

Простая картина гравитации через поля и градиенты

Автор: Сергей Скрынник

Дата: 2026-04-09

Версия: 3.0

Место публикации: Zenodo

Язык: Русский (с параллельными переводами на английский и казахский)

Аннотация

В статье гравитация рассматривается как проявление реакции **всей энергонасыщенной среды (пространства)** на локальные возмущения плотности энергии — **стоячие волны**, которые мы называем массой.

Поясняется, почему ускорение свободного падения одинаково для лёгких и тяжёлых тел (пробное тело реагирует на внешний градиент, а не на свой собственный), как градиент плотности энергии создаёт силу и почему сила убывает с расстоянием по закону $1/r^2$ (из-за сферического распространения возмущения).

Объясняется роль **макромассы пространства** (суммарного распределения плотности энергии, включая тёмную материю и фоновые флуктуации) и природа плавных границ объектов как зон волнообразного изменения плотности энергии, а не твёрдых поверхностей.

Статья является популярным введением в **волновую модель материи** (подробнее см. работу «Модель волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной»). Все выводы получены в рамках этой модели без привлечения сложного математического аппарата.

Ключевые слова:

гравитация, поле, градиент плотности энергии, стоячая волна, ускорение, масса, граница объекта, тёмная материя, тёмная энергия, плавное волнообразное изменение, $1/r^2$, пространственная симметрия, волновая модель материи

Введение

Гравитация традиционно рассматривается как сила между двумя телами. Мы измеряем ускорение свободного падения и видим, что оно не зависит от массы падающего тела. При этом кажется, что воздействие идёт только между двумя объектами. Но этот взгляд упрощён: на самом деле в гравитации участвует **всё пространство** вокруг нас, а то, что мы наблюдаем, — лишь проявление **относительного воздействия**.

Данная статья опирается на **волновую модель материи**, подробно изложенную в работе [«Модель волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной»](#). Согласно этой модели, пространство — не пустота, а активная энергонасыщенная среда. Масса — это локальное отклонение плотности энергии от среднего фонового значения. Гравитация возникает как реакция всей этой среды на локальные возмущения.

Здесь мы попробуем упрощённо, без сложной математики, объяснить:

- почему ускорение свободного падения одинаково для лёгких и тяжёлых тел,
- как градиенты поля создают силу,
- почему сила убывает с расстоянием как $1/r^2$,
- и как понятие «стоячей волны» связывает массу объекта с формой его гравитационного поля.

Для ясности: под «плотностью энергии» здесь понимается количество энергии в единице объёма. В волновой модели масса — это локальное отклонение плотности энергии от среднего фонового значения. Чем больше отклонение, тем больше масса. Гравитация возникает из-за пространственных перепадов (градиентов) этой плотности.

1. Объект как локальное возмущение поля

В предлагаемой волновой модели любое вещество, любая частица — это не точечный шарик и не «сгусток массы» в пустоте, а **локальное возмущение энергетической среды**, которое имеет форму устойчивой **стоячей волны**.

Подробнее: масса возникает там, где плотность энергии в пространстве отклоняется от среднего фонового значения, и это отклонение поддерживается в виде стоячей волны.

- У элементарной частицы нет резкой границы — её поле плавно спадает от центра, но выделенная область (полуволны) создаёт ощущение «локализации».
- Макрообъект (камень, планета) — это суперпозиция множества стоячих волн от всех частиц. Их общее возмущение среды тоже можно рассматривать как **единую усреднённую стоячую волну** с характерным размером, зависящим от массы.
- Гравитация возникает именно потому, что эта стоячая волна создаёт в пространстве вокруг себя **градиент плотности энергии** — плавное изменение от области с повышенной энергией (тело) к фону.

Важно: граница объекта — не твёрдая поверхность, а зона, где стоячая волна наиболее быстро затухает. Любая граница есть следствие формы волны, а не механической оболочки.

Локальные возмущения поля (стоячие волны) порождают градиенты, а градиенты мы воспринимаем как силу.

2. Поле и градиент — источник силы

В волновой модели **сила возникает там, где есть градиент плотности энергии** — то есть плавное изменение этой плотности в пространстве. Гравитация — не исключение.

- Объект (стоячая волна) создаёт вокруг себя область с повышенной плотностью энергии. Вблизи объекта градиент (скорость изменения плотности) велик — поэтому сила сильная.
- По мере удаления от объекта стоячая волна затухает, её «горбы» становятся положе, градиент уменьшается — и сила слабеет.

Пространство (энергонасыщенная среда) «реагирует» на локальное возмущение, выравнивая градиенты. Эта реакция среды и есть то, что мы привыкли называть гравитацией. Другими словами:

гравитация — это не «притяжение двух тел», а вынужденное движение вещества в сторону более высокого градиента плотности энергии, созданного другими массами.

Важное замечание о форме градиента:

В данной модели градиент имеет не ступенчатую, а **плавную волнообразную форму** (как участок синусоиды). Это прямое следствие того, что масса представлена стоячей волной, а не точечным источником с резким обрывом поля. Поэтому изменение силы с расстоянием происходит монотонно и гладко.

3. Почему сила зависит от расстояния

В волновой модели градиент плотности энергии, создаваемый объектом, распространяется в пространстве. Для объектов со сферической симметрией (звёзды, планеты, а в хорошем приближении — любые компактные массы) сила убывает с расстоянием по закону $1/r^2$.

Почему именно $1/r^2$?

Представим, что возмущение от точечного источника распространяется сферически во все стороны. Плотность энергии в такой сферической волне распределяется по поверхности сферы, площадь которой растёт как $4\pi r^2$. Если общее количество энергии, переносимое волной в единицу времени, сохраняется, то плотность потока энергии (а следовательно, и градиент, и сила) на расстоянии r будет обратно пропорциональна площади сферы — то есть $\sim 1/r^2$.

В нашей модели место точечного источника занимает **стоячая волна** (объект), но на расстояниях, значительно превышающих размер объекта, эта стоячая волна «выглядит» как точечное возмущение. Поэтому закон $1/r^2$ остаётся справедливым.

Альтернативный взгляд (в рамках волновой геометрии):

Можно также представить, что сила — это проекция кругового (сферического) волнового процесса на радиальное направление. При такой проекции зависимость от расстояния естественным образом приобретает квадратичный характер. Оба подхода — через площадь сферы и через проекцию — приводят к одному и тому же закону.

Формула, отражающая связь силы F с градиентом потенциала Φ :

$$\vec{F} \sim -\nabla\Phi,$$

где для сферического случая $\Phi \sim -1/r$, а градиент даёт $1/r^2$.

Важно: сила проявляется через **градиент поля** (плавное изменение плотности энергии), а не через мгновенное действие на расстоянии.

4. Роль всего пространства

В стандартной физике равенство ускорения для разных масс объясняется принципом эквивалентности (инертная масса равна гравитационной). В нашей волновой модели причина та же, но формулируется иначе через свойства среды.

Ключевая идея: гравитация — это не сила между двумя изолированными телами. Это реакция всей энергонасыщенной среды (пространства) на локальные возмущения.

- Каждый объект создаёт стоячую волну — отклонение плотности энергии от среднего фонового значения.
- Пространство вокруг объекта не пустое. Оно само обладает распределённой плотностью энергии (вклад «тёмной материи», фоновых флуктуаций, а также удалённых масс Вселенной).
- Когда малое тело (например, камень) попадает в поле Земли, оно движется не потому, что Земля его «тянет», а потому, что **суммарный градиент плотности энергии** (Земля + фон всего пространства) заставляет любое локальное возмущение смещаться в сторону более крутого склона.

Почему ускорение одинаково для лёгкого и тяжёлого камня?

Представим, что пространство — это густая среда с некоторой средней плотностью энергии. Любое добавочное возмущение (частица, атом, камень) «чувствует» только градиент, созданный внешними массами (Землёй), но не свой собственный. Реакция среды на градиент не зависит от массы пробного тела, потому что масса пробного тела определяет лишь амплитуду его собственной стоячей волны, а градиент внешнего поля одинаков для всех.

Сила, действующая на тело, равна его массе, умноженной на ускорение. С другой стороны, та же сила равна его массе, умноженной на ускорение свободного падения g . В нашей модели масса, которая сопротивляется ускорению (инертная), и масса, которая «чувствует» гравитацию (гравитационная) — это одно и то же свойство стоячей волны. Поэтому ускорение тела a всегда равно g и не зависит от того, лёгкое это тело или тяжёлое.

Что такое «макромасса пространства»?

Этим термином мы обозначаем **суммарное распределение плотности энергии во всём пространстве**, включая:

- энергию квантовых флуктуаций вакуума,
- тёмную материю (дополнительные гравитирующие возмущения, не входящие в обычное вещество),
- вклад всех удалённых галактик и структур.

Именно этот глобальный фон создаёт «систему отсчёта», относительно которой проявляется ускорение. Без фона гравитация двух изолированных тел в пустой Вселенной была бы иной — но в реальной Вселенной фон всегда присутствует.

Важное следствие:

Для малых пробных тел их собственный вклад в суммарный градиент пренебрежимо мал, поэтому ускорение одинаково. Для очень массивных объектов (например, чёрная дыра) их собственное возмущение уже влияет на общий градиент — здесь линейность нарушается.

5. Гравитация как следствие реакции поля

Подведём итог. В рамках предложенной волновой модели гравитация возникает как естественная реакция энергонасыщенной среды на локальные стоячие волны (объекты с массой). Весь процесс можно описать несколькими шагами:

1. **Любой объект с массой** (от электрона до звезды) представляет собой **локальное возмущение плотности энергии** в виде устойчивой **стоячей волны**. Амплитуда и размер этой стоячей волны определяют величину массы.
2. **Стоячая волна не обрывается резко** — её амплитуда плавно убывает с расстоянием. Это убывание создаёт в пространстве **градиент плотности энергии** — то есть плавное, волнообразное изменение от повышенного значения внутри объекта к фоновому значению вдали.
3. **Градиент плотности энергии** — это то, что мы воспринимаем как силу. Любое другое локальное возмущение (другой объект) «чувствует» этот градиент и стремится сместиться в сторону его увеличения (то есть в область более высокой плотности энергии, ближе к источнику). Это смещение мы наблюдаем как **ускорение свободного падения**.
4. **Величина ускорения** определяется:
 - массой источника (амплитудой его стоячей волны),
 - расстоянием до источника (чем дальше, тем меньше градиент),
 - **фоновым распределением плотности энергии во всём пространстве** (макромасса пространства, включая тёмную материю и энергию).

Эта картина объясняет ключевые наблюдения:

- **Ускорение не зависит от массы падающего тела** — потому что пробное тело реагирует на внешний градиент, а не на свой собственный. Его масса (амплитуда его стоячей волны) сокращается в уравнении движения.
- **Сила убывает с расстоянием как $1/r^2$** — из-за сферического распространения возмущения (площадь сферы растёт как r^2 , плотность потока энергии падает как $1/r^2$).
- **Гравитация связана со всей Вселенной** — ускорение в данной точке зависит не только от ближайшей массы (Земли), но и от распределения всей остальной энергии в пространстве, которое задаёт «фоновый уровень» плотности.

Важно: в этой модели гравитация не является «силой притяжения» в механистическом смысле. Это **вынужденное движение объекта в область более крутого градиента плотности энергии**, созданного другими объектами на фоне глобального распределения энергии.

6. Важные оговорки

Чтобы избежать недопонимания, перечислим ключевые оговорки, вытекающие из волновой модели:

1. Границы объектов — не твёрдые поверхности

Любая граница (поверхность планеты, край атома) — это зона, где плотность энергии наиболее быстро меняется. В волновой модели нет резких скачков: поле затухает плавно, по синусоидальному закону. «Твёрдая граница» — лишь приближение для макроскопических масштабов.

2. Сила — это градиент, а градиент имеет волновую форму

Сила возникает там, где есть градиент плотности энергии. В данной модели этот градиент не ступенчатый, а **плавный, волнообразный** (как участок синусоиды). Это прямое следствие того, что масса представлена стоячей волной. Термин «волновое изменение» здесь означает именно форму, а не наличие бегущей волны. (Гравитационные волны, предсказанные ОТО и обнаруженные экспериментально, — отдельное явление, не рассматриваемое в этой статье.)

3. Закон $1/r^2$ вытекает из сферической симметрии

Для сферически-симметричного возмущения площадь, по которой распределяется энергия, растёт как $4\pi r^2$, поэтому плотность потока (и сила) падает как $1/r^2$. Это справедливо на расстояниях, больших по сравнению с размером источника.

4. Тёмная материя и тёмная энергия — не отдельные сущности

В рамках волновой модели «тёмная материя» интерпретируется как дополнительные локальные устойчивые возмущения плотности энергии, не входящие в состав обычного вещества (например, стоячие волны иных масштабов), формирующие эффективный вклад в гравитационное поле.

«Тёмная энергия» может рассматриваться как глобальная динамика среды, связанная со стремлением к выравниванию плотности энергии и проявляющаяся как наблюдаемое ускоренное расширение.

Таким образом, оба явления описываются в рамках единой среды с распределённой плотностью энергии, без введения независимых компонент материи; *более подробное рассмотрение, включая возможную фрактальную структуру, приведено в работе «Модель волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной».*

5. Макрообъекты и гало тёмной материи — усреднённые распределения

Когда мы говорим о «гало тёмной материи» вокруг галактики, в волновой модели это означает усреднённое распределение множества мелких возмущений (стоячих волн), а не размытие границ одного объекта. Это важное уточнение: границы плавные, но не потому, что объект «расплывается», а потому, что поле каждого объекта само по себе имеет форму плавно затухающей стоячей волны.

6. Данная статья — популярное введение

Все изложенные здесь идеи являются следствием более общей волновой модели, которая опирается на несколько постулатов (первичность энергии, активная среда, стоячие волны, резонансный механизм взаимодействий). Для глубокого понимания рекомендуется обратиться к исходной работе:

Скрынник С. «Модель волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной», Zenodo, 2026.

Доступно по ссылке: <https://zenodo.org/records/19315913>

7. Согласие с проверенными эффектами и экспериментальные пределы

Волновая модель не отменяет успешно проверенные предсказания общей теории относительности и квантовой физики, а предлагает для них иную физическую интерпретацию в рамках евклидова пространства и градиентов плотности энергии. Ниже показано, как ключевые эффекты и ограничения естественно вписываются в предложенную картину.

7.1. Принцип эквивалентности и пределы измеримости

В стандартной физике равенство ускорения для всех тел постулируется как точное. В волновой модели ускорение пробного тела определяется внешним градиентом, который создаётся не только ближайшим массивным объектом, но и «макромассой» всего пространства. Из-за этого вклада возникает микроскопическое отклонение: для Земли оно составляет менее 10^{-25} , для Солнца — менее 10^{-23} . Современные эксперименты (включая спутниковые тесты) проверяют принцип эквивалентности с точностью до $\sim 10^{-13} - 10^{-15}$. Таким образом, предсказываемое моделью различие лежит далеко за пределами возможностей современной измерительной техники, и в любых практических расчётах равенство $a = g$ выполняется с недостижимой на сегодня точностью.

7.2. Тёмная материя, линзирование и кривые вращения

Астрофизические наблюдения (плоские кривые вращения галактик, гравитационное линзирование в скоплениях, акустические осцилляции в СМВ) чувствительны к пространственному распределению гравитирующей массы, но не к её микроскопическому носителю. В волновой модели «тёмная материя» не является отдельным веществом, а представляет собой протяжённые области повышенной плотности энергии, сопровождающие видимые структуры. Их профиль естественным образом создаёт гравитационный потенциал, необходимый для объяснения наблюдаемых эффектов. Поскольку гравитация реагирует на интегральную плотность, а не на частицы, предсказания модели согласуются с данными в пределах современных погрешностей. *Таким образом, гравитационное линзирование возникает естественно как следствие общего распределения энергии, без введения независимой компоненты тёмной материи.*

7.3. Поведение при столкновении скоплений галактик

Наблюдения, включая Bullet Cluster, показывают, что распределение гравитационной массы может не совпадать с распределением горячего газа.

В рамках модели это объясняется тем, что устойчивые конфигурации плотности энергии преимущественно связаны с компактными и динамически стабильными структурами (галактиками), а не с разрежённой газовой компонентой. В результате при столкновении скоплений такие конфигурации сохраняют свою целостность и продолжают движение вместе с галактиками, тогда как газ испытывает торможение и перераспределяется.

7.4. Избыточный гравитационный эффект

Наблюдаемые гравитационные эффекты в ряде случаев превышают оценки, основанные только на видимой массе.

В предлагаемой модели это связано с тем, что вклад в гравитационное поле определяется не только барионной материей, но и дополнительной структурой плотности энергии среды, возникающей вблизи массивных объектов. Такая структура может давать существенный дополнительный вклад, интерпретируемый как «тёмная материя».

С точки зрения модели, галактики иногда могут интерпретироваться как образования, аналогичные элементарным частицам, но на большем масштабе — проявление фрактальности мира. В таком случае тёмная материя может быть “запертым полем” внутри такой “частицы”. Кроме того, наблюдаемая Вселенная ограничена, что делает невозможным точный расчёт полной барионной массы.

7.5. Тёмная энергия и глобальная динамика

«Тёмная энергия» в рамках модели может рассматриваться как проявление глобальной динамики среды, связанной со стремлением к выравниванию плотности энергии.

На больших масштабах это приводит к эффективному уменьшению градиентов и может проявляться как наблюдаемое ускоренное расширение Вселенной, без необходимости введения отдельной сущности с особыми свойствами.

7.6. Качественная картина релятивистских эффектов

Все проверенные релятивистские явления находят в модели наглядное объяснение через свойства волновой среды:

- **Гравитационное красное смещение** — выход из области повышенной плотности энергии требует затрат работы. При $c = \text{const}$ это компенсируется изменением частоты фотона. При входе в поле процесс обратен.
- **Отклонение света** — фотон, не имея массы покоя, обладает импульсом. В среде с градиентом плотности его траектория смещается в сторону более крутого градиента, подобно преломлению в оптически неоднородной среде. Суммарный угол отклонения совпадает с классическим предсказанием при учёте нелинейности профиля вблизи массивных тел.
- **Прецессия перигелия Меркурия** — на малых расстояниях градиент плотности отклоняется от закона $1/r^2$ из-за конечного размера стоячей волны и влияния внутренней структуры. Эта нелинейность вносит поправку $\sim 1/r^3$, математически эквивалентную релятивистскому сдвигу орбиты.
- **Гравитационное замедление времени (GPS)** — все периодические процессы, включая атомные переходы, определяются резонансными частотами волновых структур. В области повышенной плотности условия резонанса смещаются, что приводит к систематическому снижению частоты «тикания» часов. Эффект количественно воспроизводит поправки, необходимые для работы спутниковой навигации.

Таким образом, волновая модель не противоречит прецизионным тестам, а переосмысляет их механизмы в терминах градиентов плотности энергии и резонансных свойств стоячих волн.

7.7. Ограничения модели

В представленной форме модель носит качественный характер и направлена на интерпретацию наблюдаемых явлений в рамках единой среды с распределённой плотностью энергии.

Для получения количественных предсказаний, сопоставимых с наблюдениями, требуется дальнейшая математическая формализация, включая явное задание динамики плотности энергии и её взаимодействия с веществом.

Более подробное рассмотрение, включая возможную фрактальную структуру и иерархию устойчивых конфигураций, приведено в работе «Модель волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной».

Заключение

Подведём итог. В рамках предложенной волновой модели **гравитация — это не взаимодействие двух изолированных тел, а проявление реакции всей энергонасыщенной среды (пространства) на локальные стоячие волны — возмущения плотности энергии, которые мы называем массой.**

Ключевые выводы:

- Наблюдаемое ускорение свободного падения — это **локальное проявление глобального эффекта**: тело движется в сторону более крутого градиента плотности энергии, созданного другими массами на фоне распределения энергии во всей Вселенной.
- Сила убывает с расстоянием как $1/r^2$ из-за сферической симметрии и закона сохранения энергии (площадь сферы растёт как r^2).
- Все границы объектов — не твёрдые поверхности, а зоны плавного, **волнообразного изменения плотности энергии** (синусоидальная форма, а не ступенька). Это прямое следствие того, что масса представлена стоячей волной.
- Тёмная материя и тёмная энергия в данной модели не требуют отдельных сущностей: они интерпретируются как различные проявления распределения плотности энергии среды (локальные возмущения и глобальный фоновый процесс).

Иными словами, гравитация — это реакция пространства на распределение энергии, где локальные возмущения (стоячие волны) создают силу через плавные волнообразные градиенты поля.

Более наглядное, графическое изложение этих идей (с рисунками и примерами) можно найти в работе «*Размышления Вера, неверие. ДУХ и материя*», часть 2, глава «Рождение силы гравитации, тёмная материя и тёмная энергия». Доступно по ссылке: <https://zenodo.org/records/19260065>

Данная статья является популярным введением в волновую модель материи. Полное изложение постулатов, механизмов и следствий представлено в работе «Модель волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной» (<https://zenodo.org/records/19315913>).

