

Давление расширяющихся тел (ДРТ): кинематическая модель гравитации и природы света

L. A. Serebrennikov^{a,*}(<https://orcid.org/0009-0006-6256-4102>)^a

^aIndependent Researcher, Dobryanka, 618715 Russia

*e-mail: rubikkon@gmail.com

24 мая 2026 г.

Аннотация

Модель ДРТ предлагает посмотреть на гравитацию без силы притяжения, а на свет — без волн и безмассовых частиц. Всё расширяется с одним и тем же темпом, и этого достаточно, чтобы объяснить падение яблока, отклонение луча света, красное смещение, магнетизм и устройство чёрной дыры. Без сингулярностей, без искривлённого пространства-времени, без «безмассовых» сущностей.

1. Введение

Статья построена от определений к следствиям. Сначала вводятся базовые понятия, затем две системы отсчёта, и уже на этом фундаменте разворачивается модель. Определения будут добавляться по мере необходимости. Каждый раздел опирается на ранее введённые понятия.

Частица — объект, имеющий два отношения плотности к занимаемому объёму, и состоящий из ядра и оболочки.

Ядро — это первое отношение, оно располагается в центре частицы; его плотность выше плотности оболочки, и граничит оно только с оболочкой.

Оболочка — это второе отношение, расположенное над ядром; её плотность ниже плотности ядра и близка к плотности окружающей среды, и граничит оболочка с ядром с одной стороны и с окружающей средой с другой.

Окружающая среда, она же пространство, представляет собой совокупность объёмов и плотностей других частиц, окружающих оболочку частицы или тела, имеющая фрактальную природу

Плотность — отношение количества энергии к занимаемому объёму. В системе «тело–среда» итоговая плотность определяется отношением:

$$\rho_{\text{итог}} = \frac{\rho_{\text{тела}}}{\rho_{\text{среды}}} \quad (1)$$

где $\rho_{\text{тела}}$ — плотность тела, $\rho_{\text{среды}}$ — плотность окружающей среды.

Чтобы облегчить понимание дальнейшего материала, введем две системы отсчёта:

Внешняя система отсчёта — единицы длины фиксированы, время отсутствует: все объекты неподвижны, никакие процессы не идут. Это статичный снимок внутренней системы отсчёта, позволяющий увидеть то, что скрыто от наблюдателя внутри системы.

Внутренняя система отсчёта — система, в которой находится реальный наблюдатель со всеми своими измерительными приборами. В ней есть время и происходят все видимые изнутри процессы. Наблюдатель не может выйти за её пределы и потому не замечает эффектов, видимых только извне.

Наблюдатель, находящийся во внутренней системе отсчёта, видит, что тела, оставленные без опоры, начинают двигаться вниз. Если пренебречь сопротивлением воздуха, то лёгкие и тяжёлые тела падают одинаково быстро. Спутники движутся вокруг планет по замкнутым траекториям, не падая и не улетая. Луч света вблизи массивных тел искривляется. Все эти явления требовали объяснения, и для них была введена сила тяжести.

Хронология изучения гравитации

1590 год. Галилео Галилей экспериментально установил, что все тела в отсутствие сопротивления воздуха падают с одинаковым ускорением. Вместо легендарного бросания шаров с Пизанской башни он использовал наклонную плоскость, чтобы «растянуть» время движения и сделать его доступным для измерений с помощью простейших приборов, например, водяных часов.

1604 год. Галилей математически сформулировал закон равноускоренного движения: пройденный путь пропорционален квадрату времени. Это заложило основу для будущего вычисления величины ускорения свободного падения.

1640-е годы. Учёные дали феномену падения тел имя **гравитация** (от лат. *gravitas* — «тяжесть, вес»). Термин носил описательный характер: он обозначал наблюдаемое явление, но природа его оставалась необъяснённой.

1672 год. Французский астроном Жан Рише, используя маятниковый метод, обнаружил, что маятник часов идёт медленнее в Кайенне (Французская Гвиана, ближе к экватору), чем в Париже. Это впервые доказало, что ускорение свободного падения g не является универсальной константой, а зависит от географической широты.

1673 год. Христиан Гюйгенс создал теорию колебаний маятника и сконструировал первые точные маятниковые часы. Выведенная им формула периода колебаний дала принципиально новый, гораздо более точный метод для вычисления ускорения свободного падения g .

1687 год. Исаак Ньютон опубликовал закон всемирного тяготения. Термин «гравитация» приобрёл современный физический смысл: **универсальная сила притяжения**, действующая между всеми телами во Вселенной. Однако численное значение гравитационной постоянной оставалось неизвестным.

1797–1798 годы. Генри Кавендиш выполнил первый эксперимент по измерению гравитационной постоянной. Он использовал крутильные весы — устройство, разработанное ранее Джоном Мичеллом: на тонкой проволоке подвешивалось коромысло с двумя маленькими свинцовыми шарами. Когда к ним подносили два больших свинцовых шара, гравитационное притяжение вызывало поворот коромысла, а по углу закручивания проволоки вычислялась сила притяжения. Примечательно, что сам Кавендиш вычислял среднюю плотность Земли (он определил её как $5,448 \text{ г/см}^3$, что всего на 1% отличается от современного значения). Из этих данных позднее было вычислено значение $G \approx 6,74 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$.

1915 год. Альберт Эйнштейн завершил Общую теорию относительности (ОТО), которая описывает гравитацию не как силу, а как искривление пространства-времени под действием массы и энергии.

Начало XX века. Научное сообщество провело терминологическое разграничение:

- **Gravity (сила тяжести)** — земное проявление веса или ускорения, представляющее собой сумму гравитационного притяжения Земли и центробежной силы от её вращения.
- **Gravitation (гравитационное взаимодействие)** — фундаментальная сила притяжения как таковая.

1919 год. Артур Эддингтон провёл наблюдения солнечного затмения на острове Принсипи и подтвердил предсказанное ОТО отклонение лучей света в поле тяготения Солнца. Это стало первым крупным экспериментальным подтверждением теории Эйнштейна.

1960 год. Роберт Паунд и Глен Ребка выполнили эксперимент в Гарвардском университете, впервые измерив гравитационное красное смещение с помощью эффекта Мёссбауэра. Они зафиксировали изменение частоты гамма-излучения при прохождении им разности высот в 22,5 метра.

1974 год. Джозеф Тейлор и Рассел Халс открыли двойной пульсар PSR B1913+16. Наблюдения за изменением периода его вращения впервые дали косвенное доказательство существования гравитационных волн.

1998 год. Две независимые группы астрономов (Supernova Cosmology Project под руководством Сола Перлмуттера и High-Z Supernova Search Team под руководством Брайана Шмидта и Адама Рисса) обнаружили ускоренное расширение Вселенной. Это открытие указало на существование тёмной энергии и поставило новые вопросы перед теорией гравитации.

2015 год. Детекторы LIGO впервые напрямую зарегистрировали гравитационные волны — от слияния двух чёрных дыр. Сигнал GW150914, зафиксированный 14 сентября 2015 года, стал прямым подтверждением одного из ключевых предсказаний ОТО, столетие спустя после его публикации.

2025 год. Финские исследователи из Университета Аалто предложили модель «унифицированной гравитации», описывающую гравитацию без понятия «искривлённое пространство-время» — как взаимодействие четырёх полей, напоминающих электромагнитные. Модель пока не подтверждена экспериментально и не объясняет чёрные дыры и Большой взрыв.

2026 год. Международная команда физиков под руководством Игоря Пиковского и Джека Харриса запустила первый целенаправленный эксперимент по обнаружению одиночных гравитонов с помощью сантиметрового резонатора со сверхтекучим гелием. Параллельно Ральф Шютцхольд предложил использовать LIGO как «световую антенну» для поиска гравитонов через изменение характеристик лазерного луча при прохождении гравитационной волны.

2. Переход во внешнюю систему отсчета

До сих пор мы находились внутри — вместе с Галилеем, Ньютоном, Эйнштейном и всеми экспериментаторами, перечисленными выше. Мы видели падающие яблоки, закручивающиеся коромысла крутильных весов, искривляющиеся лучи света — и называли причину этих явлений гравитацией, но стоит наблюдателю мысленно перейти во внешнюю систему отсчета, то картина проясняется, и все встает на свои места.

Тело — массив частиц, соединённых ядерными связями.

Первое, что бросается в глаза: всё расширяется. Каждая частица, каждое ядро, каждая оболочка, каждое тело имеют один и тот же темп расширения. Приборы внутреннего наблюдателя расширяются синхронно с измеряемыми объектами, поэтому он не замечает самого расширения — он видит лишь его побочные эффекты.

Тут наверное самый сложный момент для понимания, потому что нужно снова ломать шаблоны мировосприятия.

Инерция — это сопротивление плотности тела к плотности окружающей среды при перемещении тела в ней.

Плотность в нашем привычном смысле уже учитывает отношение плотности среды к плотности тела (это невозможно обойти). Всегда нужно брать за эталон плотность среды ближе к нулю и объявлять её нулём. Современная физика так и сделала: вакуум объявлен нулём, поэтому плотность любого вещества уже является отношением к этому нулю.

Проведём мысленный эксперимент чтобы было наглядней и понятней.

По формуле $\rho = (P \cdot M)/(R \cdot T)$ рассчитаем плотность кислорода и водорода при общей температуре $20^\circ\text{C} = 293.15 \text{ K}$.

Кислород:

$$\rho_{O_2} = \frac{101325 \cdot 0.032}{8.31 \cdot 293.15} = \frac{3242.4}{2436.3765} \approx 1.331 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Водород:

$$\rho_{H_2} = \frac{101325 \cdot 0.002}{8.31 \cdot 293.15} = \frac{202.65}{2436.3765} \approx 0.083 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

По формуле $\rho(P, T) = \rho_0(T)/[1 - \beta(T) \cdot (P - P_0)]$ рассчитаем плотность воды при $20^\circ\text{C} = 293.15 \text{ K}$.

Вода:

$$\rho(P) = 998.23/[1 - (4.59 \cdot 10^{-10}) \cdot (P - 101325)] = 998.23 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Масса кислорода:

$$m_{O_2} = V_{O_2} \cdot \rho_{O_2} = 16 \cdot 1.331 \approx 21.296 \text{ кг}$$

Масса водорода:

$$m_{H_2} = V_{H_2} \cdot \rho_{H_2} = 2 \cdot 0.083 \approx 0.166 \text{ кг}$$

Общая масса смеси:

$$m_{\text{смеси}} = m_{O_2} + m_{H_2} = 21.296 + 0.166 \approx 21.462 \text{ кг}$$

Общий объём смеси:

$$V_{\text{смеси}} = V_{O_2} + V_{H_2} = 16 + 2 = 18 \text{ м}^3$$

Плотность смеси газов:

$$\rho_{\text{смеси}} = \frac{m_{\text{смеси}}}{V_{\text{смеси}}} = \frac{21.462}{18} \approx 1.192 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Масса воды равна массе смеси:

$$m_{H_2O} = m_{\text{смеси}} \approx 21.462 \text{ кг}$$

Объём воды:

$$V_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{\rho_{H_2O}} = \frac{21.462}{998.23} \approx 0.0215 \text{ м}^3$$

Соотношение объёмов:

$$\frac{V_{\text{смеси}}}{V_{H_2O}} = \frac{18}{0.0215} \approx 837$$

Еще раз вернусь к плотности. Невозможно прямо измерить плотность окружающей среды, потому что плотность это всегда отношение к чему то менее плотному объявленному за ноль, но мы можем сделать это косвенно, так как с уменьшением плотности Земли плотность окружающей среды становится ближе к плотности Земли, соответственно разность плотностей уменьшается, и поэтому тела медленней сталкиваются, ускорение свободного падения замедляется. Чем ближе плотность тела к плотности среды тем продолжительней ускорение свободного падения.

Создадим очередную отдельную модель чтобы нам проще было вникать. В этой модели мы не знаем что есть такое вещество как водород (наш прогресс еще не успел найти его плотность) Пусть все пространство Вселенной заполнено этим водородом. И мы имеем общее представление о плотности в целом, которую нашли опытным путем в этом водороде. Все элементы таблицы Менделеева найдены таким же методом. В уже имеющуюся положительную плотность объема мы поместили элемент и измеряли его плотность. Продолжим: объявим плотность водорода за ноль. (мы ведь не знаем его плотность) Теперь мы будем измерять ускорение свободного падения в водороде, кислороде и воде. В водороде будет самая меньшая плотность и самое быстрое ускорение свободного падения, так как она у нас объявлена за ноль. В кислороде будет плотность выше и ускорение свободного падения замедлится пропорционально плотности кислорода. В воде плотность будет еще выше и ускорение свободного падения и вовсе исчезнет если плотность среды и падающего тела равны. Да, и инерция перестанет существовать у этого тела. Теперь тело неотделимая часть среды. Теперь мы понимаем как плотность среды влияет на ускорение свободного падения, тема инерции тоже раскрыта.

Получается что темп расширения проявляет себя в силе тяготения.

Теперь становится понятно почему при измерении ускорения свободного падения тел в вакууме масса падающих тел не играет почти никакой роли, так как расширение самого тела имеет меньший вклад в темп расширения.

Так как все частицы обладают инерцией, то при смещении своего центра масс получают одинаковое ускорение, мы это видим когда тело просто лежит на Земле, соприкаясь с ней, оно получает постоянное давление со стороны поверхности Земли (давление темпа её расширения).

Когда мы берем в руку тело мы сохраняем это давление. Когда мы отпускаем его с высоты 1 метр мы наблюдаем как тело продолжает расширяться и летит по направлению от центра земли с той скоростью которая была у него в момент потери контакта при отпускании.

И не очень то важно какая была масса у падающего тела потому что данное тело уже получило скорость от темпа расширения поверхностью Земли (Общий центр масс между телом и Землей уже смещен).

Центр масс— единственная неподвижная точка в объекте, расширяющаяся в темпе, полученном от окружающих частиц, или, если она сама — частица, передающая этот темп.

Темп расширения — это отношение ускорения свободного падения на поверхности Земли к её среднему радиусу. Проще говоря на эту $1/649662,2$ часть расширяется любая частица или тело за секунду.

Обозначим его τ :

$$\tau = \frac{g_{\text{Земли}}}{R_{\text{Земли}}} = \frac{9,80665 \text{ м/с}^2}{6\,371\,010 \text{ м}} = \frac{1}{649\,662,2} \quad (2)$$

Из данного определения непосредственно следует, что ускорение свободного падения g для любого тела может быть выражено через темп расширения, радиус тела и его плотность:

$$g = R \cdot \tau \cdot \frac{\rho}{\rho_{\text{Земли}}} \quad (3)$$

где ρ — плотность измеряемого тела, а $\rho_{\text{Земли}}$ — эталонная плотность Земли, через которую был определён сам темп τ .

Темп расширения универсален для всех частиц, независимо от их плотности или размера. Отмечу, что в формуле выше плотность Земли выступает как эталон, относительно которого измеряется плотность других тел. Иными словами, плотность Земли уже приравнена к единице в относительной системе отсчёта. 649 662,2 метра — это радиус условной планеты с плотностью Земли, на которой прирост радиуса за секунду составляет ровно 1 метр. Но мы уже знаем, что в природе плотность всегда привязана к объёму в различных пропорциях. Кроме того, сама плотность — это всегда отношение двух отдельных плотностей, поэтому нам нужно взять за эталон самую меньшую плотность и объявить её нулём для удобства проведения вычислений. Формально это выражается введением нормировки:

$$\tau = \frac{g_{\text{Земли}}}{R_{\text{Земли}}} \cdot \frac{\rho_{\text{Земли}}}{\rho_{\text{Земли}}} = \frac{9,80665 \text{ м/с}^2}{6\,371\,010 \text{ м}} \cdot \frac{5513,4}{5513,4} = \frac{1}{649\,662,2} \quad (4)$$

2.1. Сравнение с законом Ньютона

Закон Ньютона для сферического тела:

$$g = G \frac{M}{R^2} = \frac{4\pi G}{3} R \rho, \quad (5)$$

где $G = 6,67430 \times 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$.

Формула ДРТ переписывается как:

$$g = \left(\frac{\tau}{\rho_{\text{Земли}}} \right) R \rho. \quad (6)$$

Обе формулы имеют структуру $g \propto R \rho$. Коэффициент в ДРТ:

$$k_{\text{ДРТ}} = \frac{\tau}{\rho_{\text{Земли}}} = \frac{1}{649662,2 \cdot 5513,4},$$

в теории Ньютона:

$$k_{\text{Ньютон}} = \frac{4\pi G}{3}.$$

При строгом аналитическом рассмотрении (раздел 3) оба коэффициента оказываются математически тождественными. Таким образом, модель ДРТ эквивалентна закону всемирного тяготения Ньютона для сферических тел, но предлагает иную физическую интерпретацию: гравитация есть не сила притяжения, а проявление кинематики расширения тел.

2.2. Плотность падающего тела и среды

В общем случае ускорение сближения зависит от соотношения плотностей падающего тела и окружающей среды. Введём обозначения:

- g — ускорение свободного падения (наблюдаемое ускорение сближения);
- r — радиус падающего тела (частицы, фотона);
- R — радиус основного тела (планеты, звезды);

- $\rho_{\text{Земли}}$ — эталонная плотность Земли, $\rho_{\text{Земли}} = 5513,4 \text{ кг/м}^3$ (для Земли $\rho_{\text{осн}} = \rho_{\text{Земли}}$);
- $\rho_{\text{осн}}$ — плотность основного тела;
- $\rho_{\text{пад}}$ — плотность падающего тела;
- $\rho_{\text{ср}}$ — плотность окружающей среды;
- τ — универсальный темп расширения, $\tau = 1/649662, 2$.

Полное ускорение сближения:

$$g = \tau(R + r) \cdot \frac{\rho_{\text{пад}} - \rho_{\text{ср}}}{\rho_{\text{пад}} + \rho_{\text{ср}}}. \quad (7)$$

Рассмотрим несколько примеров с одними и теми же основным телом (Земля: $R = 6371010 \text{ м}$) и падающим телом ($r = 0,1 \text{ м}$), но с разной средой и разной плотностью падающего тела. Всюду $\tau(R + r) = 9,80665 \text{ м/с}^2$.

2.2.1. Лёд в разных средах

$$\rho_{\text{пад}} = 917 \text{ кг/м}^3.$$

Таблица 1: Лёд ($\rho = 917 \text{ кг/м}^3$) в разных средах

| Среда | $\rho_{\text{ср}}$ (кг/м ³) | Дробь | g (м/с ²) |
|----------|---|---------|-------------------------|
| Водород | 0,083 | 0,99982 | 9,80 |
| Кислород | 1,331 | 0,99710 | 9,78 |
| Вода | 998,23 | 0 | 0 |

В воде тело с плотностью воды не падает ($g = 0$). Среда и тело расширяются как единое целое, среда уносит тело от Земли с той же скоростью, с какой Земля расширяется навстречу.

2.2.2. Тело с плотностью Земли в разных средах

$$\rho_{\text{пад}} = 5513,4 \text{ кг/м}^3.$$

Таблица 2: Тело с плотностью Земли ($\rho = 5513,4 \text{ кг/м}^3$) в разных средах

| Среда | $\rho_{\text{ср}}$ (кг/м ³) | Дробь | g (м/с ²) |
|----------|---|---------|-------------------------|
| Водород | 0,083 | 0,99997 | 9,81 |
| Кислород | 1,331 | 0,99952 | 9,80 |
| Вода | 998,23 | 0,6934 | 6,80 |

Тело с плотностью Земли падает почти с обычным g в разреженных средах и заметно медленнее в плотной среде.

2.2.3. Свинец в разных средах

$$\rho_{\text{пад}} = 11340 \text{ кг/м}^3 \text{ (плотнее Земли в 2 раза)}.$$

Таблица 3: Свинец ($\rho = 11340 \text{ кг/м}^3$) в разных средах

| Среда | $\rho_{\text{ср}}$ (кг/м ³) | Дробь | g (м/с ²) |
|----------|---|----------|-------------------------|
| Водород | 0,083 | 0,999985 | 9,81 |
| Кислород | 1,331 | 0,99977 | 9,80 |
| Вода | 998,23 | 0,8382 | 8,22 |

Как бы ни было плотно падающее тело, g ограничено сверху значением $\tau(R+r) \approx 9,81$ м/с². Именно это наблюдается в реальности: все тела падают с одинаковым ускорением в разреженной среде, независимо от их плотности.

Для фотона ($\rho_{\text{пад}} = \rho_{\text{ср}}$) вклад равен нулю — именно это свойство интерпретируется в современной физике как «безмассовость». Фотон не имеет массы не потому, что он невесом, а потому, что его плотность равна плотности среды, и он не оказывает сопротивления при движении.

3. Разложение гравитационной постоянной в модели ДРТ

Сравнение формул (5) и (6) выявляет их структурную идентичность: $g = kR\rho$, где $k_{\text{Ньютона}} = 4\pi G/3$, а $k_{\text{ДРТ}} = \tau/\rho_{\text{Земли}}$. Приравнивание этих коэффициентов позволяет выразить ньютоновскую гравитационную постоянную G через фундаментальные параметры модели ДРТ и, наоборот, вычислить опорную плотность из темпа расширения.

3.1. Вывод связи между G и темпом расширения

Приравняем коэффициенты:

$$\frac{4\pi G}{3} = \frac{\tau}{\rho_{\text{Земли}}}.$$

Отсюда гравитационная постоянная выражается как

$$G = \frac{3\tau}{4\pi \cdot \rho_{\text{Земли}}}. \quad (8)$$

Подставляя $\tau = 1/649662,2$ и справочную плотность $\rho_{\text{Земли}} = 5\,513,4$ кг/м³ [13], получаем:

$$G = \frac{3}{4\pi \cdot 649662,2 \cdot 5513,4} \approx 6,6743 \times 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2).$$

Это значение совпадает с рекомендованным CODATA $G = 6,67430 \times 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ [14] в пределах погрешности округления исходных данных.

3.2. Обратное вычисление опорной плотности

Из того же равенства выразим плотность через темп расширения и гравитационную постоянную:

$$\rho_{\text{Земли}} = \frac{3\tau}{4\pi \cdot G}. \quad (9)$$

Подстановка $G = 6,67430 \times 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ и $\tau = 1/649662,2$ даёт:

$$\rho_{\text{Земли}} = \frac{3}{4\pi \cdot 6,67430 \times 10^{-11} \cdot 649662,2} \approx 5\,513,3 \text{ кг/м}^3.$$

Полученное значение отличается от справочного $5\,513,4$ кг/м³ [13] менее чем на 0,002%, что подтверждает идеальную согласованность модели с наблюдательными данными.

3.3. Физический смысл G в модели ДРТ

Соотношение (8) раскрывает физический смысл гравитационной постоянной. В модели ДРТ G перестаёт быть самостоятельной фундаментальной константой. Она оказывается комбинацией трёх величин с ясным механическим смыслом:

1. $\tau = 1/649662,2$ — универсальный темп расширения материи.
2. $\rho_{\text{Земли}}$ — средняя плотность материи, входящей в состав Земли.
3. Числовой коэффициент $3/(4\pi)$ — геометрический фактор для сферического тела.

Гравитация без введения «гравитационного заряда» или «искривления пространства-времени»: её интенсивность однозначно определяется темпом расширения материи и её плотностью.

3.4. Универсальность соотношения и границы применимости

Формула (8) получена в предположении, что плотность тела равна $\rho_{\text{Земли}}$, а плотность среды пренебрежимо мала. Для тела произвольной плотности ρ и радиуса R в среде плотностью $\rho_{\text{ср}}$ полное ускорение сближения даётся выражением (7). В общем случае невозможно вывести единый числовой коэффициент, аналогичный G и пригодный для любых пар тел. Понятие «гравитационной постоянной» в модели ДРТ оказывается идеализацией, справедливой лишь для тел с плотностью, близкой к плотности Земли, в разрежённой среде.

Это указывает на принципиальное ограничение ньютоновской формулировки и объясняет, почему модель ДРТ даёт более общее описание, учитывающее влияние плотностей обоих взаимодействующих тел и среды. В случаях, когда плотность одного из тел или плотность среды существенно отличаются от земных значений, формула ДРТ (7) даёт поправки к ньютоновскому предсказанию, которые могут быть проверены экспериментально.

4. Проверка модели на наблюдательных данных

В таблице 4 приведены параметры Земли, Луны, Солнца и Марса, а также рассчитанные по формуле $g = R \cdot \tau \cdot \rho / \rho_{\text{Земли}}$ значения ускорения свободного падения $g_{\text{ДРТ}}$. Наблюдаемые значения $g_{\text{набл}}$ взяты из справочных данных [13].

Таблица 4: Сравнение предсказаний модели ДРТ с наблюдательными данными

| Тело | Радиус (м) | Плотность (кг/м ³) | $g_{\text{набл}}$ (м/с ²) | $g_{\text{ДРТ}}$ (м/с ²) | Откл. |
|--------|-------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------|
| Земля | 6 371 010 | 5 513,4 | 9,807 | 9,807 | 0% |
| Луна | 1 737 400 | 3 344 | 1,625 | 1,623 | -0,1% |
| Марс | 3 389 500 | 3 933 | 3,71 | 3,72 | +0,3% |
| Солнце | 696 300 000 | 1 408 | 274,0 | 274,0 | 0% |

Для всех представленных тел отклонение не превышает 0,3%, что подтверждает адекватность модели ДРТ для широкого класса астрономических объектов.

5. Природа света в модели ДРТ

5.1. Определения

Фотон — передача от частицы к частице факта падения плотности и/или расширения объёма, возникших в точке его рождения. Причинами могут быть: нагрев, химическая реакция, электрический разряд, распад, соударение, а также охлаждение и завершение реакции, при которых объём области рождения увеличивается, а её плотность уменьшается. Во всех случаях суть события одна: некоторая область пространства увеличилась в объёме и потеряла в плотности. Фотон не является ни частицей, ни волной, ни самостоятельным движущимся объектом; понятие массы к нему неприменимо.

Волна — передача возмущения в среде, подобная колебанию натянутой струны. Волна всегда имеет амплитуду. Если ядерные связи материи взаимодействуют с собственной инерцией покоя и средой, амплитуда убывает. Если внешнее воздействие поддерживает цикличность, амплитуда остаётся постоянной. Волна всегда обратима и требует возврата частиц в исходное положение после каждого цикла; без возврата нет волны, есть только однократное смещение. По этой причине термин «волна» неприменим к свету: в световом возмущении частицы смещаются необратимо и не возвращаются, отсутствует как цикличность, так и амплитуда в волновом смысле, что исключает саму возможность волнового процесса.

5.2. Природа кажущейся «безмассовости фотона»

Тот факт, что фотон в современной физике считается безмассовым, в модели ДРТ интерпретируется как свойство самого процесса вытеснения.

Частицы, породившие вытеснение (независимо от причины — расширение ядра, нагрев, химическая реакция, распад или иное событие), имеют плотность ρ_f , близкую к плотности окружающей среды ρ_{cp} ($\rho_f \approx \rho_{cp}$). Это равенство плотностей не случайно: частицы, породившие вытеснение, уже расширились до плотности окружающей среды. Двигаясь в среде, эти частицы не расталкивают её как инородное тело, а передают смещение практически без сопротивления. Поскольку перепад плотности между вытесняющими частицами и средой отсутствует, а само возмущение является необратимой цепочкой смещений, а не движением изолированного объекта, фотон проявляет свойства, интерпретируемые как «безмассовость».

5.3. Скорость света как скорость передачи смещения в среде

Скорость света является характеристикой среды, в которой распространяется возмущение. Свет есть цепочка необратимых смещений частиц, и скорость передачи этих смещений определяется плотностью и упругими свойствами той материальной среды, в которой они происходят.

Величина c — это не скорость полёта каких-либо частиц сквозь пространство, а скорость передачи смещения от одной частицы тела к соседним. Каждая частица, получив толчок, смещается ровно настолько, на сколько расширился объём и упала плотность частицы.

Различие механизмов света и звука состоит в обратимости: звук есть обратимая волна (частицы колеблются и возвращаются), свет есть необратимое вытеснение (частицы смещаются и не возвращаются, объём заполнен). Сама величина c является фундаментальной константой той разрежённой среды, которая образует оболочки и пространство между ядрами.

5.4. Образование новых ядер

Падение плотности ядра и рождение фотона не означает, что ядра перестают существовать как класс объектов. Любое плотное тело, расширяясь, способно захватывать частицы окружающей среды своей расширяющейся поверхностью. Захваченные частицы формируют оболочку, а их накопление и сжатие могут привести к образованию нового плотного ядра.

Таким образом, во Вселенной постоянно идут два встречных процесса: потеря плотности ядрами (рождение фотонов) и формирование новых плотных ядер из захваченных частиц среды. Это два аспекта единого процесса обмена плотностью между телами и средой.

5.5. Поглощение фотона

Поглощение фотона в модели ДРТ получает ясный механический смысл. Когда цепочка необратимых смещений достигает приёмника (плотного тела), частицы, передающие смещение, упираются в границу с перепадом плотности и передают механический импульс этому телу. Приёмник регистрирует этот импульс как поглощение фотона. Сама цепочка смещений прекращает своё существование в момент передачи импульса приёмнику.

6. Объяснение наблюдательных явлений

6.1. Гравитационное красное смещение

В эксперименте Паунда–Рибки [10] поверхность Земли непрерывно расширяется, поэтому приёмник удаляется от источника во время движения луча вверх. При движении луча вверх свет и приёмник двигаются в одном направлении, свет догоняет уходящую поверхность — длина волны увеличивается (красное смещение). При движении вниз свет и поверхность двигаются навстречу — длина волны уменьшается (синее смещение).

6.2. Космологическое красное смещение

В модели ДРТ фотон рождается как цепочка необратимых смещений частиц при падении плотности ядра. Это задаёт начальный масштаб возмущения. После рождения цепочка смещений распространяется по среде, которая сама непрерывно расширяется.

Среда имеет радиус, значительно превышающий радиус приёмника, и расширяется с абсолютной скоростью c . Приёмник, будучи плотным телом, расширяется с собственной скоростью $v = R/649662,2$, которая меньше c . Цепочка смещений, распространяющаяся по расширяющейся среде, и приёмник движутся навстречу друг другу. Поскольку среда расширяется быстрее приёмника, расстояние, проходимое цепочкой смещений, за время до встречи увеличивается. Чем дальше от приёмника находился источник фотона в момент рождения, тем дольше длится встречное расширение и тем больше растягивается возмущение к моменту регистрации.

Таким образом, космологическое красное смещение возникает как разность между расширением среды (по которой распространяется цепочка смещений) и расширением приёмника за время до их встречи. Измеренное смещение зависит от изначального положения источника фотона в абсолютном пространстве и не связано ни с движением источника, ни с расширением пространства-времени.

7. Магнетизм, электромагнетизм как геометрические следствия расширения

В рамках модели ДРТ магнетизм не является особым фундаментальным взаимодействием. Он представляет собой направленную циркуляцию материальной среды, порождённую расширением тел с особой внутренней геометрией. Электромагнетизм есть управляемый вариант того же явления.

7.1. Спиральная геометрия и ускоренное осевое расширение

Все тела расширяются с относительным темпом τ . Для тела сферически симметричной формы расширение происходит изотропно и создаёт только радиальное давление (гравитацию).

Если же материя организована в спиральную (винтовую) структуру, ситуация меняется. Спираль обладает истинной длиной $L_{\text{ист}}$, многократно превышающей её видимую длину $L_{\text{вид}}$ вдоль оси. Поскольку расширение действует на истинную длину, абсолютный прирост длины вдоль оси составляет:

$$\Delta L_{\text{ось}} = L_{\text{ист}} \cdot \tau, \quad (10)$$

а для прямого тела той же видимой длины прирост составил бы $L_{\text{вид}} \cdot \tau$. Отношение истинной длины к видимой есть коэффициент скрутки $k = L_{\text{ист}}/L_{\text{вид}} > 1$. Следовательно, спиральное тело расширяется вдоль своей оси в k раз быстрее, чем прямое тело той же внешней длины.

Возникает перепад скоростей расширения в объёме, занятом спиралью: осевое расширение ускорено относительно радиального. Этот перепад создаёт направленный поток материальной среды вдоль оси спирали.

7.2. Циркуляция и вихревая трубка

Спираль имеет два конца — вход и выход. Частицы среды, увлекаемые расширением, входят с одного конца, проходят по спиральному каналу и выбрасываются с другого. Далеко улететь они не могут: их уход создаёт разрежение у входа, которое затягивает новые частицы. Снаружи спирали существует короткий путь от выхода обратно ко входу. Возникает замкнутая циркуляция: внутри спирали частицы движутся в одну сторону, снаружи — в обратную.

Если спираль замкнута в кольцо (тороидальный соленоид), циркуляция запечатывается. Образуется устойчивая вихревая трубка — аналог магнитного поля постоянного магнита.

Циркуляция не затухает, поскольку расширение ядер, питающее поток, является первичным неисчерпаемым свойством материи. Кроме того, в отличие от звуковой волны, где частицы колеблются туда-обратно и теряют энергию на каждом цикле, данное течение является необратимым: частица, сместившись на один шаг, не возвращается. Отсутствие возвратных колебаний означает отсутствие механизма диссипации.

7.3. Резонансное условие: шаг спирали и длина смещения

Одной спиральной геометрии недостаточно для возникновения устойчивого магнетизма. Необходимо, чтобы шаг спирали (расстояние между соседними витками) совпадал с длиной необратимого смещения частицы среды за один акт расширения. При соблюдении этого условия каждый следующий толчок расширения подталкивает частицу именно

в той фазе, когда она готова к очередному смещению. Возникает резонансное усиление потока.

Если шаг не совпадает, толчки приходят не в фазе: один импульс может гаситься другим, направленный поток разрушается, а энергия расширения переходит в хаотические колебания (тепло).

Данное условие объясняет, почему постоянными магнитами являются лишь некоторые металлы (железо, никель, кобальт), а не все проводники. У ферромагнетиков меж-атомное расстояние (атомный радиус $\sim 124\text{--}125$ пм для Fe, Co, Ni) случайно совпало с длиной необратимого смещения. У меди, серебра и других проводников, не проявляющих ферромагнетизма, шаг решётки иной, и резонанс не возникает.

7.4. Нагрев как срыв резонанса

При повышении температуры атомы решётки начинают колебаться сильнее. Шаг спирали размывается, точное совпадение с длиной смещения нарушается, резонанс срывается. При достижении точки Кюри магнитные свойства исчезают.

Обратно, электрическое сопротивление проводника в модели ДРТ интерпретируется как мера геометрического рассогласования между шагом решётки и длиной необратимого смещения. В идеальном проводнике шаг совпадает точно — электрон при каждом толчке попадает в готовую потенциальную ямку, освобождённую предыдущим электроном. Эстафета идёт без помех, энергия расширения полностью переходит в направленное смещение (ток). В реальном проводнике шаг близок, но не идеален — часть электронов промахивается и соударяется с атомами, передавая им импульс. Эти хаотические колебания атомов и есть выделение тепла. Чем больше рассогласование, тем выше сопротивление и нагрев. При большом токе возникают заторы из-за плотности потока электронов, что также ведёт к соударениям и нагреву даже в хороших проводниках.

7.5. Электромагнетизм

Электромагнетизм отличается от постоянного магнетизма способом организации спиральной структуры.

В постоянном магните спиральная геометрия «вморожена» в кристаллическую решётку вещества. Резонансный шаг существует всегда, независимо от внешних условий, и поддерживает вечную циркуляцию среды.

В электромагните спиральная структура создаётся временно, прохождением электрического тока по проводнику. Ток в модели ДРТ есть эстафетная передача необратимых смещений электронов вдоль проводника. Само движение электронов организует среду вокруг проводника в вихревую структуру, шаг которой определяется параметрами тока. При отключении тока эстафета прекращается, вихревая структура распадается, магнитное поле исчезает.

Таким образом, электромагнетизм есть магнетизм, порождённый динамической (токовой) организацией резонансной спиральной геометрии, в отличие от статической (вмороженной в решётку) геометрии постоянного магнита.

7.6. Определения

Магнетизм — направленная циркуляция материальной среды, возникающая при резонансном совпадении шага спиральной структуры тела с длиной необратимого смещения частиц среды за один акт расширения.

Электромагнетизм — магнетизм, создаваемый временной спиральной организацией потока смещений при прохождении электрического тока.

Электрический ток — эстафетная передача необратимых смещений электронов вдоль проводника, поддерживаемая расширением атомов решётки.

Электрическое сопротивление — мера геометрического рассогласования между шагом решётки проводника и длиной необратимого смещения электрона, приводящая к переходу энергии расширения в хаотические колебания (тепло) вместо направленного смещения (тока).

7.7. Следствия и предсказания

1. Магнитные свойства вещества определяются исключительно геометрией его внутренней структуры, а не наличием особых «магнитных зарядов» или «полей».
2. Величина точки Кюри для различных ферромагнетиков должна коррелировать с величиной рассогласования шага решётки и длины смещения: чем точнее совпадение, тем выше температура разрушения резонанса.
3. Длина необратимого смещения частицы среды может быть оценена из межатомных расстояний ферромагнитных металлов ($\sim 124\text{--}125$ пм). Это расстояние должно быть связано с темпом расширения $1/649662,2$ и неким базовым линейным масштабом.
4. Спиральные структуры с шагом, кратным длине смещения, должны проявлять магнитоподобные свойства независимо от материала — при условии, что материал допускает необратимое скольжение слоёв.

8. Чёрная дыра в ДРТ-модели

В рамках модели ДРТ чёрная дыра представляет собой тело, в котором сжатие объёма происходит быстрее, чем его расширение. Расширение не успевает скомпенсировать потерю плотности, и тело стягивается внутрь себя.

При сжатии ядро чёрной дыры теряет плотность, рождая фотоны. Эти фотоны не могут покинуть тело, потому что скорость сжатия превышает скорость расширения поверхности. Фотоны заперты внутри. Их энергия поглощается ядром, разогревая его.

Разогрев ведёт к увеличению объёма — не сразу, а постепенно, по мере накопления энергии. Когда объём увеличивается достаточно, скорость расширения поверхности на короткое время сравнивается со скоростью сжатия. В этот момент фотоны могут выйти наружу — чёрная дыра излучает.

После этого сжатие снова начинает опережать расширение, и цикл повторяется.

Таким образом, чёрная дыра в модели ДРТ — это не сингулярность с бесконечной плотностью, а циклический процесс: сжатие — разогрев — расширение — излучение — сжатие. Сингулярность не достигается никогда, поскольку разогрев всегда ведёт к увеличению объёма раньше, чем плотность станет бесконечной.

В отличие от предсказаний ОТО, модель ДРТ не требует точечной сингулярности и даёт механизм излучения чёрных дыр без привлечения квантовых эффектов.

9. Следствия для течения времени

В модели ДРТ время не рассматривается как самостоятельная сущность. Оно выступает как отношение между процессами расширения в областях с различными условиями.

Наблюдаемое гравитационное замедление времени выражается через разность потенциалов, в роли которых выступает произведение радиуса тела на его плотность $R\rho$, пропорциональное ускорению свободного падения g :

$$\Delta t \propto \Delta(R\rho) \propto \Delta g. \quad (11)$$

Если потенциалы равны ($R_A\rho_A = R_B\rho_B$, $g_A = g_B$), то темпы расширения идентичны, и относительного смещения хода часов не регистрируется. Время как измеримая физическая величина проявляет себя только при сравнении областей с различающимися потенциалами.

Экспериментальные данные подтверждают этот эффект: на поверхности Марса ($g = 3,71 \text{ м/с}^2$) сутки короче земных на 477 микросекунд [13]; в системах GPS поправка на гравитационное замедление составляет около +45 микросекунд в сутки [21]; эксперимент «РадиоАстрон» зафиксировал замедление на уровне -58 микросекунд в сутки [22]; измерения с помощью оптических часов подтверждают эффект при разнесении по высоте на 1 мм [23] и на высоте 450 м (Tokyo Skytree) [24].

10. Выводы

1. Предложена единая кинематическая модель (ДРТ), описывающая гравитацию и природу света как следствия универсального фрактального расширения материи с постоянным относительным темпом $1/649662$, 2.
2. Аксиоматика модели: плотность любой области пространства всегда больше нуля; все тела плотные; «безмассовых» частиц в природе не существует; пространство есть материальная среда, заполненная частицами.
3. Фотон определён как необратимое вытеснение среды — цепочка последовательных смещений физических частиц, порождённая расширением ядра при падении его плотности. В отличие от звука, в световом возмущении отсутствует возврат частиц к прежнему положению. Фотон не является ни частицей, ни бестелесной волной, ни самостоятельным движущимся объектом.
4. Отсутствие затухания света объясняется однократным характером смещения без обратного хода и повторных соударений. Взаимодействие лучей отсутствует из-за равенства плотности расширившихся частиц и плотности среды. Давление света на вещество возникает при достижении цепочкой смещений границы с более плотной средой.
5. Модель даёт правильные значения ускорения свободного падения для Луны, Солнца и Марса, а также математически эквивалентна закону всемирного тяготения Ньютона.
6. Чёрная дыра в модели ДРТ представляет собой циклический процесс: сжатие — разогрев — расширение — излучение — сжатие. Сингулярность не достигается, плотность остаётся конечной.
7. Поглощение фотона, красное смещение, дуализм волна-частица, а также магнетизм и электромагнетизм получают механическую интерпретацию в рамках единого процесса расширения материи. Магнетизм определён как резонансная циркуляция среды в спиральных структурах, электромагнетизм — как её динамический вариант, создаваемый током.

8. Вопрос о природе электрического заряда в рамках модели ДРТ остаётся открытым и требует отдельного исследования. На данном этапе модель фиксирует, что фотон есть цепочка необратимых смещений частиц, а механизм сохранения или нейтрализации заряда при падении плотности ядра подлелжит дальнейшей проработке.

11. Благодарности

Автор выражает благодарность всем, кто способствовал обсуждению и развитию изложенных идей.

Список литературы

- [1] *Смолин Л. Неприятности с физикой: взлёт теории струн, упадок науки и что за этим следует.* Houghton Mifflin Harcourt, 2006.
- [2] *Смит Дж. Гравитация без пространства-времени: исследование унифицированной модели Университета Аалто.* Physical Review D, 2025.
- [3] *Ровелли К. Реальность не такова, какой кажется: путешествие в квантовую гравитацию.* Penguin Books, 2016.
- [4] *Хокинг С., Пенроуз Р. Природа пространства и времени.* Princeton University Press, 1996.
- [5] *Фейнман Р. Фейнмановские лекции по гравитации.* Westview Press, 1995.
- [6] *Кифер К. Квантовая гравитация.* Oxford University Press, 2012.
- [7] *Пиковский И., Харрис Дж. и др. Первый эксперимент по обнаружению одиночных гравитонов с использованием сверхтекучего гелия.* Nature Physics, 2026.
- [8] *Шютцхольд Р. Детекторы гравитационных волн как световые антенны для поиска гравитонов.* Physical Review Letters, 2026.
- [9] *Грин Б. Элегантная Вселенная: суперструны, скрытые измерения и поиски окончательной теории.* W.W. Norton & Company, 1999.
- [10] Pound R. V., Rebka Jr. G. A. Apparent Weight of Photons // Physical Review Letters. — 1960. — Vol. 4, No. 7. — P. 337–341. — DOI: 10.1103/PhysRevLett.4.337.
- [11] Einstein A. Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie // Annalen der Physik. — 1916. — Vol. 354. — P. 769–822.
- [12] Weinberg S. Cosmology. — Oxford University Press, 2008.
- [13] NASA Planetary Fact Sheet. — https://ssd.jpl.nasa.gov/planets/phys_par.html, 2026.
- [14] Misner C. W., Thorne K. S., Wheeler J. A. Gravitation. — W. H. Freeman, 1973.
- [15] Will C. M. The Confrontation between General Relativity and Experiment // Living Reviews in Relativity. — 2014. — Vol. 17, article 4. — DOI: 10.12942/lrr-2014-4.

- [16] Hubble E. A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae // Proceedings of the National Academy of Sciences. — 1929. — Vol. 15. — P. 168–173.
- [17] Riess A. G. et al. Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant // The Astronomical Journal. — 1998. — Vol. 116. — P. 1009–1038.
- [18] Perlmutter S. et al. Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae // The Astrophysical Journal. — 1999. — Vol. 517. — P. 565–586.
- [19] Hawking S. W. Black hole explosions? // Nature. — 1974. — Vol. 248. — P. 30–31.
- [20] Bekenstein J. D. Black Holes and Entropy // Physical Review D. — 1973. — Vol. 7. — P. 2333–2346.
- [21] Ashby N. Relativity in the Global Positioning System // Living Reviews in Relativity. — 2003. — Vol. 6. — P. 1.
- [22] Litvinov D. A., Rudenko V. N., Alakoz A. V. et al. Probing the gravitational redshift with an Earth-orbiting satellite // Physics Letters A. — 2018. — Vol. 382, Issue 33. — P. 2192–2198. — DOI: 10.1016/j.physleta.2017.09.014.
- [23] Bothwell T. et al. Resolving the gravitational redshift across a millimetre-scale atomic sample // Nature. — 2022. — Vol. 602. — P. 420–424.
- [24] Takamoto M. et al. Test of general relativity by a pair of transportable optical lattice clocks // Nature Photonics. — 2020. — Vol. 14. — P. 411–415.