, описываемый в релятивистской электродинамике. Эффект настолько мал, что не имеет в данное время никакого практического значения.

Экспериментальная проверка теории

Из вышеизложенной теории следует, в частности, что ультрарелятивистские космические частицы (то есть движущиеся со скоростями, очень близкими к скорости света) должны отклоняться гравитацией небесных тел (например, Солнца) практически так же, как отклоняются лучи света. Из теории Ньютона известно отклонение нерелятивистских частиц, имеющих массу покоя, вблизи массивных тел. Известно также отклонение фотонов, не имеющих массы покоя, которое вдвое превышает величину, предсказанную теорией Ньютона для массивных частиц. По мере роста скорости массивных частиц (например, электронов и протонов Галактических космических лучей) их полная энергия начинает заметно превышать их энергию покоя, и отклонение таких частиц под действием тяготения начинает превышать отклонение, даваемое теорией Ньютона. При ультрарелятивистских скоростях, когда полная энергия частиц многократно превышает их энергию покоя, отклонение становится практически таким же, как для фотонов. Данный вывод допускает экспериментальную проверку путём наблюдения. Согласно последним результатам, полученным с помощью Калори-

метрического электронного телескопа *CALET* на борту Международной космической станции, в нашей галактике может существовать как минимум три источника космических лучей сверхвысокой энергии. Все они находятся в пределах 3000 световых лет от Земли. *CALET* зафиксировал своё первое событие такого рода в октябре 2015 года. Среди семи миллионов лучей, обнаруженных с тех пор, телескоп смог идентифицировать диапазон энергий космических лучей вплоть до уровня 10 теравольт и выше. Наиболее вероятным кандидатом на роль источника лучей сверхвысокой энергии считается остаток сверхновой звезды в созвездии Паруса в 800 световых годах от нашей планеты. Породившее его светило взорвалось около 11 тысяч лет назад. Поскольку источник и его положение известны, то с помощью космических телескопов, подобных *CALET*, можно обнаружить смещение траекторий сверхэнергичных частиц, приходящих от него, при прохождении их вблизи поверхности Солнца и сравнить это смещение со смещением, известным для фотонов. Для этого даже не потребуется ждать очередного солнечного затмения, поскольку Солнце не испускает столь энергичных частиц и, соответственно, не мешает наблюдать отклонение галактических космических лучей его собственной гравитацией.

Выводы

Основанная на гипотезе изменения электромагнитных свойств физического вакуума вблизи массивных тел «Электромагнитная теория гравитации» эквивалентна ОТО в смысле соответствия известным экспериментальным фактам, но объясняет гравитационные явления через изменение электрической и магнитной проницаемостей физического вакуума, при этом не вводя в науку ни одного нового понятия. Более того – эта теория позволяет полностью отказаться от трактовки такого классического объекта, как «гравитационное поле», как независимой физической сущности, сводя его к неоднородному распределению электрической и магнитной проницаемостей физического вакуума вблизи массивных тел. Также в ней не используется сложная математическая абстракция – четырёхмерный «пространственно-временной континуум». Теория приводит к ряду предсказаний, которые могут быть проверены экспериментально, в частности предсказывает такое же отклонение ультрарелятивистских частиц в поле Солнца, какое обнаружено для фотонов.