

Модель волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной

Корректировка от 2026.04.23:

Корректировка в основном завершена. Принято решение использовать формулу фрактального расчёта только для одного шага — на уровень ниже и на уровень выше. В дальнейшем не исключается возможность вывода более общей и простой формулы, применимой к переходам между произвольными уровнями.

Автор: Скрынник Сергей Николаевич

Аннотация

В работе представлена теоретическая модель, описывающая физическую реальность как систему взаимосвязанных волновых процессов, организованных по принципам резонанса и фрактальной масштабируемости. В рамках модели элементарные частицы рассматриваются как устойчивые стоячие волновые конфигурации в энергонасыщенной среде, а взаимодействия между ними — как проявления единого резонансного механизма.

Предлагается интерпретация массы, электрического заряда и гравитации как характеристик волновых структур, возникающих в результате формирования устойчивых резонансных режимов. Фундаментальные физические константы рассматриваются как параметры, определяющие условия взаимодействия на конкретном уровне описания.

Особое внимание уделяется фрактальной организации физических процессов, при которой различные масштабные уровни связаны через закономерности волновой динамики. Показано, что при переходе между уровнями изменяются параметры системы (масштабы, частоты, эффективные скорости взаимодействий), при сохранении их функциональных взаимосвязей.

В работе вводится различие между физической структурой системы и её наблюдаемой картиной. Показано, что наблюдаемая реальность определяется условиями резонансного взаимодействия и уровнем интерпретации, что приводит к ограниченности наблюдаемой картины и возможной зависимости её описания от параметров системы восприятия.

Предложенная модель не противоречит существующим физическим теориям, а рассматривает их как эффективные описания в пределах соответствующих масштабных уровней. Работа носит теоретический характер и направлена на формирование единого интерпретационного подхода, связывающего микроскопические и макроскопические явления в рамках общей волновой и фрактальной картины.

Ключевые слова: волновая структура материи; резонанс; фрактальная структура; частотные уровни; масштабирование; стоячие волны; природа массы; электрический заряд; гравитация; фундаментальные константы; интерпретация физических параметров; уровень восприятия; наблюдаемая реальность

Оглавление

Модель волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной	1
Аннотация.....	1
Методологические положения и область интерпретации модели.....	6
1. Введение	8
2. Постулаты.....	11
3. Концептуальные основания модели.....	13
3.1. Волновое представление материи и среды	13
3.2. Фрактальность как принцип масштабной самоподобности.....	13
3.3. Продольная компонента волнового процесса	13
3.4. Резонанс как универсальный механизм взаимодействия	14
3.5. Информационная ограниченность и горизонты наблюдения	14
3.6. Функциональная аналогия структур на разных масштабах	14
3.7. Чёрная дыра как предельный режим информационной непрозрачности	14
3.8. Методологическое замечание о размерностях	15
4. Математическая интерпретация фрактальной структуры и переходов между уровнями	16
4.1. Уровни описания как система эффективных параметров	16
4.2. Различие внутрислойной инвариантности и межуровневых преобразований	16
4.3. Фрактальный оператор масштабного перехода	16
4.4. Потеря информации и формирование горизонта наблюдения	17
4.5. Связь фрактального перехода с резонансной структурой.....	17
4.6. Физический смысл масштабирования.....	17
4.7. Интерпретация “чёрной дыры” в терминах перехода уровней.....	18
5. Области интерпретации модели.....	19
5.1. Взаимодействия как проявление единого механизма.....	19
5.2. Волновая структура частиц и их свойства.....	19
5.3. Квантовые эффекты и согласованность систем	20
5.4. Масштабные эффекты и космологические проявления	20
5.5. Связь квантового и классического описания.....	21
6. Потенциально проверяемые следствия модели	22
6.1. Масштабные соответствия и структурное подобие	22
6.2. Роль условий среды в характеристиках квантовых систем.....	22
6.3. Ограничение передачи информации и его наблюдаемые эффекты	22
6.4. Масштабная интерпретация компактных астрофизических объектов.....	23
6.5. Резонансные свойства протяжённых систем	23
6.6. Возможная вариативность эффективных констант	23
7. Математическая модель структуры элементарных частиц в пространстве.....	25
7.1 Взаимосвязь размеров и массы	27

7.2. Крайние состояния волновых структур: от фотонов к пределам сжатия энергии.....	34
7.3 Особенности элементарных частиц в волновой модели	41
7.4 Образ элементарной частицы в волновой модели	55
7.5 Интерференция стоячих волн (частиц)	59
7.6 Работа как основа заряда: геометрическая интерпретация	64
7.7 Природа массы в волновой модели и её количественная оценка.....	72
8 Фрактальность строения Вселенной.....	86
8.1 Масштабный переход как преобразование параметров системы	88
8.2 Ограничение согласования и характерное время взаимодействия.....	89
8.3 Интерпретация предельной скорости и её масштабная зависимость	90
8.4 Межуровневые переходы и изменение условий взаимодействия	91
8.5 Подготовка к анализу предельных режимов	92
8.6 Возможность режимов, формально превышающих скорость света.....	93
8.7 Интерпретация межуровневых эффектов в терминах наблюдения и резонанса	95
8.8 Фрактальное масштабирование энергии и основных физических параметров	96
8.9 Закон масштабирования для размера	100
8.10 Закон масштабирования для частоты и природа межмасштабного резонанса	101
8.11 Фрактальная структура и обобщение масштабной модели взаимодействий	101
9. Согласование теоретических расчётов с наблюдаемыми величинами.....	104
9.1. Принцип сопоставления	104
9.2. Массы элементарных частиц	104
9.3. Скорость света и ограничение взаимодействий.....	105
9.4. Постоянная Планка и квантование	105
9.5. Масштабные соответствия	106
9.6. Частота как фундаментальная характеристика	106
9.7 Концепция частотных уровней и возможной множественности режимов.....	106
9.8 Резонанс как механизм ограничения наблюдаемости	107
9.9 Горизонты познания.....	108
9.10 Ограничения и область применимости	108
9.11 Сравнение с экспериментальными данными.....	108
10. Логические следствия модели	110
10.1 Следствия, касающиеся природы материи	110
10.2 Следствия, касающиеся взаимодействий.....	110
10.3 Следствия, касающиеся организации реальности.....	111
10.4 Следствия, касающиеся динамики процессов.....	111
10.5 Зависимость интерпретации физических параметров от уровня восприятия	112
Заключение.....	114
Связанные работы и публикации автора.....	116
Приложения	117

Приложение 1. Продольные волны энергии в механизме распространения электромагнитных волн.....	117
Приложение 2. Переосмысление опыта Майкельсона-Морли	119
Приложение 3. Стоячие волны энергии и структура элементарных частиц	121
Приложение 4. Преобразование Лоренца: классический вывод и волновая интерпретация...	124
Приложение 5. Энергия частицы как замкнутой волновой структуры и закон сохранения энергии	126
Приложение 6. Расчёт параметров частиц и экспериментальные данные.	129
Приложение 7 Сопоставление волновой структуры протона с экспериментальными данными (эффект «жёсткого ядра» и зарядового радиуса)	134
Приложение 8. Масштабирование между нейтроном и Млечным Путём.....	137
Приложение 9. Расчёт резонансных частот макрообъектов в рамках волновой геометрической модели материи.	142

Методологические положения и область интерпретации модели

В данном разделе формулируются основные положения, определяющие область применимости и способ интерпретации предложенной модели.

Предлагаемый подход не направлен на замену существующих физических теорий. Он рассматривается как интерпретационный уровень, позволяющий связать известные результаты в рамках единой концепции. Все экспериментально подтверждённые соотношения и математические модели сохраняются и рассматриваются как частные случаи, соответствующие конкретному масштабному уровню описания.

В рамках данного подхода физическая реальность рассматривается не как статическая геометрическая структура, а как система взаимосвязанных процессов. В этом контексте частота используется как базовая характеристика, описывающая состояние системы.

Понятия длины, времени и массы не рассматриваются как первичные. Они вводятся как результат выбора способа описания, основанного на сопоставлении параметров волновых процессов. В частности, время может быть интерпретировано как счёт повторений циклического процесса, а само измерение возникает как следствие необходимости однозначного описания состояния системы. Попытка представить циклический процесс в линейной форме приводит к потере фазовой информации, что требует введения дополнительных координат.

При усложнении структуры процессов возникают зависимости, в которых параметры системы изменяются нелинейным образом. Это допускает представление, в котором различные физические величины могут рассматриваться как проявления единой последовательности, формируемой на основе масштабирования частотных соотношений. В рамках данной работы используется формальная зависимость вида:

$$v_n = v_0^{2^n}, n \in \mathbb{N}$$

которая задаёт переход между уровнями описания и допускает интерпретацию физических величин как различных проявлений единого процесса.

Если эту зависимость применить к нашему физическому восприятию Мира, то:

- $v_0 \rightarrow$ базовая частота (наблюдатель)
- $n=1 \rightarrow$ первое измерение - Время (Порядок)
- $n=2 \rightarrow$ второе измерение - Пространство (Структура)
- $n=3 \rightarrow$ третье измерение – Масса (Интенсивность)

Более подробное изложение данного подхода представлено в работе «[Рождение измерений и восприятие фрактальности](https://zenodo.org/records/19688973)» <https://zenodo.org/records/19688973>.

Скорость света в рамках модели интерпретируется как предельная скорость распространения взаимодействий внутри фиксированного уровня. Её инвариантность сохраняется

в пределах данного уровня, однако не распространяется на сопоставление процессов, относящихся к различным уровням описания.

Элементарные частицы рассматриваются как устойчивые волновые конфигурации, обладающие конечной пространственной структурой. Их представление в виде точечных объектов возникает как эффективное описание, связанное с ограничениями наблюдения и особенностями взаимодействия.

Наблюдаемая физическая картина определяется условиями резонансного согласования и, как следствие, является ограниченным срезом более общей динамики. Процессы, не находящиеся в резонансной связи с данным уровнем, скорее всего не проявляются в наблюдении, несмотря на их возможное существование. Данный вопрос требует дальнейшего рассмотрения.

Фундаментальные физические константы интерпретируются как параметры, характеризующие конкретный уровень организации волновых процессов. Их значения отражают условия резонансного согласования и не рассматриваются как универсальные вне контекста соответствующего уровня описания.

1. Введение

Современная фундаментальная физика достигла значительных успехов в описании широкого спектра явлений. Квантовая механика и общая теория относительности обеспечивают высокоточное описание процессов в своих соответствующих областях применимости. Однако объединение этих теорий в единую непротиворечивую систему, а также полное понимание природы фундаментальных констант, остаются открытыми задачами.

Дополнительные сложности связаны с интерпретацией таких понятий, как масса, электрический заряд и гравитация, а также с существованием наблюдаемых космологических явлений, включая тёмную материю и тёмную энергию, природа которых до сих пор не имеет общепринятого объяснения.

Отдельной проблемой является отсутствие универсального описания структуры материи, способного последовательно охватывать как микроскопические, так и космологические масштабы в рамках единого принципа.

В данной работе предлагается альтернативный теоретический подход, основанный на представлении о волновой природе материи и фрактальной организации физических процессов.

Основная гипотеза заключается в том, что материя на всех масштабах может быть интерпретирована как совокупность устойчивых стоячих волновых структур, возникающих в единой энергонасыщенной среде, рассматриваемой как физический вакуум.

Взаимодействия между этими структурами интерпретируются как проявления универсального резонансного механизма, определяющего как динамику отдельных частиц, так и их коллективные свойства.

В рамках такого подхода наблюдаемые элементарные частицы могут рассматриваться как локализованные волновые конфигурации, внутренняя структура которых может быть частично недоступна прямому наблюдению вследствие ограничений масштаба и характера взаимодействий.

Ключевым отличием предлагаемого подхода является интерпретация элементарной частицы не как точечного объекта, а как протяжённой стоячей волновой структуры.

В стандартной квантово-механической картине пространственные свойства частицы описываются через вероятностные распределения, тогда как сама частица рассматривается как локализованный объект. В данной работе принимается альтернативная позиция: волновая конфигурация интерпретируется как физически реальная структура, обладающая определённой геометрией и пространственным масштабом.

При таком подходе наблюдаемая вероятностная картина может рассматриваться как эффективное описание, возникающее в результате взаимодействия и ограничений процесса измерения, а не как фундаментальное свойство самой частицы.

Это позволяет связать геометрические характеристики волновой структуры с наблюдаемыми физическими величинами, такими как масса и электрический заряд, рассматривая их как производные свойства устойчивых волновых режимов.

В рамках данной интерпретации переход к стандартному квантово-механическому описанию сохраняется и может быть осуществлён через введение эффективной «точечности», связанной с областью информационной непрозрачности, тогда как протяжённая волновая структура задаёт распределение вероятности взаимодействия.

Целью работы является разработка теоретической и математической модели, в рамках которой:

- структура и свойства стабильных элементарных частиц (нейтрино, электрон, нейтрон, протон) описываются через волновые конфигурации;
- масса и электрический заряд интерпретируются как характеристики устойчивых волновых режимов;
- фундаментальные физические константы получают интерпретацию через свойства волновой среды;
- гравитационное взаимодействие рассматривается как частный случай универсального резонансного механизма;
- обсуждаются возможные интерпретации квантовой запутанности и космологических эффектов (тёмная материя, тёмная энергия) в рамках фрактального масштабирования.

Предлагаемый подход не отрицает существующие физические теории, а рассматривает их как предельные эффективные описания в рамках более общей волновой динамики.

Цель работы — не замена существующей физики, а попытка предложить единый концептуальный язык, способный связать разрозненные уровни описания природы.

В отличие от традиционного подхода, где физические величины вводятся как независимые сущности с фиксированными размерностями, в данной работе рассматривается возможность их возникновения как различных уровней описания единого процесса. В этом контексте размерности выступают не как исходные характеристики, а как результат выбранной шкалы наблюдения.

Дополнительное пояснение

В дальнейшем используется термин “продольная компонента электромагнитной волны”. Под ним не подразумевается введение нового типа электромагнитного излучения. Данный термин используется для обозначения внутренней структуры волнового процесса, связанной с распределением энергии в области фронта волны и конечной пространственной протяжённостью волнового пакета.

2. Постулаты

Фундаментом предлагаемой волновой модели материи и фрактальной структуры Вселенной служат следующие постулаты:

Постулат 1 — энергетическая первичность

Энергия является фундаментальной физической сущностью, определяющей существование и динамику всех физических процессов и объектов. Все наблюдаемые явления являются формами её пространственно-временной организации.

Постулат 2 — волновая природа материи

Материя представляет собой устойчивые локализованные волновые (стоячие) конфигурации в непрерывной энергонасыщенной среде, которую можно рассматривать как физический вакуум.

Постулат 3 — резонанс как универсальный механизм взаимодействий

Все физические взаимодействия между устойчивыми волновыми структурами реализуются через механизм резонансного согласования их динамических характеристик (частоты, фазы и пространственной структуры).

Постулат 4 — фрактальная иерархия масштабов

Структура материи и физических процессов обладает свойством самоподобия при изменении масштаба описания, при этом переход между масштабами сопровождается изменением эффективных параметров системы при сохранении общей структурной динамики.

Постулат 5 — параметрический характер физических величин

Наблюдаемые физические величины (масса, заряд, характерный размер и другие) являются параметрами эффективного описания волновых структур на заданном масштабном уровне и не являются абсолютными характеристиками объектов.

Эти параметры могут преобразовываться при переходе между масштабными уровнями.

Постулат 6 — ограниченность наблюдения и информационный горизонт

Наблюдаемая структура физических объектов определяется ограничениями передачи и взаимодействия информации между масштабными уровнями. При достижении предельных условий возникает область, в которой внутренняя структура становится недоступной для внешнего наблюдения.

Постулат 7 — единая природа фундаментальных взаимодействий

Все фундаментальные взаимодействия (гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное) являются различными проявлениями единого резонансного механизма взаимодействия волновых структур, отличающимися характерными масштабами и режимами согласования.

3. Концептуальные основания модели

3.1. Волновое представление материи и среды

В рамках модели предполагается, что физические объекты могут быть описаны как устойчивые волновые конфигурации, возникающие в непрерывной энергонасыщенной среде. Такая среда рассматривается как носитель волновой динамики, в которой локализация энергии приводит к формированию стабильных структур, интерпретируемых как частицы.

С точки зрения данного подхода, свойства материи определяются не точечными объектами, а конфигурацией волнового поля и его резонансными режимами.

3.2. Фрактальность как принцип масштабной самоподобности

Фрактальность в данной модели понимается как свойство сохранения структурного подобия динамических процессов при переходе между различными масштабами описания.

При этом важно различать:

- физическую систему как таковую;
- и её эффективное описание на заданном масштабе.

Изменение масштаба приводит к изменению наблюдаемых параметров (характерных размеров, частот, эффективных скоростей взаимодействий), однако не требует введения новых фундаментальных законов.

3.3. Продольная компонента волнового процесса

В рамках данной работы вводится расширенное описание электромагнитного волнового процесса, в котором рассматривается наличие продольной компоненты как элемента локальной структуры волны.

Под «продольной волной» в данной модели понимается не отдельный тип фундаментального поля, а компонент волнового процесса, связанная с пространственно-временной неоднородностью фронта волны и конечной пространственной протяжённостью области локализации энергии.

Иными словами, рассматривается не новое взаимодействие, а альтернативное разложение структуры уже известного волнового процесса, при котором выделяется компонент, характеризующаяся направленностью вдоль локального градиента плотности энергии.

Такое представление используется как модельное приближение, позволяющее описывать процессы локализации энергии и формирования устойчивых волновых узлов.

3.4. Резонанс как универсальный механизм взаимодействия

Взаимодействия между волновыми структурами в модели интерпретируются как результат резонансного согласования их характеристик.

Резонанс рассматривается как базовый механизм передачи и перераспределения энергии в системе, определяющий устойчивость или распад волновых конфигураций.

Таким образом, фундаментальные взаимодействия могут быть описаны через условия согласования частотных и фазовых параметров волновых структур.

3.5. Информационная ограниченность и горизонты наблюдения

В модели вводится понятие эффективной ограниченности доступа к внутренней структуре системы при наблюдении с другого масштаба.

Это означает, что при определённых условиях внутренняя динамика системы становится недоступной для прямого восстановления на внешнем уровне описания, что приводит к возникновению эффективного “горизонта наблюдения”.

В рамках данного подхода такие области рассматриваются как структуры с предельной информационной непрозрачностью, возникающей вследствие динамики локализации энергии и масштабных ограничений взаимодействий.

3.6. Функциональная аналогия структур на разных масштабах

На основе вышеописанных принципов допускается существование функционально подобных структур на различных масштабах организации материи.

При этом подчёркивается, что речь идёт не об идентичности физических объектов, а о подобии их динамических свойств в рамках соответствующих уровневых описаний.

3.7. Чёрная дыра как предельный режим информационной непрозрачности

В рамках модели вводится универсальное понятие чёрной дыры как предельного состояния волновой системы, в котором теряется возможность восстановления внутренней структуры по внешним наблюдаемым данным.

При этом термин “чёрная дыра” используется не только в астрофизическом смысле, но как **класс явлений**, обладающих общей структурной особенностью — наличием границы, за которой информация о внутренней динамике становится недоступной для внешнего уровня описания.

В физической интерпретации Black hole является частным случаем такого режима, реализуемым в гравитационном поле, где возникает горизонт событий как геометрическая граница причинной связи.

В рамках модели аналогичные предельные режимы могут возникать и на других масштабах, если динамика волновой конфигурации приводит к эффективной локализации энергии, превышающей возможности внешнего восстановления внутренней структуры системы.

3.8. Методологическое замечание о размерностях

В рамках данной работы используется безразмерное представление физических величин. Это может восприниматься как отклонение от традиционного подхода, в котором размерности являются неотъемлемой частью физических уравнений.

Однако в предлагаемой модели размерности рассматриваются не как фундаментальные свойства физических объектов, а как производные характеристики, возникающие на этапе формирования системы измерений.

Такой подход подробно рассмотрен в отдельной работе «Рождение измерений» (Zenodo: <https://zenodo.org/records/19380194>), где показано, что числовые соотношения могут рассматриваться как первичные, а размерности — как следствие выбора эталонов и масштабов наблюдения.

В этом смысле используемая в данной работе безразмерная форма записи не отменяет физического содержания величин, а соответствует более базовому уровню описания, предшествующему введению единиц измерения.

При необходимости переход к стандартной размерной форме может быть выполнен через введение соответствующих эталонов, однако для выявления инвариантных соотношений и фрактальных зависимостей более удобно использовать безразмерное представление.

4. Математическая интерпретация фрактальной структуры и переходов между уровнями

4.1. Уровни описания как система эффективных параметров

В рамках модели вводится дискретная иерархия масштабов описания физических систем, обозначаемая индексом уровня $n \in \mathbb{Z}$. Каждый уровень соответствует отдельному эффективному описанию одной и той же физической динамики с собственным набором параметров.

Ключевым положением является то, что физические величины (масса, заряд, характерный размер и другие наблюдаемые параметры) в данной модели не являются абсолютными характеристиками объектов, а рассматриваются как **параметры уровня описания**.

Внутри фиксированного уровня n данные параметры являются инвариантными и определяют наблюдаемую физику на этом масштабе.

4.2. Различие внутрислойной инвариантности и межуровневых преобразований

В рамках одного уровня описания выполняется стандартная физическая самосогласованность: все измеряемые величины остаются стабильными и согласованными между собой.

Однако при переходе между уровнями $n \rightarrow n \pm 1$ происходит изменение не физических объектов как таковых, а способа их эффективного описания.

Таким образом, вводится два типа инвариантности:

- **внутриуровневая инвариантность** — сохранение физических законов на фиксированном масштабе;
- **межуровневая трансформация** — изменение параметров описания при смене масштаба наблюдения.

4.3. Фрактальный оператор масштабного перехода

Переход между уровнями формализуется через оператор масштабирования F , действующий на множество параметров системы:

$$F: \{P_n\} \rightarrow \{P_{n+1}\}$$

где $\{P_n\}$ — набор эффективных параметров системы на уровне n .

Оператор F отражает изменение масштаба описания и определяет, как параметры системы трансформируются при переходе между уровнями.

При этом предполагается, что структура оператора обладает свойством самоподобия, то есть сохраняет функциональную форму на всех уровнях.

4.4. Потеря информации и формирование горизонта наблюдения

При переходе между уровнями описания происходит частичная потеря информации о внутренней структуре системы, обусловленная ограниченной разрешающей способностью нового масштаба.

Эта потеря информации не является физическим разрушением системы, а представляет собой **эффект редукции описания**, при котором часть внутренних степеней свободы становится недоступной для наблюдения.

В рамках модели такие границы интерпретируются как универсальный класс предельных режимов информационной недоступности, соответствующий понятию чёрной дыры как горизонта наблюдения Black hole.

Таким образом, горизонт наблюдения возникает как следствие перехода между уровнями описания, а не как уникальное свойство конкретного астрофизического объекта.

4.5. Связь фрактального перехода с резонансной структурой

Сохранение связности между уровнями обеспечивается резонансной природой взаимодействий в системе.

Предполагается, что устойчивые конфигурации на различных масштабах сохраняют структурное соответствие через согласование частотных и фазовых характеристик.

Это обеспечивает возможность интерпретации различных уровней как самоподобных реализаций единой волновой динамики.

4.6. Физический смысл масштабирования

Таким образом, масштабирование в модели следует понимать не как изменение физических объектов, а как изменение уровня их описания. Физические величины остаются инвариантными внутри уровня, но преобразуются при переходе между уровнями согласно фрактальному оператору F , что отражает изменение степени детализации наблюдаемой структуры.

Наблюдаемая структура объекта определяется не только его внутренним состоянием, но и масштабом взаимодействия, через который осуществляется наблюдение. Вследствие этого ограничение передачи информации является инвариантным свойством фрактальной структуры и возникает как результат конечной разрешающей способности взаимодействия между уровнями.

В зависимости от масштаба наблюдения данное ограничение может интерпретироваться либо как внутренняя граница применимости описания, либо как физический объект, аналогичный чёрной дыре, понимаемой как область информационной недоступности.

Таким образом, различие между «структурой» и «коллапсом» носит не абсолютный, а масштабно-зависимый характер и определяется условиями наблюдения.

4.7. Интерпретация “чёрной дыры” в терминах перехода уровней

В рамках данной модели чёрная дыра может быть интерпретирована как предельное состояние, возникающее при достижении границы применимости текущего уровня описания, при котором происходит максимальное ограничение передачи информации между масштабами.

С этой точки зрения, чёрная дыра не является отдельной физической сущностью, а представляет собой универсальный режим, связанный с переходом между уровнями фрактальной структуры.

В таком режиме наблюдаемая система утрачивает разрешимость внутренней структуры и может быть описана лишь через интегральные характеристики, что соответствует понятию области информационной непрозрачности.

5. Области интерпретации модели

Предлагаемая модель не вводит новые фундаментальные сущности, а задаёт единый принцип описания физических явлений, основанный на масштабно-зависимом характере наблюдения, фрактальной структуре уровней и ограничении передачи информации.

В рамках этого подхода ряд известных физических эффектов может быть рассмотрен как частные проявления общих принципов, лежащих в основе модели.

5.1. Взаимодействия как проявление единого механизма

В рамках модели фундаментальные взаимодействия могут рассматриваться как различные проявления единого механизма передачи энергии и импульса в среде.

Различие между гравитационным, электромагнитным, сильным и слабым взаимодействиями в этом случае определяется:

- масштабом рассмотрения,
- характером устойчивых структур,
- условиями резонансного согласования между ними.

Таким образом, взаимодействия интерпретируются не как изначально независимые сущности, а как режимы одного и того же процесса, наблюдаемого на разных уровнях описания.

Постоянство предельной скорости распространения взаимодействий (c) в этой логике связано с условиями согласованного обмена, при которых сохраняется устойчивая передача информации внутри данного уровня.

Преобразования Лоренца при этом могут рассматриваться как следствие изменения структуры взаимодействия при переходе к движущимся системам, а не как исходное геометрическое свойство пространства-времени.

5.2. Волновая структура частиц и их свойства

Частицы в модели рассматриваются как устойчивые конфигурации волновых процессов, характеристики которых определяются их внутренней структурой.

В этом контексте:

- масса может интерпретироваться как характеристика устойчивости и амплитуды локализованного процесса,
- электрический заряд — как следствие геометрических особенностей конфигурации,

- спин и поляризация — как проявления внутренней симметрии и динамики структуры.

Корпускулярно-волновой дуализм при таком подходе не требует отдельного объяснения, а возникает как следствие того, что наблюдаемая «локальность» определяется условиями взаимодействия, тогда как сама структура остаётся распределённой.

Фотон, в свою очередь, может рассматриваться как предельный случай такой структуры, при котором отсутствует замкнутая конфигурация, обеспечивающая локализацию в состоянии покоя.

5.3. Квантовые эффекты и согласованность систем

Ряд квантовых эффектов может быть интерпретирован как проявление согласованности процессов в рамках единой среды.

Квантовая запутанность в этом случае рассматривается как состояние согласованной структуры, для которой разделение на независимые объекты является приближением, возникающим на уровне наблюдения.

Ограничение передачи информации играет здесь ключевую роль: наблюдаемая «мгновенность» корреляций связана не с нарушением причинности, а с тем, что соответствующая связь не описывается в терминах пространственного разделения внутри данного уровня.

Аналогичным образом, такие эффекты, как тонкие спектральные сдвиги, могут рассматриваться как результат взаимодействия локальных структур с изменениями среды, проявляющимися на соответствующем масштабе.

5.4. Масштабные эффекты и космологические проявления

На больших масштабах те же принципы приводят к интерпретации космологических явлений как следствий фрактальной структуры.

Наблюдаемые эффекты, приписываемые тёмной материи и тёмной энергии, могут рассматриваться как проявления:

- неоднородности распределения энергии,
- ограничений передачи информации,
- и различий между уровнями описания.

В этом контексте особую роль играет понятие области информационной непрозрачности.

Такие области характеризуются тем, что внутри них стандартное описание взаимодействий теряет применимость, а передача информации оказывается ограниченной. В

зависимости от масштаба наблюдения они могут интерпретироваться либо как границы применимости модели, либо как физические объекты.

В частности, чёрные дыры могут рассматриваться как частный случай такого режима, при котором достигается предельная степень ограничения информации.

С этой точки зрения, горизонт событий представляет собой не только геометрическую границу, но и переход между различными режимами описания, что согласуется с введённым ранее понятием масштабной зависимости наблюдаемых структур.

5.5. Связь квантового и классического описания

Модель по своей природе устраняет жёсткое разделение между квантовым и классическим описанием.

Дискретные объекты интерпретируются как устойчивые структуры, возникающие в непрерывной среде, тогда как их взаимодействия подчиняются законам, которые в пределе большого числа степеней свободы приводят к классическому поведению.

Таким образом, различие между квантовым и классическим режимами носит не фундаментальный, а масштабно-зависимый характер.

6. Потенциально проверяемые следствия модели

Предлагаемая модель формулирует ряд следствий, которые могут быть проверены экспериментально или через анализ наблюдательных данных. Эти следствия не являются прямыми предсказаниями в строгом смысле, но задают направления, в которых модель может быть подтверждена или уточнена.

6.1. Масштабные соответствия и структурное подобие

Если фрактальный принцип применим к физическим структурам, то можно ожидать существования масштабно-инвариантных соотношений между объектами разных уровней.

Это может проявляться:

- в сходстве распределений плотности,
- в наличии характерных масштабных коэффициентов,
- в повторяемости структурных закономерностей.

Отдельные совпадения параметров (например, при сопоставлении микроскопических и астрофизических объектов) могут рассматриваться как указание на возможную связь, однако требуют систематической статистической проверки для исключения случайных совпадений.

6.2. Роль условий среды в характеристиках квантовых систем

Модель предполагает, что свойства локальных структур могут зависеть от условий среды, в которой они находятся, в том числе от плотности энергии и характеристик взаимодействий.

Это может проявляться:

- в вариациях наблюдаемых параметров в различных условиях,
- в чувствительности квантовых систем к внешним полям и окружению.

Экспериментальная проверка может быть связана с высокоточными измерениями характеристик частиц и атомных систем в различных гравитационных и энергетических условиях.

6.3. Ограничение передачи информации и его наблюдаемые эффекты

Ключевым элементом модели является ограничение передачи информации, связанное с уровнем описания.

Это может проявляться:

- в существовании пределов точности измерений,

- в особенностях квантовых корреляций,
- в границах применимости локальных описаний.

В частности, квантовая запутанность может рассматриваться как один из режимов, в котором ограничение передачи информации проявляется нетривиальным образом.

6.4. Масштабная интерпретация компактных астрофизических объектов

В рамках модели компактные объекты (включая чёрные дыры) могут рассматриваться как области, в которых достигается предельное ограничение передачи информации.

Это приводит к следующим проверяемым аспектам:

- анализ свойств горизонта событий как границы описания,
- исследование излучения и динамики вблизи таких областей,
- сопоставление наблюдаемых характеристик с моделями перехода между уровнями.

6.5. Резонансные свойства протяжённых систем

Если физические структуры обладают волновой природой, то для макроскопических объектов можно ожидать наличие характерных частотных режимов.

Это согласуется с:

- наблюдаемыми колебательными режимами (например, сейсмическими),
- распространением волн в протяжённых средах.

Дальнейшее исследование может быть направлено на выявление связи между геометрией объектов и их спектром колебаний.

6.6. Возможная вариативность эффективных констант

В рамках предложенной модели постоянная тонкой структуры α может интерпретироваться не как фундаментальная неизменная константа, а как эффективный коэффициент, характеризующий степень проявления электромагнитного взаимодействия в данных условиях среды.

Поскольку в модели взаимодействие частиц рассматривается как результат работы энергетической среды, α может отражать не только внутренние свойства самих волновых структур, но и параметры окружающего пространства. В частности, гравитационное поле, изменяя локальные характеристики среды (такие как плотность энергии и геометрия пространства-времени), потенциально может влиять на наблюдаемую эффективность электромагнитного взаимодействия.

В этом смысле α может рассматриваться как параметр, зависящий от фоновых условий, а не строго универсальная константа. При этом в обычных условиях (вблизи поверхности Земли) возможная вариативность α оказывается ниже порога экспериментальной чувствительности, что создаёт иллюзию её абсолютного постоянства.

Таким образом, модель допускает существование малых, но принципиально измеримых отклонений α в различных гравитационных или энергетических условиях, что открывает возможность экспериментальной проверки.

7. Математическая модель структуры элементарных частиц в пространстве

Введение

В данной главе предпринимается попытка построения упрощённого математического аппарата, в рамках которого элементарные частицы рассматриваются как устойчивые стоячие волновые конфигурации с дискретным числом узлов. Такой подход позволяет связать наблюдаемые характеристики частиц с геометрией их волновой структуры и с процессами масштабирования при переходе между фрактальными уровнями.

При этом не ставится задача построения полной количественной теории элементарных частиц. Основная цель — показать, что даже простейшие геометрические соотношения, применённые к волновым структурам, могут приводить к значениям физических параметров, сопоставимым с наблюдаемыми. Получаемые результаты следует рассматривать как указание на возможную глубинную связь между геометрией волновых процессов и фундаментальными характеристиками материи.

В физике наблюдаемыми являются не абстрактные объекты сами по себе, а их взаимодействие с пространством, проявляющееся через распределение энергии и импульса. В этом смысле любая элементарная частица в рамках данной модели интерпретируется как локализованная волновая структура — устойчивое распределение энергии, обладающее определённой геометрией. Соответственно, такие характеристики, как масса и заряд, рассматриваются как интегральные свойства этой структуры: масса — как мера локализации энергии, заряд — как характеристика взаимодействия волновой конфигурации с внешним полем.

Для обоснования представления об элементарной частице как волновой структуре в работе используются Приложения 1, 2 и 3. Принцип масштабируемости (фрактальности) в условиях конечной скорости распространения взаимодействий рассматривается в Приложении 6.

В рамках данной главы внимание ограничено четырьмя наблюдаемыми стабильными частицами — нейтрино, электроном, протоном и нейтроном (а также их античастицами). Предполагается, что этим частицам могут соответствовать наиболее простые устойчивые волновые конфигурации. Данное предположение носит модельный характер и не исключает существования более сложных или менее устойчивых состояний.

Несмотря на то, что свободный нейтрон является нестабильным, в данной модели он рассматривается как квазистационарная волновая структура, сохраняющая целостность на конечном интервале времени. Его нестабильность может быть связана с особенностями

внутренней динамики, включая возможное наличие вращательной компоненты распределения энергии.

В качестве базового допущения принимается, что уменьшение характерной длины волны соответствует увеличению энергии и, следовательно, эффективной массы структуры. Это согласуется с общими свойствами стоячих волн, где увеличение числа узлов приводит к росту энергии и уменьшению характерного масштаба.

Наблюдательный факт наличия электрического заряда только у части частиц (например, у электрона и протона) интерпретируется как возможное следствие различий в структуре волновых конфигураций, в частности — симметричных свойств. В рамках модели предполагается, что этому может соответствовать чётность числа узлов, однако данное утверждение требует дальнейшего уточнения.

Отдельное внимание уделяется вопросу сопоставления масс частиц. В частности, отличие массы нейтрона от массы протона интерпретируется не как прямое противоречие модели, а как указание на возможное влияние внутренних динамических процессов на наблюдаемую величину массы. Это различие может быть связано с дополнительными формами движения энергии внутри структуры, которые проявляются в эксперименте как вклад в эффективную массу.

Принцип формирования волновых структур частиц рассматривается в Приложении 3. Более широкие концептуальные вопросы, включая происхождение взаимодействий, вынесены в отдельную работу «Размышления: Вера, неверие. Дух и материя» <https://zenodo.org/records/19260065>.

Следует отметить, что в данной работе используется нетрадиционный подход к вопросу размерностей: в ряде соотношений рассматриваются безразмерные комбинации, основанные на характерных частотных параметрах. Это связано с предположением о первичности волновых процессов и частотных соотношений по отношению к введённым системам единиц. При этом численные оценки сопоставляются с величинами, выраженными в системе СИ.

Данный подход носит предварительный характер и требует дальнейшего развития. Возможные основания для такого рассмотрения обсуждаются в работе «Рождение измерений» <https://zenodo.org/records/19380194>, где предпринимается попытка связать физические величины с более фундаментальными частотными соотношениями.

7.1 Взаимосвязь размеров и массы

7.1.1 Исходные данные:

Для описания элементарной частицы как волновой структуры рассмотрим электромагнитное возмущение, обладающее конечной протяжённостью в пространстве и внутренней структурой. В рамках модели такая структура интерпретируется как устойчивая конфигурация волнового процесса.

В описании используется разложение волнового процесса на две взаимосвязанные составляющие, которые условно можно интерпретировать как:

- продольную — характеризующую пространственное распределение и протяжённость структуры,
- поперечную — связанную с амплитудными характеристиками и распределением энергии.

При этом термин «продольная компонента» используется в расширенном смысле и не вводит новый тип волны, а отражает рассмотрение той же электромагнитной структуры с точки зрения её пространственной локализации и конечной «толщины» фронта.

В качестве базового предположения принимается, что характерная скорость распространения взаимодействий в такой структуре ограничена скоростью света c , что соответствует фундаментальному ограничению на передачу возмущений в пространстве.

Для упрощённого описания вводится представление, в котором волновой процесс можно рассматривать как имеющий две взаимосвязанные компоненты, отвечающие за:

- пространственный масштаб структуры,
- энергетическую характеристику (связанную с плотностью энергии).

При этом предполагается, что данные компоненты не являются независимыми, а связаны через общее ограничение на скорость распространения возмущений. В упрощённой модели это можно выразить соотношением:

$$u_x^2 + u_y^2 = c^2.$$

где u_x и u_y — эффективные компоненты, характеризующие распределение волнового процесса между пространственной и энергетической составляющими.

Данное соотношение не следует понимать как разложение скорости частицы в пространстве, а как модельное представление баланса между геометрией структуры и её энергетическим содержанием.

Выбор квадратичной формы данного соотношения обусловлен тем, что речь идёт о независимых вкладах в общее ограничение, связанное с распространением возмущений. В

подобных ситуациях естественным образом возникает евклидова метрика, при которой суммирование происходит по квадратам компонент.

Аналогичный подход используется, например, при рассмотрении независимых компонент скорости или энергии, где вклад каждой компоненты определяется её квадратом. В рамках данной модели это соотношение следует рассматривать не как строгое физическое равенство, а как минимальное геометрическое приближение, отражающее баланс между различными аспектами волнового процесса.

Интересно отметить, что появление квадратичных соотношений в данном контексте согласуется с более общим представлением о нелинейности волновых процессов. В частности, в работе «Рождение измерений» <https://zenodo.org/records/19380194> вводится идея формирования новых уровней описания как результата наложения волновых структур («волна над волной»), что естественным образом приводит к квадратичным и более высоким степенным зависимостям.

В этом смысле используемое здесь соотношение можно рассматривать как частный случай более общего принципа, согласно которому наблюдаемые величины возникают как результат нелинейного взаимодействия базовых процессов.

Таким образом, в рамках рассматриваемого подхода геометрические параметры волновой конфигурации оказываются напрямую связанными с распределением энергии, что создаёт основу для установления взаимосвязи между размером и массой.

Связь с массой вводится через известное соотношение между энергией и массой, что позволяет интерпретировать энергетическую составляющую волновой структуры как эффективную массу.

(Примечание: В данном разделе для упрощения математических выражений акцент делается на численных соотношениях, и физические размерности в ряде случаев опускаются. При этом используются значения величин, согласованные с системой СИ. Восстановление размерностей требует отдельного рассмотрения.)

7.1.2 Вывод предельных размеров и масс для стоячих волн

Для существования устойчивой стоячей волновой структуры необходимо, чтобы различные области этой структуры могли оставаться во взаимосвязанном состоянии. В рамках рассматриваемой модели это означает, что характерное время распространения взаимодействия внутри структуры должно быть сопоставимо с её размером.

Иначе говоря, максимальный размер волновой конфигурации ограничен условием, при котором возмущение успевает «согласовать» различные её части за конечное время.

Если обозначить характерное время взаимодействия как Δt , то предельный размер структуры можно оценить как:

$$L \sim c\Delta t$$

В простейшем случае, когда взаимодействие рассматривается как процесс с одной характерной компонентой, естественным ограничением является условие:

$$\Delta t \sim \frac{1}{c}$$

Однако в рамках данной модели волновой процесс рассматривается как имеющий две взаимосвязанные составляющие (пространственную и энергетическую), что приводит к более жёсткому ограничению на характерное время взаимодействия. В качестве минимальной оценки принимается:

$$\Delta t \sim \frac{1}{c^2}$$

Такое предположение следует рассматривать как модельное, отражающее необходимость одновременного согласования различных аспектов волновой структуры.

Тогда максимальный характерный размер стоячей волны оценивается как:

$$L_{\max} \sim c \cdot \frac{1}{c^2} = \frac{1}{c}$$

1. Предельные размеры (L)

Таким образом, максимальный размер устойчивой волновой структуры определяется как:

$$L_{\max} \sim \frac{1}{c}$$

Минимальный размер можно оценить, применяя аналогичное рассуждение к внутренней структуре волны. Если рассматривать вложенность волновых конфигураций, то характерный масштаб уменьшается пропорционально тому же фактору:

$$L_{\min} \sim \frac{1}{c^2}$$

Следовательно, диапазон возможных размеров устойчивых стоячих волн можно оценить как:

$$\frac{1}{c^2} \leq L \leq \frac{1}{c}$$

Данный результат следует рассматривать как оценочный, задающий порядок величин.

2. Предельные массы (М)

В рамках модели масса связывается с энергией волновой структуры. Энергия, в свою очередь, определяется распределением амплитуды волны, которая в рассматриваемом случае имеет пространственную геометрию, близкую к сферической.

В качестве характерного множителя, учитывающего геометрию, вводится коэффициент 2π , отражающий круговую структуру волнового процесса.

Тогда диапазон энергии можно оценить как:

$$E \sim \frac{2\pi}{c^2} \text{ до } \frac{2\pi}{c}$$

Используя соотношение между энергией и массой:

$$E = Mc^2$$

получаем диапазон для массы:

$$\frac{2\pi}{c^4} \leq M \leq \frac{2\pi}{c^3}$$

Таким образом, как размер, так и масса оказываются степенным образом связаны со скоростью света.

Важно отметить, что отношение предельных значений в каждом диапазоне определяется одной и той же величиной:

$$\frac{L_{\max}}{L_{\min}} \sim c, \frac{M_{\max}}{M_{\min}} \sim c$$

Это указывает на возможность степенного характера квантования состояний в рамках рассматриваемой модели.

3. Связь с фундаментальными константами

Интересно отметить, что выражение:

$$\frac{2\pi}{c^4}$$

численно оказывается близким к значению постоянной Планка:

$$h \approx 6.63 \times 10^{-34}$$

Тогда как:

$$\frac{2\pi}{c^4} \approx 7.76 \times 10^{-34}$$

Аналогично:

$$\frac{1}{c^4} \sim \hbar$$

Такое совпадение может рассматриваться как указание на возможную связь между фундаментальными константами и геометрией волновых процессов.

При этом полученные значения не следует интерпретировать как точный вывод постоянной Планка. Скорее, речь идёт о том, что простейшие соотношения, основанные на ограничении скорости распространения взаимодействий, приводят к величинам того же порядка.

Возможные расхождения могут быть связаны с тем, что в реальных физических системах учитываются более сложные эффекты, включая распределение энергии в пространстве и взаимодействие различных частей волновой структуры.

Данный вопрос требует отдельного рассмотрения и выходит за рамки текущего раздела.

7.1.3 Квантование узлов и параметры элементарных частиц

1. Условие формирования узлов

Для образования устойчивых узлов стоячей волны необходимо согласование различных компонент волнового процесса. В рамках введённой ранее модели это можно интерпретировать как баланс между составляющими, отвечающими за пространственное распределение и энергетическую характеристику структуры.

В упрощённом представлении условие устойчивости может быть связано с равномерным вкладом этих компонент. Это соответствует ситуации, при которой их эффективные «проекции» оказываются сопоставимыми:

$$v_x \sim v_y$$

В полярном представлении это условие приводит к соотношению:

$$\cos \theta \sim \sin \theta$$

что реализуется для углов вида:

$$\theta = \frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}, n \in \mathbb{Z}$$

Таким образом, на окружности выделяется конечное число симметричных направлений, в которых выполняется условие балансировки компонент.

Это позволяет предположить, что устойчивые узловые структуры формируются лишь для ограниченного числа конфигураций, соответствующих простейшим симметричным случаям.

В рамках модели естественным образом возникают четыре базовые конфигурации, которые можно сопоставить с волновыми структурами с малым числом узлов.

Данное утверждение следует рассматривать как модельное предположение, отражающее стремление системы к простейшим устойчивым симметричным состояниям.

Физически это означает, что устойчивый узел возникает тогда, когда волновая структура обеспечивает равномерное распределение энергии между различными направлениями. При сильном доминировании одной из компонент система либо переходит в режим распространения (без формирования стоячей структуры), либо становится неустойчивой.

2. Принцип степенного квантования

Ранее было показано, что характерные диапазоны размеров и масс определяются степенными зависимостями от скорости света. Это позволяет предположить, что дискретные состояния внутри этих диапазонов также могут формироваться по степенному закону.

В качестве модельного допущения вводится конечное число характерных уровней, соответствующих наиболее устойчивым конфигурациям волновой структуры. Для описания перехода между ними удобно ввести дополнительный «масштабный шаг», который можно интерпретировать либо как границу применимости текущего уровня описания, либо как переход к следующему фрактальному уровню.

В простейшем варианте это приводит к введению эффективного числа делений диапазона, равного пяти, где четыре соответствуют устойчивым конфигурациям, а пятое — переходному состоянию.

При таком подходе масштабирование параметров можно описать через степенной множитель вида:

$$k = \left(\frac{c}{2\pi}\right)^{1/5}$$

Это выражение следует рассматривать как параметр модели, задающий характерный шаг между уровнями.

3. Определение параметров частиц

Используя введённый масштабный множитель, можно записать выражения для параметров волновых структур в зависимости от числа узлов n .

Предполагается, что при увеличении числа узлов:

- характерный размер уменьшается,
- энергетическая характеристика (и, соответственно, эффективная масса) увеличивается.

Тогда для амплитуды продольной компоненты (связанной с массой) можно записать:

$$M_0 \sim \frac{2\pi}{c^4} \left(\frac{c}{2\pi}\right)^{\frac{n}{5}}, 1 \leq n \leq 4$$

Аналогично, для характерной длины волны:

$$\lambda_0 \sim \frac{1}{c} \left(\frac{c}{2\pi}\right)^{-\frac{n}{5}}, 1 \leq n \leq 4$$

Расчётный диаметр волновой структуры можно оценить как:

$$d_0 \sim \frac{n+1}{2} \lambda_0$$

Таким образом, параметры волновых конфигураций оказываются связанными с числом узлов через простой степенной закон, определяемый фундаментальной константой c .

Полученные выражения следует рассматривать как оценочные и отражающие общий характер зависимости, а не как точные формулы.

Замечание

В данном разделе под массой понимается амплитудная характеристика продольной компоненты волновой структуры. Полная масса частицы как сложной системы, включающей несколько областей с различной плотностью энергии, будет рассмотрена в последующих разделах.

Интерпретация полученного размера и физических свойств

Полученная величина d_0 , характеризующая размер стоячей волновой структуры, в рамках данной модели интерпретируется как полный пространственный масштаб элементарной частицы.

В отличие от стандартной квантово-механической интерпретации, где частица рассматривается как точечный объект, а её пространственные характеристики описываются через вероятностное распределение, в данной работе принимается иная позиция: частица отождествляется с самой волновой конфигурацией.

Таким образом, стоячая волна рассматривается не как вспомогательная математическая конструкция, а как физически реальная структура, обладающая определённой геометрией и протяжённостью.

Наблюдаемая «размытость» положения частицы в экспериментах в этом случае может быть связана не с фундаментальной вероятностной природой объекта, а с особенностями взаимодействия и ограничениями процесса измерения.

Переход к квантово-механической интерпретации в рамках данной модели может быть осуществлён следующим образом: в качестве эффективной «точечности» принимается область информационной непрозрачности, тогда как протяжённая стоячая волновая структура интерпретируется как распределение вероятности взаимодействия.

При таком подходе вероятностное описание не является фундаментальным свойством частицы, а возникает как следствие ограниченности наблюдения и особенностей взаимодействия с её полной волновой структурой.

Следует также отметить, что в стандартной интерпретации фундаментальные характеристики, такие как масса и электрический заряд, вводятся как независимые параметры, не связанные непосредственно с пространственной структурой объекта.

В предлагаемой модели принимается иная позиция: поскольку частица отождествляется с волновой конфигурацией, её физические свойства могут быть интерпретированы как следствия геометрии и динамики этой структуры.

Таким образом, масса и электрический заряд рассматриваются не как исходные, заданные величины, а как производные характеристики, возникающие в результате формирования устойчивой стоячей волны в энергетической среде.

7.2. Крайние состояния волновых структур: от фотонов к пределам сжатия энергии

Помимо рассмотренных ранее устойчивых стоячих конфигураций, сопоставляемых с элементарными частицами (со значениями $n=1,2,3,4$), в рамках модели вводятся также предельные состояния, характеризуемые значениями $n=0$, $n=-1$ и $n=5$.

Эти состояния не соответствуют устойчивым массивным частицам, а могут быть интерпретированы как иные режимы существования волновых процессов — в частности, как распространяющиеся электромагнитные возмущения (фотоны и классические волны) и предельные состояния локализации энергии, связанные с переходами между фрактальными уровнями.

Таким образом, рассматриваемый набор значений n позволяет охватить как устойчивые локализованные структуры, так и граничные режимы, соответствующие переходу между различными формами проявления энергии.

7.2.1. Состояния $n=0$ и $n=-1$: Фотоны и электромагнитные волны

Состояния с $n=0$ и $n=-1$ в рамках данной модели характеризуют электромагнитное излучение, в частности фотоны, и их переход к классическим электромагнитным волнам.

7.2.1.1. Предельные длины волн фотона

Используя ранее полученное выражение для характерной длины волны:

$$\lambda_0 \sim \frac{1}{c} \left(\frac{c}{2\pi} \right)^{-\frac{n}{5}},$$

можно рассмотреть предельные состояния волновых конфигураций, соответствующие значениям $n=0$ и $n=-1$.

Эти состояния не соответствуют устойчивым стоячим волнам (частицам с массой), а могут быть интерпретированы как граничные режимы, связанные с распространением электромагнитного излучения.

Состояние $n=0$ (минимальная характерная длина волны фотона)

В этом случае получаем:

$$\lambda_{\min} \sim \frac{1}{c}$$

Численно:

$$\lambda_{\min} \approx 3.3 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

Это состояние можно интерпретировать как предел, при котором волновая структура ещё не образует замкнутую стоячую конфигурацию, характерную для массивных частиц, но уже обладает выраженной локализацией.

В этом режиме волновой процесс характеризуется высокой степенью концентрации энергии в пространстве и может рассматриваться как предельный случай направленного кванта излучения.

Состояние $n=-1$ (максимальная характерная длина волны фотона)

Для этого случая:

$$\lambda_{\max} \sim \frac{1}{c} \left(\frac{2\pi}{c} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Введём обозначение:

$$K_s = \left(\frac{2\pi}{c} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Тогда:

$$\lambda_{\max} \sim \frac{1}{c} K_s$$

Численно:

$$\lambda_{\max} \approx 1.1 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Данное состояние можно интерпретировать как предел, при котором волновая структура теряет признаки локализованного кванта и переходит к более протяжённым формам распространения.

В этом режиме энергия распределяется в пространстве более равномерно, и поведение системы приближается к классическому описанию электромагнитных волн.

Таким образом, в рамках модели фотон может быть рассмотрен как волновая конфигурация, существующая в диапазоне:

$$\frac{1}{c} \leq \lambda \leq \frac{1}{c} \left(\frac{2\pi}{c} \right)^{\frac{1}{5}}$$

где нижняя граница соответствует максимально локализованному состоянию, а верхняя — переходу к протяжённым волновым режимам.

Полученные оценки следует рассматривать как указание на характерные масштабы, а не как жёсткие физические границы спектра электромагнитного излучения.

7.2.1.2. Механизм рождения фотона

В стандартной физике фотон возникает при переходах между энергетическими состояниями системы, например, при переходе электрона между уровнями в атоме. Такой переход сопровождается изменением распределения энергии и, как правило, ускоренным движением заряженных частиц.

В рамках предлагаемой модели этот процесс можно интерпретировать как быстрое локализованное перераспределение плотности энергии в пространстве.

Предполагается, что такое перераспределение носит направленный характер и может быть представлено как формирование возмущения, имеющего как пространственную, так и энергетическую составляющие.

В терминах введённого ранее разложения это соответствует совместному возникновению:

- продольной компоненты, связанной с перераспределением плотности энергии в направлении распространения,
- поперечной компоненты, проявляющейся как электромагнитное поле.

При этом данные компоненты не являются независимыми процессами, а представляют собой различные аспекты единого волнового возмущения.

Поскольку процесс формирования фотона происходит за конечное время и в ограниченной области пространства, возникающая волновая структура не успевает перейти в полностью симметричную (замкнутую) конфигурацию, характерную для стоячих волн.

В результате формируется асимметричная, распространяющаяся волновая конфигурация, в которой энергия преимущественно направлена вдоль направления излучения.

В рамках модели такую структуру можно интерпретировать как «открытую» волновую оболочку, отличающуюся от замкнутых стоячих конфигураций.

Геометрически это может быть сопоставлено с вытянутой вперёд формой, отражающей направленность переноса энергии. Однако данное представление следует рассматривать как наглядную интерпретацию, а не как точное описание формы фотона.

Таким образом, фотон в данной модели возникает как переходный режим волнового процесса, при котором энергия покидает локализованную структуру и переходит в распространяющееся состояние.

7.2.1.3. Свойства фотона

В рамках рассматриваемой модели свойства фотона могут быть интерпретированы как следствие его волновой природы и особенностей формирования как распространяющейся, незамкнутой конфигурации.

Нулевая масса покоя

Отсутствие замкнутой стоячей структуры, способной удерживать энергию в локализованном состоянии, приводит к тому, что фотон не обладает массой покоя.

В данной интерпретации масса покоя связывается с возможностью существования устойчивой локализованной конфигурации. Поскольку фотон представляет собой распространяющееся возмущение, такая локализация отсутствует, что согласуется с наблюдаемым свойством нулевой массы покоя.

Энергия, импульс и направленность

Несмотря на отсутствие массы покоя, фотон переносит энергию и импульс, что соответствует известному соотношению $E=pc$.

В рамках модели это можно связать с тем, что волновая структура фотона является асимметричной и распространяющейся, с преимущественным переносом энергии в одном направлении.

Введённое ранее представление о продольной и поперечной составляющих следует интерпретировать как описание распределения энергии в процессе распространения, а не как наличие независимых компонент. В этом смысле направленность фотона возникает как результат согласованного движения всей волновой конфигурации.

Эквивалент массы E/c^2 в данной модели отражает не наличие массы покоя, а энергетическое содержание распространяющегося возмущения.

Спин

Спин фотона в стандартной физике связан с его поляризацией и внутренней симметрией электромагнитного поля.

В рамках предлагаемой модели можно предположить, что спин отражает особенности внутренней структуры распространяющейся волны, в частности — характер её симметрии относительно направления движения.

Это может быть интерпретировано как наличие определённой «закрутки» или вращательной компоненты волнового процесса. Однако данное представление носит качественный характер и требует более строгого математического описания.

Таким образом, основные свойства фотона могут быть рассмотрены как следствие того, что он представляет собой не замкнутую стоячую структуру, а распространяющееся волновое возмущение, находящееся на границе между локализованными и протяжёнными режимами существования энергии.

7.2.1.4. Переход к классическим электромагнитным волнам

При уменьшении частоты излучения (то есть при увеличении характерной длины волны и переходе к значениям $n \rightarrow -1$ и ниже) процесс изменения энергетического состояния источника становится более медленным и пространственно протяжённым.

В рамках модели это означает, что формирующееся волновое возмущение теряет выраженную локализацию, характерную для фотона как кванта излучения.

В этом режиме распределение энергии в пространстве становится более равномерным, а волновая структура приближается к непрерывному процессу распространения, описываемому классической электродинамикой.

Геометрически это можно интерпретировать как переход от локализованной «выпуклой» волновой конфигурации к более протяжённой и сглаженной форме, где характерные неоднородности становятся малы по сравнению с длиной волны.

При этом направленность излучения определяется уже не внутренней структурой отдельного волнового возмущения, а граничными условиями источника (например, геометрией антенны) и условиями распространения в среде.

Таким образом, классическая электромагнитная волна в данной модели может быть рассмотрена как предельный случай, возникающий при переходе от дискретных, локализованных волновых состояний к непрерывному режиму распределения энергии в пространстве.

7.2.2. Состояние $n=5$: предел сжатия энергии и фрактальный переход

Состояние, соответствующее $n=5$, в рамках модели представляет собой противоположный предельный случай по отношению к распространяющимся волновым режимам (таким как фотон).

Характеристика состояния

Введённое ранее соотношение между компонентами волнового процесса допускает ситуацию, при которой вклад, связанный с энергетической составляющей, становится доминирующим.

В предельном случае это можно интерпретировать как состояние, в котором волновая структура теряет пространственную протяжённость и характеризуется максимальной концентрацией энергии.

Данное состояние следует рассматривать как модельный предел, а не как наблюдаемую конфигурацию.

Размер и природа состояния

Используя ранее введённые оценки, можно предположить, что характерный масштаб такой конфигурации оказывается меньше минимального размера, характерного для устойчивых стоячих волн (с $n=1\dots 4$):

$$L < \frac{1}{c^2}$$

Это указывает на переход к режиму, в котором стандартное описание волновой структуры в рамках текущего уровня перестаёт быть применимым.

В этом смысле данное состояние можно интерпретировать как область предельной концентрации энергии — аналог ранее введённой области информационной непрозрачности.

Связь с «точечностью» и квантовым описанием

В рамках модели такие области могут рассматриваться как предельные центры локализации энергии, которые на более высоком уровне описания проявляются как «точечные» объекты.

Это даёт возможность качественно связать понятие точечной частицы с ограничениями применимости волнового описания. В таком подходе использование волновых функций в квантовой механике может рассматриваться как эффективный способ описания поведения системы вблизи подобных областей.

Связь с гравитационными эффектами

Поскольку рассматриваемое состояние связано с высокой концентрацией энергии, можно ожидать, что на соответствующих масштабах начинают играть роль эффекты, аналогичные гравитационным.

В рамках модели это допускает интерпретацию таких состояний как источников возмущений, распространяющихся во все направления и проявляющихся в виде коллективных колебаний среды.

На макроскопическом уровне подобные процессы могут быть сопоставлены с явлениями, описываемыми как гравитационные волны или внутренние колебания массивных систем.

Однако данная интерпретация носит качественный характер и требует дальнейшего уточнения.

Таким образом, состояние $n=5$ можно рассматривать как предельный режим волновой модели, соответствующий переходу за границу применимости текущего уровня описания.

В совокупности с состояниями $n=0$ $n=-1$ это позволяет описать полный спектр режимов — от максимально локализованных до полностью распространяющихся, включая переходные области, связанные с фрактальной структурой пространства.

7.2.3. Высокоэнергетичные кванты из ядерных взаимодействий (гамма-излучение)

Особый вид высокоэнергетического электромагнитного излучения — гамма-кванты — в рамках данной модели может быть интерпретирован не только как результат аннигиляции или переходов между уровнями, но и как следствие более глубоких процессов, связанных с перестройкой волновых структур нуклонов (протонов и нейтронов).

Если рассматривать нуклон как сложную стоячую волновую конфигурацию, состоящую из нескольких взаимосвязанных областей повышенной плотности энергии, то при интенсивных взаимодействиях (например, в ядерных реакциях) возможно перераспределение этой структуры с высвобождением локализованных энергетических возмущений.

Такие возмущения можно интерпретировать как отдельные фрагменты волнового процесса, обладающие следующими характеристиками:

- Они несут значительную энергию, связанную с локальной плотностью энергии внутри исходной структуры.
- Их характерные пространственные масштабы соизмеримы с размерами нуклонов (порядка $10^{-15} \dots 10^{-16}$ м), что соответствует высокоэнергетическому диапазону излучения.
- Будучи сформированными в процессе быстрого перераспределения энергии, такие волновые конфигурации не успевают перейти в симметричное или замкнутое состояние. В результате возникает распространяющееся возмущение с выраженной направленностью переноса энергии.
- Несмотря на возможную локализацию, такие структуры не соответствуют условиям устойчивых стоячих волн (рассматриваемых для $n=1 \dots 4$) и потому не могут

существовать как частицы с массой покоя. Их энергия реализуется в виде распространяющегося кванта излучения.

Таким образом, гамма-излучение в данной модели может рассматриваться как результат перехода от сложных локализованных волновых структур к распространяющимся режимам при их перестройке на нуклонном уровне.

В отличие от излучения, возникающего при электронных переходах, гамма-кванты связаны с более глубокими уровнями организации материи, что отражается в их более высокой энергии и меньших характерных масштабах.

При этом их корпускулярные свойства могут интерпретироваться как следствие высокой степени локализации энергии в момент формирования, тогда как волновая природа проявляется в процессе дальнейшего распространения.

Детальная внутренняя структура таких возбуждений в рамках данной работы не фиксируется, поскольку она зависит от конкретных условий формирования и требует более точного описания.

7.3 Особенности элементарных частиц в волновой модели

В рамках предлагаемой модели устойчивые элементарные частицы могут быть сопоставлены с простейшими стоячими волновыми конфигурациями, характеризующимися малым числом узлов.

В качестве модельного соответствия рассматриваются четыре базовые конфигурации, которые можно соотнести с наблюдаемыми стабильными частицами — нейтрино, электроном, нейтроном и протоном.

В этом сопоставлении числу узлов $n=1,2,3,4$ ставятся в соответствие указанные частицы, причём увеличение n связано с усложнением геометрии волновой структуры и изменением её энергетических характеристик.

Такое представление позволяет интерпретировать свойства частиц как следствие геометрии и динамики соответствующих волновых конфигураций, не вводя их как независимые первичные параметры.

Следует подчеркнуть, что данное соответствие носит модельный характер и отражает стремление выделить простейшие устойчивые режимы волнового процесса, сопоставимые с наблюдаемыми частицами.

7.3.1. Нейтрино ($n=1$)

Структура и размер: При $n=1$ формируется простейшая стоячая волновая конфигурация с минимальным числом узлов. Согласно соотношениям, полученным в разделе 7.1.3,

это состояние характеризуется наибольшей длиной волны λ_0 и, соответственно, максимальным размером волновой структуры среди рассматриваемых частиц. В рамках данной модели этот размер интерпретируется как полный пространственный масштаб частицы.

Масса: Нейтрино соответствует минимальному значению амплитуды волновой конфигурации M_0 , что проявляется как крайне малая масса.

Взаимодействие: Несмотря на значительный пространственный масштаб волновой структуры, нейтрино практически не взаимодействует с веществом. В рамках модели это может быть связано с крайне малой плотностью энергии, распределённой по всей его волновой конфигурации.

Иными словами, при большом характерном размере и малой массе плотность энергии такой структуры оказывается существенно ниже, чем у большинства наблюдаемых частиц.

Взаимодействие с более плотными объектами в этом случае становится крайне неэффективным, поскольку отсутствует достаточная локализация энергии, необходимая для значимого обмена.

Таким образом, нейтрино можно рассматривать как протяжённую, но энергетически «разреженную» волновую структуру, что и приводит к его слабому взаимодействию с веществом.

Внутренняя динамика: Для конфигурации с $n=1$ характерно отсутствие устойчивой симметричной структуры, что приводит к динамическому перераспределению энергии внутри волновой системы. Это может проявляться как внутренняя циркуляция или вращение плотности энергии.

Заряд: Отсутствие электрического заряда интерпретируется как следствие нечётного числа узлов и отсутствия устойчивой граничной конфигурации, необходимой для формирования направленного электромагнитного взаимодействия.

Квантовая запутанность (возможная интерпретация): В рамках модели состояния с нечётным числом узлов характеризуются внутренней динамической несбалансированностью, что может приводить к формированию коррелированных состояний при их рождении. В этом смысле нейтрино, как конфигурация с $n=1$, также может обладать свойствами, аналогичными квантовой запутанности. Однако из-за крайне слабого взаимодействия с веществом экспериментальная регистрация таких эффектов представляется существенно затруднённой.

7.3.2. Электрон ($n=2$)

Структура и заряд: При $n=2$ формируется стоячая волновая конфигурация с чётным числом узлов. В рамках модели такие конфигурации характеризуются более симметричным распределением энергии по сравнению с состоянием $n=1$. Предполагается, что именно эта симметрия приводит к формированию устойчивой граничной структуры, способной обеспечивать направленное электромагнитное взаимодействие, что интерпретируется как наличие электрического заряда.

Природа заряда: В данной модели электрический заряд связывается с работой, совершаемой энергетической средой при формировании граничной полуволны стоячей структуры. Поскольку эта работа оказывается инвариантной для элементарных волновых конфигураций, это приводит к естественному объяснению квантованности и универсальности элементарного заряда.

Масса и размер: По сравнению с состоянием $n=1$, конфигурация с $n=2$ характеризуется меньшей длиной волны λ_0 и меньшим характерным размером d_0 , при одновременном увеличении амплитуды M_0 . Это соответствует увеличению плотности энергии волновой структуры и проявляется как рост массы и усиление взаимодействия с окружающей материей.

7.3.3. Нейтрон ($n=3$)

Структура и внутренняя динамика: При $n=3$ формируется стоячая волновая конфигурация с нечётным числом узлов. В рамках модели такие состояния характеризуются нарушением симметрии распределения энергии, необходимой для формирования устойчивой граничной структуры. Это может приводить к возникновению внутренней динамики — циркуляции или перераспределения энергии внутри волновой системы, аналогично состоянию $n=1$, но при существенно большей плотности энергии.

Заряд: Отсутствие электрического заряда интерпретируется как следствие нечётного числа узлов и отсутствия устойчивой граничной конфигурации, обеспечивающей направленное электромагнитное взаимодействие.

Масса и размер: По сравнению с электроном, конфигурация с $n=3$ характеризуется меньшей длиной волны λ_0 и меньшим размером d_0 , при увеличении амплитуды M_0 , что соответствует росту плотности энергии.

При этом возникает особенность: экспериментально наблюдаемая масса нейтрона немного превышает массу протона, несмотря на то, что в рамках базовой волновой модели (учитывающей только амплитуду стоячей волны) ожидается обратное соотношение.

В рамках предлагаемой интерпретации это расхождение может быть связано с дополнительной внутренней динамикой системы. Энергия, связанная с внутренним перераспределением или циркуляцией плотности энергии, может проявляться во взаимодействиях как вклад в эффективную (наблюдаемую) массу.

Таким образом, наблюдаемая масса нейтрона может отражать не только «геометрическую» составляющую, связанную с амплитудой волновой структуры, но и динамический вклад, обусловленный его внутренним состоянием.

Квантовая запутанность: Для состояний с нечётным числом узлов предполагается наличие внутренней динамической несбалансированности, что может приводить к формированию коррелированных состояний при их рождении. В частности, при образовании пар «нейтрон–антинейтрон» такие системы могут находиться в согласованном состоянии, что проявляется как квантовая запутанность и может влиять на их дальнейшую эволюцию и распад.

7.3.4. Протон ($n=4$)

Структура и заряд: При $n=4$ формируется стоячая волновая конфигурация с чётным числом узлов. Аналогично состоянию $n=2$, такие конфигурации характеризуются более симметричным распределением энергии и наличием устойчивой граничной структуры, обеспечивающей направленное электромагнитное взаимодействие. Это интерпретируется как наличие электрического заряда.

Знак заряда: В рамках модели предполагается, что знак заряда определяется направлением или фазовой ориентацией процесса формирования граничной полуволны. Для состояний $n=2$ и $n=4$ эти конфигурации оказываются противоположными, что может приводить к различию знака электрического заряда у электрона и протона.

Масса и размер: Конфигурация с $n=4$ характеризуется наименьшей длиной волны λ_0 и наименьшим размером d_0 среди рассматриваемых состояний, при максимальном значении амплитуды M_0 . Это соответствует наибольшей плотности энергии и проявляется как максимальная масса и высокая устойчивость частицы.

Устойчивость: В отличие от состояний с нечётным числом узлов, конфигурация $n=4$ обладает более устойчивой симметрией и отсутствием выраженной внутренней динамической несбалансированности. Это может быть связано с высокой стабильностью протона и его устойчивостью к распаду в обычных условиях.

7.3.5. Общий принцип: внутренняя динамика и заряд

Проведённый анализ позволяет выделить общий закономерный признак: для устойчивых волновых конфигураций с малым числом узлов наблюдается различие в характере проявления их взаимодействия с окружающей средой.

В частности, для состояний с нечётным числом узлов ($n=1,3$) характерно наличие внутренней динамики — циркуляции или перераспределения энергии внутри волновой структуры.

Для состояний с чётным числом узлов ($n=2,4$) формируется более симметричная конфигурация с устойчивой граничной структурой, что приводит к появлению электрического заряда и направленного электромагнитного взаимодействия.

Таким образом, в рамках модели можно говорить о двух различных способах проявления волновой структуры: через внутреннюю динамику или через формирование граничного взаимодействия. Эти механизмы отражают разные режимы взаимодействия частицы с энергетической средой.

7.3.6. Парное рождение частиц

В соответствии с законом сохранения энергии, формирование волновых структур из энергетической среды должно происходить с сохранением суммарных характеристик системы. Это приводит к тому, что рождение частиц рассматривается как парный процесс (частица–античастица).

В рамках данной модели различие между такими парами может быть связано с противоположной ориентацией внутренней динамики волновой структуры или с противоположным направлением формирования граничной конфигурации, что проявляется как различие знака заряда.

Для нейтральных частиц (например, нейтрино–антинейтрино или нейтрон–антинейтрон) это различие может выражаться в противоположных направлениях внутренней циркуляции энергии.

Такая коррелированность состояний при рождении может приводить к формированию согласованных систем, что интерпретируется как проявление квантовой запутанности.

Таким образом, свойства элементарных частиц в рамках модели естественным образом вытекают из их представления как стоячих волновых конфигураций с различным числом узлов.

Это позволяет рассматривать набор наблюдаемых частиц как проявление ограниченного числа устойчивых волновых режимов.

7.3.7 Природа кварков и происхождение дробных зарядов в волновой модели

7.3.7.1. Кварк как элемент волновой структуры

Как было установлено ранее, устойчивые элементарные частицы в рамках модели представляют собой стоячие волны с числом узлов n , состоящие из $n+1$ полуволн. Каждая полуволна соответствует локализованному участку изменения плотности энергии, формируемому инвариантной работой пространства.

При этом устойчивость частицы обеспечивается целостностью всей волновой конфигурации и согласованностью её внутреннего резонанса. Отдельные полуволны не могут существовать как независимые объекты, поскольку их изолирование приводит к разрушению всей структуры.

В экспериментах с высокой передачей энергии (например, в процессах глубоко неупругого рассеяния) наблюдается, что частица ведёт себя как состоящая из локализованных центров взаимодействия. В стандартной модели эти объекты интерпретируются как кварки.

В рамках предлагаемой модели такие наблюдения могут быть интерпретированы иначе: кварки представляют собой не фундаментальные точечные частицы, а проявления внутренней структуры стоячей волны — локализованные сегменты или комбинации полуволн, которые проявляют себя как отдельные объекты в процессе взаимодействия.

Таким образом, кварк может быть рассмотрен как квазичастица, соответствующая локализованной области волновой структуры адрона, обладающей эффективными характеристиками взаимодействия.

Введение понятия эффективного заряда для таких сегментов связано с распределением общей работы волновой структуры. Хотя суммарный заряд частицы определяется её полной конфигурацией, внутри неё может возникать распределение плотности взаимодействия, проявляющееся как дробные эффективные значения.

Такой подход позволяет естественным образом интерпретировать явление конфайнмента: попытка изолировать отдельный сегмент структуры приводит к разрушению резонансного состояния и требует энергии, достаточной для формирования новой устойчивой волновой конфигурации (например, адронной пары).

7.3.7.2. Механизм глубоко неупругого рассеяния и роль спиральности

Для понимания процессов, связанных с зондированием внутренней структуры адронов, а также различий во взаимодействии нейтрино и антинейтрино с различными компонентами адронов, рассмотрим механизм глубоко неупругого рассеяния в рамках волновой модели.

Релятивистская локализация зонда: Частицы-зонды (электроны, мюоны, нейтрино), используемые в экспериментах, разгоняются до релятивистских скоростей. При этом их эффективная длина волны (де Бройля) уменьшается до масштабов, сравнимых с характерными размерами адронов ($\sim 10^{-15}$ м) и меньше. В рамках волновой модели это означает, что область эффективного взаимодействия сжимается, позволяя зондировать локальные участки волновой структуры адрона — отдельные сегменты или полуволны.

Спиральность как проявление внутренней динамики: Как было отмечено ранее, состояния с нечётным числом узлов (в частности, нейтрино с $n=1$) характеризуются внутренней динамикой — направленным перераспределением энергии внутри волновой структуры.

Это может проявляться как спиральность — ориентация внутреннего движения энергии относительно направления распространения частицы.

В рамках данной интерпретации нейтрино и антинейтрино могут рассматриваться как состояния с противоположной ориентацией этой внутренней динамики, что согласуется с наблюдаемыми различиями их спиральности.

Селективность взаимодействия: При взаимодействии с адроном локальная структура волнового зонда вступает в резонансное взаимодействие с определёнными сегментами внутренней структуры адрона.

Экспериментально установлено, что нейтрино и антинейтрино взаимодействуют по-разному с компонентами адронов. В рамках предлагаемой модели это может быть связано с тем, что различные сегменты волновой структуры (соответствующие различным «кварковым» компонентам) обладают различной фазовой и энергетической конфигурацией.

В зависимости от ориентации внутренней динамики зонда (спиральности) возникает преимущественное взаимодействие с теми участками структуры, для которых выполняется условие наибольшей согласованности (резонанса).

Физическая интерпретация процесса: Взаимодействие приводит к локальной перестройке волновой структуры адрона, сопровождающейся перераспределением энергии и последующей адронизацией. В результате наблюдаются характерные струи частиц, соответствующие распаду исходной структуры на новые устойчивые конфигурации.

Таким образом, наблюдаемая селективность взаимодействия нейтрино и антинейтрино может быть интерпретирована как следствие различной ориентации их внутренней волновой динамики и её согласования с внутренней структурой адрона. В этом смысле математические правила отбора, используемые в стандартной теории, могут рассматриваться как отражение более глубокого волнового механизма.

Немного иная интерпретация, более наглядная:

Спиральность как проявление внутреннего вращения. Как было показано в главе 7.3.1, нейтрино ($n=1$) является частицей с нечётным числом узлов и, следовательно, обладает внутренней динамикой — направленным перераспределением энергии внутри волновой структуры.

Направление этого процесса определяет спиральность частицы — проекцию её спина на направление импульса. Для нейтрино спин направлен против импульса (левая спиральность), для антинейтрино — по импульсу (правая спиральность). Таким образом, различие между ними может быть интерпретировано как различие направления внутреннего вращения.

В интуитивном представлении такая динамика может быть описана как образование своеобразной «воронки» распределения энергии вдоль направления движения. Для левой спиральности (нейтрино) можно говорить о смещении области пониженной плотности энергии вперёд и повышенной — назад. Для правой спиральности (антинейтрино) картина оказывается противоположной.

При взаимодействии с адроном (например, протоном или нейтроном) структура налетающей частицы вступает в резонансное взаимодействие с определёнными сегментами внутренней волновой конфигурации адрона.

Экспериментально установлено, что нейтрино и антинейтрино по-разному взаимодействуют с компонентами адронов. В рамках данной интерпретации это можно связать с тем, что различные участки волновой структуры адрона (условно соответствующие различным «кварковым» компонентам) обладают различной плотностью энергии и фазовой конфигурацией.

- Нейтрино (левая спиральность) преимущественно взаимодействует с участками пониженной плотности энергии.
- Антинейтрино (правая спиральность) — с участками повышенной плотности энергии.

В интуитивной модели это можно представить как процесс локального взаимного компенсирования изменений плотности энергии, при котором система стремится к состоянию с меньшим градиентом.

В результате происходит перестройка волновой структуры адрона (адронизация), сопровождающаяся разлётом продуктов взаимодействия и формированием струй.

Таким образом, различие в реакциях нейтрино и антинейтрино получает наглядное физическое объяснение. Математические правила отбора, используемые в стандартной

теории, в этом случае могут рассматриваться как отражение данного волнового механизма.

7.3.7.3 Заряды кварков в протоне и нейтроне

7.3.7.3.1. Геометрия протона в сечении

Согласно волновой модели, протон соответствует стоячей волновой конфигурации с четырьмя узлами, что приводит к формированию пяти полуволн. Эти полуволны представляют собой области чередующегося увеличения и уменьшения плотности энергии относительно некоторого среднего уровня.

В трёхмерном пространстве такая структура может быть приближённо описана как радиальная стоячая волна, в которой плотность энергии зависит преимущественно от расстояния до центра частицы. В этом случае области различного знака плотности формируют систему вложенных сферических оболочек.

Для анализа взаимодействия зонда с внутренней структурой протона удобно рассмотреть плоское поперечное сечение этой трёхмерной конфигурации. В таком сечении сферические оболочки отображаются в виде концентрических кольцевых областей.

В результате поперечное сечение протона можно представить как круг радиуса R , внутри которого расположены области с чередующимися знаками плотности энергии:

$$+ \quad - \quad + \quad - \quad +$$

где знак «+» соответствует области повышенной плотности энергии, а знак «-» — области пониженной плотности относительно среднего уровня.

Центр окружности соответствует максимуму плотности энергии центральной полуволны. При удалении от центра происходит последовательное чередование областей повышенной и пониженной плотности.

Для упрощённого геометрического анализа предположим, что характерный радиальный масштаб каждой полуволны приблизительно одинаков. В этом приближении диаметр частицы D можно представить как сумму пяти одинаковых интервалов:

$$d = \frac{D}{5}$$

Тогда характерные радиусы границ областей можно задать как:

$$r_1 = \frac{d}{2}, \quad r_2 = \frac{3d}{2}, \quad r_3 = \frac{5d}{2} = \frac{D}{2}$$

Эти радиусы определяют последовательность концентрических областей, соответствующих различным фазам волновой структуры.

Следует подчеркнуть, что данная схема является упрощённым геометрическим представлением трёхмерной волновой конфигурации. Она не претендует на точное описание распределения плотности энергии, а используется как инструмент для оценки относительных вкладов различных областей при взаимодействии с внешним зондом.

7.3.7.3.2. Площади кольцевых областей

В предыдущем разделе поперечное сечение протона было представлено в виде системы концентрических областей с чередующейся повышенной и пониженной плотностью энергии, соответствующих полуволнам стоячей структуры.

Рассмотрим взаимодействие зонда (например, нейтрино или антинейтрино) с такой структурой. В процессах глубоко неупругого рассеяния зонд взаимодействует с локальными участками внутренней конфигурации частицы. Вероятность взаимодействия определяется как характеристиками самой области, так и её геометрическим размером.

В общем виде вероятность взаимодействия можно представить как интеграл по площади поперечного сечения:

$$P \propto \int \rho_{int}(x) dS$$

где $\rho_{int}(x)$ — эффективная плотность взаимодействия, а dS — элемент площади.

В приближении, когда внутри отдельной области плотность взаимодействия изменяется незначительно, вероятность взаимодействия можно считать пропорциональной площади соответствующей области:

$$P \propto S$$

Таким образом, относительные вероятности взаимодействия зонда с различными участками структуры могут быть оценены через площади соответствующих кольцевых областей.

В рамках упрощённой геометрической модели, введённой ранее, радиальная структура протона задаётся последовательностью полуволн одинакового характерного масштаба d . Тогда границы областей определяются радиусами:

$$r_1 = \frac{d}{2}, \quad r_2 = \frac{3d}{2}, \quad r_3 = \frac{5d}{2}$$

Центральная область имеет радиус r_1 , а последующие области образуют кольца между соответствующими радиусами.

Площади этих областей равны:

центральная область:

$$S_1 = \pi r_1^2 = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

первое кольцо:

$$S_2 = \pi(r_2^2 - r_1^2) = \pi\left(\left(\frac{3d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2\right) = \pi\left(\frac{9d^2}{4} - \frac{d^2}{4}\right) = \pi\frac{8d^2}{4} = 2\pi d^2$$

второе кольцо:

$$S_3 = \pi(r_3^2 - r_2^2) = \pi\left(\left(\frac{5d}{2}\right)^2 - \left(\frac{3d}{2}\right)^2\right) = \pi\left(\frac{25d^2}{4} - \frac{9d^2}{4}\right) = \pi\frac{16d^2}{4} = 4\pi d^2$$

Суммарная площадь:

$$S_{\text{сум}} = S_1 + S_2 + S_3 = \pi d^2 \left(\frac{1}{4} + 2 + 4\right) = \pi d^2 \frac{25}{4} = \frac{\pi D^2}{4}$$

что соответствует площади круга радиуса $D/2$, как и должно быть.

Полученные значения задают относительные доли поперечного сечения, приходящиеся на различные области волновой структуры. Соответственно, они определяют вероятности того, что зонд при взаимодействии окажется в области с той или иной плотностью энергии.

Эти оценки могут быть сопоставлены с результатами экспериментов глубоко неупругого рассеяния, где наблюдаются различные вклады внутренних компонентов протона.

Следует подчеркнуть, что данная схема представляет собой приближённую геометрическую модель поперечного сечения и используется прежде всего для оценки относительных вкладов различных областей.

7.3.7.3.3. Распределение знаков и вероятностей взаимодействия

В рамках волновой модели области с различной плотностью энергии могут по-разному участвовать во взаимодействии с частицами, обладающими различной спиральностью.

В частности, можно рассмотреть следующую интерпретацию:

- области повышенной плотности энергии (условно «положительные» полуволны) преимущественно участвуют во взаимодействии с антинейтрино (правая спиральность);
- области пониженной плотности (условно «отрицательные» полуволны) — с нейтрино (левая спиральность).
- В используемой геометрической модели поперечного сечения протона:
- центральная область и внешнее кольцо (S_1 и S_3) соответствуют повышенной плотности энергии;
- промежуточное кольцо (S_2) — пониженной плотности.

Тогда эффективная площадь для взаимодействия с антинейтрино можно оценить как:

$$S_{\text{анти}} = S_1 + S_3 = \frac{\pi d^2}{4} + 4\pi d^2 = \frac{17}{4}\pi d^2$$

Для нейтрино:

$$S_{\text{нейтр}} = S_2 = 2\pi d^2$$

При предположении, что вероятность взаимодействия пропорциональна площади соответствующей области, получаем:

$$P_{\text{анти}} = \frac{S_{\text{анти}}}{S_{\text{внутр}}} = \frac{17/4}{25/4} = \frac{17}{25} = 0.68$$

$$P_{\text{нейтр}} = \frac{S_{\text{нейтр}}}{S_{\text{внутр}}} = \frac{2}{25/4} = \frac{8}{25} = 0.32$$

Таким образом, модель даёт различие в вероятностях взаимодействия, связанное с внутренней структурой протона и характером распределения плотности энергии.

Следует отметить, что данная оценка основана на упрощённой геометрической модели и предположении о равномерной плотности взаимодействия внутри каждой области. Тем не менее, она демонстрирует, что различия в поведении нейтрино и антинейтрино могут быть связаны с геометрией и внутренней структурой адрона.

При более точном рассмотрении необходимо учитывать дополнительные факторы, такие как распределение плотности энергии внутри областей и динамику взаимодействия, однако предложенная схема позволяет получить качественную и количественную оценку эффекта.

7.3.7.3.4. Сопоставление с экспериментальными данными

В экспериментах по глубоко неупругому рассеянию наблюдаются характерные значения зарядов струй, которые в стандартной модели интерпретируются как вклад кварков.

В частности, в одном из ранних экспериментов (1979 г., Fermilab) были получены следующие результаты:

- Для реакций с нейтрино (когда выбивается **u-кварк**) средний заряд струи составил: $Q=+0.65\pm0.12$.
- Для реакций с антинейтрино (когда выбивается **d-кварк**) средний заряд струи составил: $Q=-0.33\pm0.09$.

С учётом погрешностей эти значения близки к дробным зарядам кварков:

$$+\frac{2}{3}, \quad -\frac{1}{3}$$

В стандартной модели эти результаты интерпретируются как взаимодействие с u - и d -кварками.

В рамках волновой модели можно предложить альтернативную интерпретацию происхождения этих вкладов.

Если рассматривать взаимодействие зонда с внутренней структурой протона как случайное попадание в одну из областей поперечного сечения, то вероятность взаимодействия с данной областью определяется её геометрическим вкладом. В этом случае относительные вероятности взаимодействия связаны с распределением площадей областей различной плотности энергии.

В используемой геометрической модели три области соответствуют повышенной плотности энергии, а две — пониженной. Такое распределение приводит к двум характерным долям взаимодействия — большей и меньшей, которые по порядку величины оказываются близкими к отношениям

$$\frac{2}{3}, \quad \frac{1}{3}$$

Таким образом, наблюдаемые в экспериментах дробные значения зарядов могут быть интерпретированы как проявление геометрической структуры стоячей волны внутри протона.

В этой интерпретации кварки не рассматриваются как точечные фундаментальные объекты, а выступают как эффективные области взаимодействия, возникающие из распределения плотности энергии внутри волновой структуры.

В частности:

- области пониженной плотности могут соответствовать эффективному вкладу порядка $-\frac{1}{3}$;
- области повышенной плотности — вкладам порядка $+\frac{2}{3}$.

При этом кварковый состав протона

$$uud$$

может рассматриваться как эффективное описание внутренней волновой структуры, состоящей из пяти полувольт с чередующимся распределением плотности энергии.

Причины возможных расхождений между моделью и экспериментом:

Полученные оценки являются приближёнными и могут отличаться от экспериментальных значений по ряду причин:

1. **Угловые эффекты.** Направление импульса зонда не всегда совпадает с радиальной структурой, что изменяет эффективную область взаимодействия.
2. **Динамика взаимодействия.** Эффективность передачи энергии зависит от локальной плотности и может усиливать вклад более плотных областей.
3. **Особенности регистрации.** Ограничения детекторов (апертура, пороги чувствительности) влияют на статистику наблюдаемых событий.
4. **Энергия зонда.** Эффективный размер зонда определяется его длиной волны де Бройля. При увеличении энергии зонда взаимодействие становится более локализованным, что позволяет «разрешать» отдельные элементы структуры. При меньших энергиях происходит усреднение по нескольким областям, что приводит к отклонению наблюдаемых значений.

Таким образом, различие между расчётными и экспериментальными величинами может отражать степень локализации взаимодействия и служить индикатором глубины неупругого рассеяния.

7.3.8. Итог: волновая интерпретация структуры элементарных частиц

Рассмотренные в данном разделе результаты позволяют сформулировать обобщённое представление об элементарных частицах в рамках волновой модели.

Элементарные частицы могут рассматриваться как устойчивые стоячие волновые структуры, характеризуемые числом узлов n . Это число определяет их основные физические свойства — массу, характерный размер и способ взаимодействия с окружающей средой.

При этом ключевым является различие между двумя типами внутренней организации:

- для нечётных n (нейтрино, нейтрон) характерно наличие внутреннего перераспределения энергии (вращения), что приводит к отсутствию электрического заряда;
- для чётных n (электрон, протон) структура становится симметричной, что позволяет проявляться электрическому заряду как результату граничной работы волновой конфигурации.

Таким образом, заряд и внутренняя динамика выступают как альтернативные способы проявления одной и той же волновой природы.

Важным следствием модели является то, что размер частицы определяется всей её стоячей волновой структурой, а не точечной областью. Это позволяет рассматривать элементарную частицу как физически протяжённый объект, взаимодействие которого с внешними системами зависит от структуры распределения энергии внутри неё.

В этом контексте понятие «точечности», используемое в квантовой механике, может быть связано с областью информационной непрозрачности, тогда как наблюдаемое поведение частицы описывается её волновой конфигурацией.

На примере протона показано, что внутренняя структура стоячей волны может быть интерпретирована как система областей с различной плотностью энергии. Геометрическое распределение этих областей определяет вероятности взаимодействия с внешним зондом.

Это, в свою очередь, позволяет предложить интерпретацию кварков как эффективных областей взаимодействия, возникающих из структуры полуволн, а наблюдаемые дробные заряды — как результат геометрического распределения вкладов внутри волновой конфигурации.

Таким образом, волновая модель позволяет связать:

- геометрию стоячей волны,
- внутреннюю структуру частицы,
- вероятности взаимодействия,
- и наблюдаемые характеристики в экспериментах,

в рамках единого описания.

Полученные результаты носят качественно-количественный характер и основаны на упрощённых геометрических предположениях. Тем не менее, они демонстрируют, что ряд свойств элементарных частиц может быть интерпретирован как следствие их волновой структуры.

Дальнейшее развитие модели требует уточнения динамики взаимодействий и учёта переходов между различными уровнями описания, что будет рассмотрено в последующих разделах.

7.4 Образ элементарной частицы в волновой модели

Представление элементарных частиц как стоячих волн позволяет не только описывать их параметры, но и сформировать наглядные образы их структуры и взаимодействий.

В данном разделе рассматриваются качественные интерпретации, позволяющие связать геометрию волновых конфигураций с наблюдаемыми свойствами частиц. Следует подчеркнуть, что приводимые ниже представления носят иллюстративный характер и не заменяют строгого математического описания, а дополняют его.

7.4.1. Идеализированная модель: сферическая волна с внутренней структурой

В наиболее простом, идеализированном представлении элементарная частица (в рамках постулата о волновой природе материи) может быть рассмотрена как сферическая волновая структура.

Внутри этой структуры происходит чередование областей с повышенной и пониженной плотностью энергии, формируя систему полуволн, определяющих её внутреннюю организацию. Такая структура отражает представление частицы как протяжённой волновой конфигурации, а не локализованного точечного объекта.

В наглядном приближении такую структуру можно представить как упругий объект, испытывающий сложные объёмные колебания (например, аналог упругого мяча с внутренней волновой динамикой). Следует подчеркнуть, что данная аналогия носит иллюстративный характер и используется исключительно для интуитивного понимания структуры.

Для нейтральных частиц (с нечётным числом узлов n , таких как нейтрино и нейтрон), помимо радиального распределения плотности энергии, характерно наличие внутреннего вращения или «скрутки» плотности энергии вдоль некоторой оси. Это свойство связано с их волновой конфигурацией и обсуждалось в разделе 7.3.

7.4.2. Реальная частица: взаимодействие со средой, спин и силы

В реальных условиях идеализированная сферическая форма волновой структуры частицы неизбежно искажается.

- Формирование частицы как волнового образования сопровождается изменениями плотности энергии в окружающей среде (Постулат 1).
- Поскольку частица обладает конечным пространственным масштабом, её волновая граница находится во взаимодействии с окружающей средой, что приводит к локальным деформациям и асимметрии структуры.
- Возникающие динамические искажения и асимметрия волновой конфигурации в данной модели могут рассматриваться как один из возможных механизмов формирования спиновых свойств. При этом спин интерпретируется не как изначально заданная абстрактная величина, а как характеристика, связанная с геометрией и внутренней динамикой волновой структуры. В частности, различие в характере внутренних деформаций и распределения энергии может приводить к различным проявлениям спина на разных масштабных уровнях. Следует отметить, что данный механизм не является единственно возможным и требует дальнейшего анализа.

- Асимметрия формы и распределения энергии также приводит к возникновению направленных взаимодействий между частицами, которые в рамках модели могут рассматриваться как проявление резонансного согласования их волновых структур.

7.4.3. Проявление работы пространства: Заряд и Внутреннее Вращение

В рамках предложенной модели предполагается, что формирование стоячей волновой структуры связано с работой, совершаемой энергетической средой при образовании каждой полуволны. Подробное рассмотрение этого принципа приведено в разделе 7.6; здесь он используется на уровне качественной интерпретации.

Если исходить из предположения об инвариантности такой работы для отдельных полуволн, то различные способы её проявления в структуре частицы могут приводить к наблюдаемым физическим свойствам. В частности, в модели выделяются два характерных режима:

- **Заряженные частицы (n — чётное, например электрон и протон):**
Работа пространства проявляется в виде формирования устойчивого градиента плотности энергии на границе волновой структуры. Такой градиент может интерпретироваться как электрический заряд. В этом случае квантованность заряда связывается с инвариантным характером работы, затрачиваемой на формирование граничной полуволны.
- **Нейтральные частицы (n — нечётное, например нейтрино и нейтрон):**
В этих случаях работа пространства проявляется преимущественно во внутренней организации структуры — в виде вращения или «скрутки» распределения энергии. Такое внутреннее вращение не приводит к формированию внешнего градиента плотности и, соответственно, не проявляется как электрический заряд.

Таким образом, в рамках модели заряд и внутреннее вращение энергии могут рассматриваться как различные формы проявления одного и того же процесса — формирования и поддержания волновой структуры частицы.

Дополнительное замечание о взаимодействии нейтральных частиц

Для частиц с нечётным числом узлов, обладающих внутренним вращением энергии, взаимодействие может иметь более сложный характер по сравнению с заряженными частицами.

При взаимодействии с заряженными объектами внутренняя динамика распределения энергии может приводить к эффективному «втягиванию» частицы в область взаимодействия, что связано с перераспределением плотности энергии в окружающей среде.

Взаимодействие нейтральных частиц между собой при этом может зависеть от взаимной ориентации их внутренних динамических структур. В рамках модели это допускает

как эффективное притяжение, так и отталкивание, аналогично поведению систем с внутренними моментами (например, магнитных диполей).

Такая зависимость от конфигурации взаимодействия может приводить к дополнительным энергетическим вкладам, которые в экспериментах проявляются как изменение эффективных характеристик частиц, включая их измеряемую массу.

7.4.4. Масса частицы: Динамическая характеристика и влияние внутреннего вращения

В рамках волновой модели масса частицы связана с распределением энергии в её стоячей волновой структуре. Амплитуда продольной компоненты волны M_0 при этом выступает как базовая характеристика, определяющая локальную плотность энергии.

Однако наблюдаемая масса не сводится к значению амплитуды в отдельной области. Она определяется полной конфигурацией волновой структуры и может рассматриваться как эффективная величина, зависящая как от амплитуды, так и от геометрии и распределения полуволн в пространстве.

При изменении состояния движения частицы её волновая конфигурация (характерный размер, длина волны λ_0) изменяется. В рамках предположения об инвариантности работы, связанной с формированием полуволн, это приводит к перераспределению энергии внутри структуры и, соответственно, к изменению эффективной массы.

Для нейтральных частиц с нечётным числом узлов существенную роль играет внутренняя динамика распределения энергии, проявляющаяся в виде вращения или «скрутки» структуры. Энергия такого внутреннего движения вносит дополнительный вклад в наблюдаемые характеристики частицы.

В зависимости от условий взаимодействия этот вклад может проявляться по-разному. При взаимодействии с внешними полями или заряженными частицами он может давать эффективное однотипное изменение энергии, тогда как при взаимодействии нейтральных частиц между собой возможны как усиливающие, так и компенсирующие эффекты, зависящие от взаимной ориентации их внутренних структур.

В экспериментальных условиях, где наблюдаемые характеристики определяются усреднением по различным конфигурациям взаимодействия, такие вклады могут проявляться как дополнительная составляющая эффективной массы.

Таким образом, различие между «геометрической» массой, связанной с амплитудой стоячей волны, и экспериментально наблюдаемой массой может быть обусловлено вкладом внутренней динамики волновой структуры. В частности, это может приводить к

отклонениям от простых зависимостей, основанных только на числе узлов, и требует учёта дополнительных факторов (см. раздел 7.7).

В целом масса в данной модели рассматривается как интегральная характеристика волновой структуры, отражающая как её геометрию, так и внутреннюю динамику и условия взаимодействия с окружающей средой.

7.5 Интерференция стоячих волн (частиц)

Методологическое замечание: инвариант работы и роль резонанса

В классической физике устойчивые стоячие волны обычно рассматриваются как результат наложения граничных условий в ограниченном пространстве (например, в резонаторе).

В предлагаемой модели используется иная интерпретация. Ограничение волновой структуры задаётся не внешними геометрическими границами, а условиями резонансного согласования в энергонасыщенной среде.

Это означает, что устойчивость стоячей волны определяется не «наличием границ», а возможностью самосогласованного распределения энергии при заданной скорости взаимодействия.

В рамках данного подхода вводится понятие инвариантной работы, связанной с формированием каждой полуволны стоячей структуры. Эта работа определяется условиями резонанса и, как предполагается, является одинаковой для всех устойчивых элементарных конфигураций.

Такое представление согласуется с подходом, изложенным в работе «Рождение измерений» <https://zenodo.org/records/19380194>, где физические величины рассматриваются как различные уровни описания единого процесса, а их взаимосвязь носит нелинейный характер.

В этом контексте:

- «ограничение» волны возникает как следствие резонанса,
- а «работа пространства» интерпретируется как энергия, необходимая для формирования и поддержания устойчивой волновой конфигурации.

Это позволяет рассматривать массу, заряд и другие характеристики как производные от единого инвариантного процесса формирования волновых структур.

7.5.1 Общие принципы взаимодействия волновых структур

В рамках данной модели элементарные частицы рассматриваются как устойчивые стоячие волновые конфигурации (Постулат 2), формирующиеся в энергонасыщенной среде (Постулат 1) и поддерживаемые за счёт резонансного согласования их внутренних параметров (Постулат 3).

Такая волновая структура не является локализованной точкой, а представляет собой протяжённое образование с распределённой плотностью энергии. Устойчивость этой структуры обеспечивается балансом между геометрией волны, её динамикой и условиями взаимодействия со средой.

В отличие от классического представления о частицах как твёрдых объектах, взаимодействие в данной модели не сводится к механическому столкновению или проникновению. Прямое наложение двух устойчивых стоячих волн без изменения их внутренней структуры затруднено, поскольку каждая из них представляет собой самосогласованную конфигурацию, требующую определённых условий для существования.

Взаимодействие между частицами в этом случае реализуется как процесс перераспределения энергии в среде, приводящий к изменению их волновых конфигураций. Этот процесс определяется инвариантной работой, связанной с формированием и поддержанием стоячих волн.

Система в целом стремится к состояниям, при которых суммарная работа, необходимая для поддержания конфигурации, минимальна. Это проявляется в виде наблюдаемых силовых взаимодействий:

- сближение систем, приводящее к уменьшению общей работы, реализуется как притяжение;
- конфигурации, требующие дополнительной работы, проявляются как отталкивание;
- для структур с внутренней динамикой (например, внутренним вращением энергии) характер взаимодействия может зависеть от взаимной ориентации их конфигураций.

Таким образом, взаимодействие частиц в данной модели представляет собой не локальный акт столкновения, а процесс согласования волновых структур через среду, в которой они существуют.

Это представление является ключевым для понимания явления интерференции, которое рассматривается далее как частный случай такого согласования в условиях ослабленных прямых взаимодействий.

7.5.2 Условия возникновения интерференции

Интерференционные эффекты проявляются не при любых условиях взаимодействия волновых структур, а в особых режимах, где прямые силовые взаимодействия между частицами и средой ослаблены или имеют второстепенное значение.

В обычных условиях взаимодействие частиц определяется перераспределением энергии между их волновыми структурами и сопровождается значительными изменениями конфигурации. Однако в ситуациях, где взаимодействие носит слабый или ограниченный характер, на первый план выходят резонансные свойства самих волновых структур.

К таким условиям относятся, в частности:

- прохождение частиц через узкие щели;
- взаимодействие с тонкими границами или поверхностями;
- разреженные потоки частиц, при которых их взаимное влияние минимально.

В этих случаях волновая структура частицы не разрушается, но подвергается деформации, обусловленной граничными условиями среды. Щели или препятствия выступают не как твёрдые барьеры в классическом смысле, а как области, изменяющие условия резонансного согласования.

Если характерный размер препятствия становится соизмеримым с длиной волны частицы, её волновая структура не может сохранять исходную конфигурацию и вынуждена перестраиваться в соответствии с новыми условиями. Это приводит к появлению множества допустимых состояний распространения после прохождения препятствия.

Важно отметить, что в этих условиях поведение частицы определяется не одной траекторией, а набором возможных конфигураций, каждая из которых соответствует определённому способу согласования волновой структуры с окружающей средой.

Таким образом, интерференция возникает в тех режимах, где:

- волновая структура частицы сохраняется при взаимодействии;
- граничные условия среды существенно влияют на её конфигурацию;
- система допускает несколько устойчивых или квазиустойчивых режимов распространения.

Эти условия подготавливают основу для формирования интерференционной картины, которая в дальнейшем рассматривается как результат резонансного отбора допустимых состояний.

Интуитивная интерпретация взаимодействия со щелью

Для наглядного понимания взаимодействия волновой структуры частицы с границами щели можно использовать упрощённую аналогию.

Частицу и края щели можно представить как структуры с определённой «внутренней геометрией». При прохождении через щель их взаимодействие напоминает контакт неровных поверхностей или зацепление сложных форм, подобно тому как взаимодействуют элементы с зубчатой структурой.

В результате такого взаимодействия волновая конфигурация частицы изменяется, что приводит к разбросу направлений её дальнейшего распространения.

Однако данная аналогия носит лишь иллюстративный характер. В отличие от механического зацепления, реальный процесс определяется резонансным согласованием волновой структуры частицы с условиями среды, что и приводит к формированию упорядоченной интерференционной картины.

7.5.3 Интерференция как результат резонансного отбора

В классическом описании интерференция рассматривается как результат суперпозиции волн, при которой происходит сложение амплитуд с учётом фазовых соотношений.

В рамках предлагаемой модели это явление может быть интерпретировано как результат резонансного отбора допустимых конфигураций распространения волновой структуры частицы в среде.

После прохождения через систему щелей волновая структура частицы оказывается в условиях, при которых существует не единственный, а множество возможных режимов дальнейшего распространения. Эти режимы отличаются фазовыми характеристиками и пространственной конфигурацией.

Однако не все такие состояния являются устойчивыми. Распространение преимущественно реализуется по тем направлениям, в которых волновая структура частицы сохраняет согласование со средой, то есть находится в состоянии конструктивного резонанса.

В направлениях, где такое согласование нарушается, волновая структура не может поддерживаться без дополнительных затрат энергии, и соответствующие состояния оказываются подавленными.

В результате на экране наблюдается чередование областей:

- повышенной плотности попаданий, соответствующих устойчивым резонансным конфигурациям (интерференционные максимумы);
- пониженной плотности попаданий, соответствующих подавленным или несогласованным состояниям (интерференционные минимумы).

Таким образом, интерференционная картина возникает не как результат наложения независимых волн, а как следствие отбора устойчивых режимов распространения волновой структуры частицы в условиях, заданных граничными конфигурациями среды.

При этом распределение интенсивности совпадает с результатами, получаемыми в рамках стандартного волнового описания, однако получает иную физическую интерпретацию.

7.5.4 Связь с вероятностным описанием в квантовой механике

В квантовой механике интерференционные эффекты описываются с помощью волновой функции, квадрат модуля которой определяет вероятность обнаружения частицы в заданной области пространства.

В рамках предлагаемой модели такое описание может быть интерпретировано как эффективный способ учёта множества возможных конфигураций распространения волновой структуры частицы.

Как было показано выше, после взаимодействия с граничными условиями (например, щелями) частица не движется по единственной траектории, а реализует набор допустимых режимов распространения, определяемых условиями резонансного согласования со средой.

Каждому такому режиму соответствует определённая вероятность реализации, зависящая от степени устойчивости соответствующей конфигурации.

В этом контексте:

- волновая функция может рассматриваться как математическое представление совокупности возможных состояний волновой структуры частицы;
- квадрат её модуля соответствует вероятности реализации тех или иных устойчивых конфигураций распространения;
- интерференционная картина отражает распределение этих вероятностей, определяемое условиями резонанса.

Таким образом, вероятностное описание не вводится как фундаментальное свойство частицы, а возникает как результат неполного знания о конкретной реализуемой конфигурации её волновой структуры и условий её взаимодействия со средой.

При этом математический аппарат квантовой механики остаётся применимым и корректным, однако получает дополнительную физическую интерпретацию в терминах протяжённых волновых структур и их резонансного взаимодействия.

7.5.5 Заключение

Таким образом, интерференционные эффекты в рамках предлагаемой модели рассматриваются как следствие резонансного взаимодействия протяжённых волновых структур частиц с энергетической средой и граничными условиями, задаваемыми экспериментальной конфигурацией.

Наблюдаемая интерференционная картина отражает распределение устойчивых режимов распространения, реализуемых при данных условиях, и может быть описана с использованием стандартного математического аппарата квантовой механики.

Предлагаемый подход не изменяет результатов расчётов, но дополняет их физической интерпретацией, в которой поведение частиц определяется их внутренней волновой структурой и условиями её согласования со средой.

Тем самым интерференция получает наглядное объяснение как частный случай общего принципа резонансного взаимодействия волновых конфигураций.

7.6 Работа как основа заряда: геометрическая интерпретация

В предыдущих разделах было показано, что элементарные частицы в рамках предлагаемой модели представляют собой устойчивые стоячие волновые конфигурации (Постулат 2), формирующиеся в энергонасыщенной среде (Постулат 1) и поддерживаемые за счёт резонансного согласования (Постулат 3).

Формирование такой структуры требует перераспределения энергии в среде. Этот процесс может быть охарактеризован как работа, связанная с образованием и поддержанием волновой конфигурации.

Как было отмечено ранее, устойчивые стоячие волны могут быть представлены как совокупность полуволн. Каждая такая полуволна соответствует элементарному акту формирования структуры и, соответственно, может быть связана с определённой величиной работы.

Возникает ключевой вопрос:

может ли эта работа иметь инвариантный характер и быть связана с фундаментальными физическими величинами, в частности — с электрическим зарядом?

В рамках предлагаемой модели пространство рассматривается не как пассивная геометрическая арена, а как активная энергонасыщенная среда, в которой реализуются волновые процессы (Постулат 1).

При этом ключевым является следующее свойство:

пространство как среда не различает отдельные волновые процессы, происходящие в нём.

Иными словами, если рассматривать формирование стоячей волны как локальный процесс перераспределения энергии, то с точки зрения самой среды:

- не существует «привилегированных» участков,
- не существует «особых» полуволн,
- не существует различий между одинаковыми актами локализации энергии.

Это свойство можно проиллюстрировать аналогией с давлением в жидкости:

в однородной среде давление на стенки сферического объёма одинаково во всех направлениях, независимо от выбора точки наблюдения.

Переносим это на волновую модель:

каждый акт формирования элементарной части волновой структуры (полу-волны) должен сопровождаться одинаковой работой со стороны среды.

Если бы это было не так, то:

- в системе возникали бы локальные энергетические перекосы,
- что приводило бы к самопроизвольному перераспределению энергии,
- и, в конечном итоге, к нарушению устойчивости структуры.

Таким образом, инвариантность работы на элементарный акт формирования волны является не допущением, а следствием:

- однородности среды,
- отсутствия выделенных направлений,
- и закона сохранения энергии.

7.6.1. Геометрическая природа инвариантной работы полуволны

Рассмотрим стоячую волну как совокупность полуволн с характерной длиной λ_0 и амплитудой M_0 , описывающей распределение плотности энергии.

Если принять, что профиль одной полуволны может быть аппроксимирован синусоидальной функцией, то величина работы, связанная с формированием одной полуволны, может быть оценена как интеграл по её пространственному профилю:

$$S = \int_0^{\lambda_0/2} M_0 \cdot \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right) dx = \frac{M_0 \cdot \lambda_0}{\pi}$$

В рамках данной модели эта величина интерпретируется как работа W , затрачиваемая на формирование одной полуволны:

$$W = \frac{M_0 \lambda_0}{\pi}$$

Подставляя выражения для амплитуды и длины волны, полученные ранее (раздел 7.1.3), получаем:

$$W \propto c^{-5}$$

или, в численном представлении:

$$W = 2c^{-5}$$

Полученное выражение для работы на полуволну не вводится произвольно, а является следствием геометрического описания элементарного акта локализации энергии при сохранении инвариантности работы.

Инвариантность W первична, а зависимости M_0 и λ_0 — вторичны.

Важно подчеркнуть, что в данном выражении зависимость от числа узлов n сокращается, что указывает на инвариантный характер этой величины в рамках модели.

Таким образом, независимо от конкретной конфигурации стоячей волны (числа узлов), каждая полуволна формируется при одинаковой величине работы.

Это свойство является ключевым: оно позволяет рассматривать W как фундаментальную характеристику процесса формирования волновых структур, потенциально связанную с наблюдаемыми физическими величинами.

7.6.2 От инвариантной работы к физическому заряду: роль симметрии и границы структуры

Если принять, что формирование каждой полуволны сопровождается одинаковой работой со стороны энергетической среды, возникает принципиальный вопрос:

каким образом эта работа может проявляться во внешнем взаимодействии частицы?

Внутренняя структура стоячей волны обладает высокой степенью симметрии. Полуволны, расположенные внутри частицы, чередуются по знаку плотности энергии и, в силу этой симметрии, в значительной степени компенсируют вклад друг друга при рассмотрении внешнего взаимодействия. Такие внутренние элементы структуры участвуют в формировании устойчивости конфигурации, но не создают направленного эффекта во внешнем пространстве.

Иная ситуация возникает для граничной области волновой структуры.

Граничная полуволна представляет собой переход между локализованной волновой конфигурацией и окружающей энергетической средой. В этой области полная симметрия структуры нарушается, поскольку одна сторона полуволны взаимодействует с внутренней частью частицы, а другая — непосредственно со средой.

В результате именно граничная полуволна становится тем элементом, через который инвариантная работа, затраченная на формирование структуры, может проявляться во внешнем взаимодействии.

С этой точки зрения электрический заряд может быть интерпретирован как **эффективное проявление инвариантной работы, локализованной на границе волновой структуры**, где нарушается полная симметрия распределения энергии.

При этом знак заряда определяется характером граничного перехода:

- если на границе реализуется область повышенной плотности энергии относительно среды, возникает один знак заряда;
- если пониженной — противоположный.

Таким образом, заряд в данной модели не является независимой фундаментальной величиной, а возникает как следствие геометрии и граничных условий волновой конфигурации при сохранении инвариантной работы.

7.6.3 Направленное проявление работы и эффективная величина заряда

Рассмотрим, каким образом инвариантная работа, локализованная на граничной полуволне, проявляется при взаимодействии двух частиц.

В отсутствие взаимодействия волновая структура частицы в первом приближении может рассматриваться как симметричная относительно центра. Работа, связанная с формированием полуволн, распределена по всем направлениям в пространстве.

Однако при взаимодействии двух частиц ситуация меняется. В этом случае выделяется **направление взаимодействия** — линия, соединяющая центры их волновых структур.

Вдоль этого направления проявляется не вся симметричная структура работы, а лишь та её часть, которая ориентирована в сторону другой частицы. Иными словами, в процессе взаимодействия реализуется не полное сферически симметричное распределение, а его **эффективная направленная компонента**.

Это можно интерпретировать следующим образом:

- граничная полуволна формирует распределение работы во всех направлениях;
- при наличии второй частицы происходит выбор направления взаимодействия;
- во внешнем взаимодействии участвует только та часть распределения, которая проецируется на это направление.

Таким образом, эффективная величина, определяющая силу взаимодействия, связана не с полной работой, а с её направленной компонентой.

В простейшем симметричном случае такая направленная компонента может быть оценена как доля от полного распределения, что приводит к уменьшению эффективного значения по сравнению с полной геометрической величиной.

Важно подчеркнуть, что это уменьшение не является произвольным, а отражает геометрический факт: при переходе от изотропного распределения к взаимодействию по выделенному направлению учитывается лишь часть полной структуры.

С учётом этого можно ввести величину, характеризующую **эффективное геометрическое проявление заряда**, которая определяется как направленная компонента инвариантной работы, локализованной на граничной полувольне.

Эта величина задаёт масштаб взаимодействия, но сама по себе ещё не является наблюдаемым физическим зарядом, поскольку реальное взаимодействие зависит также от свойств среды, в которой распространяется возмущение.

7.6.4 Роль среды и физический смысл постоянной тонкой структуры

В предыдущем разделе было показано, что инвариантная работа, локализованная на граничной полувольне, может проявляться во внешнем взаимодействии в виде направленной компоненты. Эта величина задаёт геометрический масштаб взаимодействия, однако сама по себе ещё не определяет наблюдаемое значение электрического заряда.

Причина этого заключается в том, что взаимодействие между частицами происходит не в пустоте, а в энергетической среде, обладающей собственными свойствами.

В рамках предлагаемой модели распространение возмущения, связанного с граничной полувольной, и его воздействие на другую частицу определяется не только геометрией структуры, но и характеристиками среды, через которую это взаимодействие реализуется.

С этой точки зрения можно ввести различие между:

- **геометрической величиной заряда**, определяемой структурой волновой конфигурации и инвариантной работой;
- **наблюдаемым зарядом**, который характеризует эффективность передачи этого взаимодействия через среду.

Такое различие естественным образом приводит к введению коэффициента, отражающего свойства среды и её влияние на процесс взаимодействия.

В данной модели этот коэффициент соотносится с постоянной тонкой структуры α , которая может быть интерпретирована как **характеристика эффективности реализации электромагнитного взаимодействия в энергетической среде**.

Тогда наблюдаемый заряд может быть представлен как:

$$e \sim q_{\text{геом}} \cdot \alpha$$

где:

- $q_{\text{геом}}$ — величина, определяемая геометрией волновой структуры и инвариантной работой;
- α — коэффициент, отражающий свойства среды и степень реализации взаимодействия.

В этой интерпретации постоянная тонкой структуры перестаёт быть исключительно эмпирическим числом и получает физический смысл как параметр среды, определяющий, насколько эффективно геометрически заданное взаимодействие проявляется на наблюдаемом уровне.

Важно подчеркнуть, что такой подход не требует изменения экспериментально установленных значений, но предлагает иную интерпретацию их происхождения.

7.6.5 Пространство как процесс и природа инвариантной работы

Введённая ранее инвариантность работы может быть понята не только как следствие геометрии волновой структуры, но и как более общее свойство самой энергетической среды.

В рамках данной модели пространство рассматривается как непрерывный процесс перераспределения энергии, а не как пассивная геометрическая сцена. Любая локализованная волновая структура в таком подходе представляет собой частный случай этого общего процесса.

Это означает, что формирование стоячей волны не является внешним по отношению к среде явлением, а представляет собой локальное состояние самой среды, возникающее при определённых условиях резонансного согласования.

С этой точки зрения отдельные элементы волновой структуры (полуволны) не могут обладать различной «стоимостью» формирования. Если бы энергия, затрачиваемая на формирование отдельных частей структуры, отличалась, это приводило бы к внутренним неравновесиям, вызывающим перераспределение энергии и разрушение устойчивости конфигурации.

Таким образом, инвариантность работы на элементарный акт формирования волновой структуры является следствием:

- однородности энергетической среды;
- отсутствия выделенных направлений;
- и общего закона сохранения энергии.

Иными словами, среда «реализует» все локальные процессы одинаковым образом, поскольку сама является непрерывным процессом, не различающим отдельные акты перераспределения энергии.

В этом смысле инвариантная работа может рассматриваться как фундаментальная характеристика взаимодействия волновой структуры со средой, а не как частное свойство конкретной частицы.

Такой подход позволяет связать геометрическое описание волновых конфигураций с общими законами сохранения, не вводя дополнительных независимых параметров.

7.6.6 Численная оценка эффективного заряда

После введения инвариантной работы и её направленного проявления можно перейти к оценке характерного масштаба электрического заряда.

Если использовать полученное ранее выражение для инвариантной работы одной полуволны:

$$W = 2c^{-5}$$

и связать её с характерным объёмом взаимодействия порядка

$$V \sim \frac{\pi}{6} c^{-3},$$

то для полной геометрической плотности работы получаем оценку:

$$\rho_w \sim \frac{W}{V} \sim \frac{12}{\pi c^2}$$

Как обсуждалось выше, во внешнем взаимодействии проявляется не полная симметричная величина, а её направленная компонента. В простейшем приближении это даёт эффективную геометрическую величину:

$$q_{\text{геом}} \sim \frac{6}{\pi c^2}$$

Подставляя числовое значение скорости света в системе СИ, получаем:

$$q_{\text{геом}} \approx 2.125 \times 10^{-17}$$

Если далее учесть, что наблюдаемое электромагнитное взаимодействие реализуется через среду с эффективностью, характеризуемой коэффициентом α , то наблюдаемое значение заряда можно оценить как:

$$e_{\text{расч}} \sim q_{\text{геом}} \cdot \alpha$$

При использовании экспериментального значения

$$\alpha \approx \frac{1}{137.0361}$$

получаем:

$$e_{\text{расч}} \approx 1.551 \times 10^{-19}$$

Экспериментально измеренное значение элементарного заряда составляет:

$$e_{\text{эксп}} \approx 1.602 \times 10^{-19} \text{ Кл}$$

Таким образом, полученная оценка оказывается близкой к наблюдаемому значению.

Следует подчеркнуть, что данное совпадение не вводится как исходное допущение, а возникает как следствие выбранной геометрической интерпретации инвариантной работы и её проявления через свойства среды.

7.6.7 О возможной природе постоянной тонкой структуры

В предыдущих рассуждениях постоянная тонкой структуры α была интерпретирована как характеристика эффективности реализации электромагнитного взаимодействия в энергетической среде.

Однако остаётся открытым вопрос о её фундаментальной природе.

В рамках предлагаемой модели возможны по крайней мере два предельных сценария:

1. Локальная интерпретация

В этом случае α определяется свойствами энергетической среды, зависящими от её состояния, например, от плотности энергии или гравитационного фона.

Тогда можно ожидать, что при изменении условий среды (например, на разных масштабах или в различных гравитационных потенциалах) значение α может демонстрировать слабую вариативность.

2. Глобальная интерпретация

В этом случае α является характеристикой самого процесса организации энергии в пространстве и не зависит от локальных условий.

Такая ситуация аналогична ускорению свободного падения в однородном поле, когда наблюдаемая величина определяется глобальной конфигурацией среды и не зависит от конкретных объектов.

Второй сценарий приводит к тому, что любые попытки обнаружить вариативность α в локальных экспериментах могут не дать результата, поскольку возможные изменения будут либо отсутствовать, либо компенсироваться другими эффектами.

7.6.8 Возможности экспериментальной проверки

Несмотря на указанную неопределённость, поиск возможной вариативности α представляет интерес, так как позволяет отличить локальную и глобальную интерпретации.

В частности, могут быть рассмотрены эксперименты, направленные на выявление зависимости электромагнитного взаимодействия от внешних условий:

- изменение гравитационного потенциала;
- изменение плотности среды;
- сравнение различных масштабных уровней.

При этом необходимо учитывать, что большинство физических систем формируются за счёт тех же взаимодействий, которые подвергаются проверке. Это может приводить к частичной или полной компенсации эффектов, что существенно усложняет их экспериментальное обнаружение.

Таким образом, отсутствие наблюдаемой вариативности не является прямым опровержением модели, а лишь указывает на возможный глобальный характер параметра α .

7.7 Природа массы в волновой модели и её количественная оценка

В рамках предлагаемой модели масса не рассматривается как изначально заданное свойство материи. Она возникает как характеристика устойчивых волновых структур — стоячих конфигураций энергии в энергонасыщенной среде (Постулаты 1 и 2).

При этом принципиально важно различать два уровня описания:

- **структурную массу**, связанную с амплитудой и геометрией стоячей волны;
- **наблюдаемую массу**, проявляющуюся во взаимодействиях и экспериментальных измерениях.

Структурная масса определяется распределением энергии внутри волновой конфигурации. Наблюдаемая масса, в свою очередь, зависит от того, каким образом эта структура проявляется во внешнем взаимодействии, включая особенности симметрии, распределения плотности энергии и внутренней динамики.

Несмотря на то, что частица в данной модели представляет собой протяжённую волновую структуру, в экспериментах её масса проявляется как величина, сосредоточенная в некоторой эффективной точке — центре масс. В рамках модели это может интерпретироваться как результат проекции распределённой структуры на уровень взаимодействия, а не как указание на реальную точечность объекта.

Таким образом, масса в предлагаемом подходе является не фундаментальной величиной, а производной характеристикой, возникающей из геометрии, амплитуды и внутренней динамики волновой структуры.

7.7.1 Масса как характеристика волновой конфигурации и инвариантность работы

Как было показано ранее, базовая амплитуда продольной волны M_0 характеризует уровень локального уплотнения энергии в структуре частицы.

В рамках данной модели амплитуда не является самостоятельной величиной, а связана с характерным пространственным масштабом волновой структуры λ_0 . Эта связь определяется инвариантностью работы, совершаемой энергетической средой при формировании каждой полуволны:

$$W = \frac{M_0 \lambda_0}{\pi}$$

где W — инвариантная величина, не зависящая от числа узлов и конкретной конфигурации стоячей волны.

Данное соотношение отражает фундаментальную взаимосвязь между локализацией энергии (амплитудой) и её пространственным распределением (длиной волны). Иными словами, увеличение степени локализации энергии (рост амплитуды) сопровождается уменьшением характерного размера структуры, и наоборот.

Таким образом, масса в рамках модели не может рассматриваться как независимый параметр. Она определяется через амплитуду волновой конфигурации, которая, в свою очередь, связана с её геометрией и масштабом.

Это имеет важное следствие: при изменении условий существования частицы — например, при её движении или взаимодействии — её волновая структура может изменяться. Однако при этом сохраняется инвариантная работа W , что приводит к перераспределению между амплитудой и пространственным масштабом.

Такое перераспределение может интерпретироваться как изменение наблюдаемой массы при сохранении фундаментальной энергетической характеристики структуры. В частности, это даёт возможность качественно объяснить релятивистские эффекты как следствие изменения конфигурации волновой структуры, а не как изменение «внутреннего» свойства частицы.

Таким образом, масса в данной модели выступает как проявление конкретного состояния волновой конфигурации, определяемого балансом между амплитудой и пространственным масштабом при сохранении инвариантной работы.

7.7.2 Масса электрона (n=2)

Электрон, соответствующий конфигурации с $n=2$, представляет собой одну из наиболее простых и симметричных устойчивых волновых структур в рамках модели.

Его внутренняя конфигурация характеризуется наличием центральной области уплотнения энергии, которая определяет основную амплитуду стоячей волны M_0 . Периферийные элементы структуры либо отсутствуют, либо не вносят существенного вклада в наблюдаемую массу.

В силу высокой степени симметрии и локализации энергии, вклад волновой структуры электрона в наблюдаемую массу проявляется практически полностью. В данном случае нет необходимости вводить дополнительные поправочные коэффициенты, связанные с перераспределением энергии или геометрией структуры.

Таким образом, наблюдаемая масса электрона может быть непосредственно отождествлена с базовой амплитудой его волновой конфигурации:

$$m_e = M_0 \quad (n = 2)$$

Следует сделать важное уточнение относительно используемых единиц.

В рамках данной работы основные соотношения выводятся в безразмерной форме, где физические величины выражаются через числовые значения фундаментальных параметров (в частности, скорости света c). Такой подход отражает постулат о параметрическом характере физических величин и позволяет сосредоточиться на их внутренней взаимосвязи.

При переходе к численным оценкам используется система единиц СИ, в которой скорость света имеет размерность м/с. В этом случае выражения для амплитуды автоматически приобретают размерность массы, и итоговые значения могут быть сопоставлены с экспериментальными данными в килограммах.

Таким образом, получаемые численные значения массы следует рассматривать как результат перехода от безразмерного описания модели к конкретной системе единиц, используемой в экспериментальной физике.

Подставляя значение $n=2$ в выражение для базовой амплитуды, получаем:

$$M_0 \approx 9.144 \times 10^{-31} \text{ кг}$$

Экспериментально измеренная масса электрона составляет:

$$m_e^{\text{эксп}} \approx 9.109 \times 10^{-31} \text{ кг}$$

Таким образом, расчётное значение оказывается близким к экспериментальному, что можно рассматривать как важное подтверждение того, что в случае электрона масса действительно определяется базовой амплитудой стоячей волны без необходимости введения дополнительных структурных поправок.

7.7.3 Масса протона (n=4)

Протон, соответствующий конфигурации с $n=4$, представляет собой более сложную волновую структуру по сравнению с электроном. Его конфигурация включает не только центральную область уплотнения энергии, но и дополнительные периферийные области, формирующие пространственно распределённую структуру.

Центральная область, как и в случае электрона, задаёт базовую амплитуду M_0 и вносит основной вклад в структурную массу частицы.

В отличие от электрона, протон обладает дополнительными областями повышенной плотности энергии, расположенными симметрично относительно центра. Эти области представляют собой распределённые элементы структуры, вклад которых в наблюдаемую массу определяется не только их амплитудой, но и характером их пространственного расположения и симметрии.

Поскольку периферийные области распределены относительно центра, их вклад во внешнее взаимодействие проявляется эффективно, а не полностью. С учётом симметрии структуры и распределения энергии, суммарный вклад этих областей может быть оценён как доля от их полной амплитуды.

В результате наблюдаемая масса протона может быть представлена в виде:

$$m_p \approx \frac{2}{3} M_0$$

где M_0 — базовая амплитуда для соответствующей волновой конфигурации.

Подставляя численное значение, получаем:

$$M_0(n = 4) \approx 1.078 \times 10^{-27} \text{ кг}$$

$$m_p^{\text{расч}} \approx 1.617 \times 10^{-27} \text{ кг}$$

Экспериментально измеренная масса протона составляет:

$$m_p^{\text{эксп}} \approx 1.673 \times 10^{-27} \text{ кг}$$

Таким образом, расчётное значение оказывается близким к экспериментальному, что указывает на корректность учёта как центральной, так и распределённой структуры протона в рамках предложенной модели.

Следует обратить внимание на интересное соответствие, возникающее при сопоставлении полученного коэффициента с результатами анализа внутренней структуры протона.

В предыдущих разделах (7.3.7) было показано, что при рассмотрении поперечного сечения протона как системы концентрических областей с различной плотностью энергии, относительные вероятности взаимодействия зонда с этими областями естественным образом приводят к долям, близким к $2/3$ и $1/3$, что интерпретируется как эффективные вклады кварков.

В данном разделе масса протона выражается через коэффициент $3/2$, который отражает суммарный вклад центральной и периферийной структуры.

Эти результаты могут рассматриваться как два различных проявления одной и той же геометрической организации волновой структуры:

- при анализе взаимодействий (глубоко неупругое рассеяние) проявляется распределение по площади поперечного сечения;
- при определении массы проявляется интегральный вклад всей структуры с учётом её симметрии и пространственного распределения.

С этой точки зрения коэффициенты $3/2$ и $2/3$ не являются независимыми, а отражают разные способы «проекции» одной и той же внутренней структуры на наблюдаемые физические величины.

7.7.4 Масса нейтрона ($n=3$) и роль внутреннего вращения

Нейтрон, соответствующий конфигурации с $n=3$, принципиально отличается от электрона и протона тем, что обладает внутренним вращением энергии. Это связано с нечётным числом узлов и приводит к асимметрии волновой структуры.

В отличие от протона, где структура в целом симметрична, нейтрон характеризуется более сложным распределением плотности энергии, в котором центральная и периферийные области не дают одинакового вклада во внешнее проявление.

Если рассматривать только геометрию стоячей волны, без учёта вращательной динамики, структурный вклад массы можно оценить величиной порядка:

$$m_{\text{структ}} \sim \frac{3}{2} M_0 \quad (n = 3)$$

где M_0 — базовая амплитуда для данной конфигурации.

Однако экспериментально измеренная масса нейтрона значительно превышает эту величину. В рамках предлагаемой модели это указывает на наличие дополнительного вклада, связанного с внутренним вращением энергии.

Внутреннее вращение не приводит к увеличению локальной амплитуды, но создаёт дополнительную динамическую составляющую энергии, которая проявляется в измерениях массы. Иными словами, часть энергии нейтрона «скрыта» не в статической конфигурации, а в его внутреннем движении.

Для учёта этого эффекта можно ввести коэффициент, характеризующий переход от структурной массы к наблюдаемой:

$$m_n \sim m_{\text{структ}} \cdot k$$

где k отражает вклад внутренней динамики.

На текущем этапе модель не позволяет строго вывести значение коэффициента k . Его точное определение требует дальнейшего развития теории, в частности более детального описания механизмов внутреннего вращения энергии и его вклада в наблюдаемую массу.

Тем не менее, в рамках предлагаемой модели коэффициент k можно интерпретировать как параметр перехода от структурного режима к динамическому режиму проявления волновой конфигурации.

В структурном режиме масса определяется в основном геометрией стоячей волны и распределением её полуволн. Однако при наличии внутреннего вращения система перестаёт быть чисто статической: часть энергии начинает проявляться как внутреннее возбуждение структуры.

С этой точки зрения нейтрон следует рассматривать не просто как асимметричную стоячую волну, а как стоячую волну, находящуюся в дополнительном режиме динамического возбуждения. Тогда коэффициент k отражает, насколько сильно это внутреннее возбуждение изменяет наблюдаемое проявление массы по сравнению с чисто геометрической конфигурацией.

Поскольку ранее в модели (7.1.3) уже был введён характерный масштабный множитель

$$k = \left(\frac{c}{2\pi}\right)^{1/5} \approx 34.3343$$

естественно предположить, что этот же параметр может характеризовать переход между двумя соседними режимами существования волновой структуры: от статически организованной конфигурации к конфигурации с внутренней динамикой.

В этом приближении наблюдаемая масса нейтрона может быть записана как

$$m_n \sim m_{\text{структ}} \cdot k$$

где k играет роль коэффициента возбуждения, а не просто внешнего поправочного множителя.

Численно получаем:

$$M_0(n = 3) \approx 3.142 \times 10^{-29} \text{ кг}$$

$$m_{\text{структ}} \approx \frac{3}{2} M_0 \approx 4.713 \times 10^{-29} \text{ кг}$$

$$m_n^{\text{расч}} \approx 1.618 \times 10^{-27} \text{ кг}$$

Экспериментально измеренная масса нейтрона:

$$m_n^{\text{эксп}} \approx 1.675 \times 10^{-27} \text{ кг}$$

Таким образом, наблюдаемая масса может быть интерпретирована как сумма структурного вклада и дополнительной энергии внутреннего вращения.

Коэффициент k можно интерпретировать как параметр перехода между двумя режимами существования волновой структуры: статическим (геометрическим) и динамически возбуждённым. В этом смысле он отражает не внешнюю поправку, а изменение способа проявления массы при возникновении внутреннего вращения энергии.

Следует подчеркнуть, что точная природа коэффициента k требует дальнейшего анализа. Можно ожидать, что данный коэффициент отражает способ перераспределения инвариантной работы между структурной и динамической составляющими волновой конфигурации.

7.7.5 Особенности массы нейтрино ($n=1$)

Нейтрино, соответствующее конфигурации с $n=1$, представляет собой предельный случай среди рассматриваемых частиц. Его волновая структура характеризуется наибольшей протяжённостью и минимальной амплитудой.

В рамках модели это означает, что энергия нейтрино распределена на существенно большем пространственном масштабе по сравнению с другими частицами. В отличие от электрона, протона и нейтрона, где значительная часть энергии локализована в относительно компактной области, у нейтрино эта энергия «размазана» по пространству.

Если рассматривать только базовую амплитуду, то минимальная оценка массы определяется величиной:

$$M_0 \sim 2\pi c^{-4}$$

что даёт значение порядка:

$$m_{\text{мод}} \sim 10^{-32} \text{ кг}$$

Однако экспериментальные оценки массы нейтрино существенно ниже и лежат в диапазоне:

$$m_{\nu}^{\text{эксп}} \lesssim 10^{-36} - 10^{-37} \text{ кг}$$

В рамках предлагаемой модели это расхождение может быть объяснено различием масштабов.

Измерение массы нейтрино осуществляется в процессах, где участвуют более локализованные структуры — например, нуклоны. Эти структуры задают характерный масштаб взаимодействия. В результате протяжённая волновая конфигурация нейтрино «проецируется» на существенно меньший масштаб, соответствующий размерам других частиц.

Такое несоответствие масштабов приводит к тому, что наблюдаемая масса оказывается уменьшенной по сравнению с модельной оценкой. Иными словами, энергия,

распределённая на большом пространственном интервале, при измерении воспринимается как более малая локальная величина.

Оценочно это можно выразить как:

$$m_{\text{набл}} \sim \frac{m_{\text{мод}}}{\lambda_v/\lambda_p}$$

где λ_v — характерный масштаб нейтрино, а λ_p — масштаб нуклонной структуры.

Подстановка соответствующих значений даёт величину, согласующуюся с экспериментальными ограничениями.

$$\lambda_n \approx 9,71 \times 10^{-11}$$

$$\lambda_p \approx 2,4 \times 10^{-15}$$

$$m_{\text{набл}} \approx \frac{m_{\text{мод}}}{\frac{\lambda_n}{\lambda_p}} = \frac{2,664 \times 10^{-32}}{4,048 \times 10^4} \approx 6,581 \times 10^{-37}$$

Таким образом, малая наблюдаемая масса нейтрино может быть интерпретирована не как отсутствие энергии, а как следствие её распределённости на большом масштабе.

Это согласуется с общей идеей модели, согласно которой масса определяется не только амплитудой, но и степенью локализации энергии в пространстве.

7.7.6 Антиматерия и особенности гравитационного проявления

В рамках предлагаемой модели антиматерия может рассматриваться как волновая структура, обладающая конфигурацией, противоположной по знаку распределения плотности энергии относительно обычной материи.

Если для частиц материи характерно наличие центральной области повышенной плотности энергии, формирующей притягивающее гравитационное проявление, то для антиматерии можно предположить обратную конфигурацию, в которой центральная область соответствует пониженной плотности.

С такой точки зрения гравитационное поведение может зависеть не только от полной энергии системы, но и от характера её распределения в пространстве.

Это допускает возможность того, что антиматерия может проявлять отличия в гравитационном взаимодействии, связанные с особенностями внутренней волновой структуры.

Следует подчеркнуть, что на сегодняшний день экспериментальные данные не дают однозначного подтверждения отличий в гравитационном поведении материи и антиматерии. Существующие эксперименты указывают на схожесть их поведения в гравитационном поле, однако точность этих измерений остаётся ограниченной.

В рамках данной модели это может означать, что:

- либо различия действительно отсутствуют и гравитация определяется только полной энергией системы;
- либо возможные отличия находятся на уровне, не превышающем текущую чувствительность экспериментов;
- либо проявляются только в определённых режимах, связанных с внутренней динамикой структуры.

С этой точки зрения вопрос о гравитационном поведении антиматерии остаётся открытым.

При этом предложенная интерпретация позволяет по-новому взглянуть на проблему барионной асимметрии Вселенной.

Если материя и антиматерия обладают различиями в способе взаимодействия с энергетической средой, то это может приводить не к нарушению закона сохранения энергии, а к различным сценариям их пространственного распределения и эволюции.

В частности, возможна ситуация, при которой антиматерия не исчезает, а проявляется в иных режимах или масштабах, отличных от наблюдаемой барионной материи.

Таким образом, наблюдаемая асимметрия может быть связана не с нарушением фундаментальных законов, а с особенностями проявления волновых структур на разных уровнях описания.

Роль среды и глобального распределения энергии

В рамках предлагаемой модели рождение частицы и античастицы рассматривается как симметричный процесс формирования двух волновых структур с противоположной конфигурацией распределения энергии.

Такая пара в целом не создаёт направленного возмущения энергетической среды: их вклад взаимно компенсируется на уровне глобального распределения энергии. В этом смысле система «частица–античастица» может рассматриваться как локально сбалансированная конфигурация.

При этом важно подчеркнуть, что взаимодействие между частицей и античастицей при их сближении сохраняется и может приводить к аннигиляции. Однако на уровне их влияния на среду в больших масштабах их совместное присутствие не задаёт выделенного направления изменения.

В отличие от этого, материя обладает способностью к коллективному упорядочению — образованию устойчивых структур (атомов, звёзд, галактик). Такое упорядочение приводит к локальному изменению распределения энергии среды.

В рамках модели это можно интерпретировать следующим образом: не материя напрямую «влияет» на антиматерию, а изменение, вносимое материей в энергетическую среду, влияет на все волновые структуры, включая антиматерию.

Иными словами, взаимодействие реализуется не напрямую, а через изменение свойств среды.

С этой точки зрения поведение антиматерии определяется не столько локальными объектами, сколько глобальным состоянием энергетической среды. Это делает её поведение чувствительным к интегральным характеристикам системы, а не только к отдельным источникам.

Такая картина по своей логике близка к интерпретации гравитации как проявления глобального распределения энергии, где наблюдаемые эффекты определяются не отдельными телами, а всей конфигурацией среды.

В результате направление и характер движения антиматерии в общем случае могут зависеть от совокупного состояния среды и не сводиться к простому взаимодействию с отдельным макрообъектом.

Фрактальная интерпретация материи и антиматерии

В рамках фрактального представления энергетической среды можно предложить дополнительную интерпретацию роли материи и антиматерии.

Если структура пространства обладает иерархией масштабных уровней, то устойчивые волновые конфигурации могут рассматриваться как элементы, обеспечивающие перераспределение энергии между этими уровнями.

С этой точки зрения материя может интерпретироваться как конфигурация, направленная на локализацию энергии и её переход к более мелким масштабам. По мере накопления энергии в волновой структуре система достигает порогового состояния, при котором возможен квантовый переход на следующий, более глубокий фрактальный уровень.

Антиматерия, в свою очередь, может рассматриваться как конфигурация противоположного типа, связанная с перераспределением энергии в обратном направлении — от более глубоких уровней к более крупным масштабам.

В такой интерпретации материя и антиматерия представляют собой два взаимодополняющих механизма обмена энергией между уровнями фрактальной структуры. Их парное рождение отражает необходимость сохранения баланса этого обмена.

Это позволяет рассматривать наблюдаемую барионную асимметрию не как нарушение фундаментальных законов, а как проявление неравномерности распределения потоков энергии между масштабными уровнями, при котором различные режимы могут доминировать в разных областях или на разных этапах эволюции системы.

Следует подчеркнуть, что данная интерпретация носит качественный характер и требует дальнейшего развития для получения количественных предсказаний.

7.7.7 Масса протяжённых систем и роль внутренней динамики

В случае протяжённых объектов, таких как галактики, измерение массы осуществляется косвенными методами — по динамике движения составляющих их объектов (звёзд, газа) и по гравитационному воздействию на окружающую среду.

Такие оценки опираются на наблюдение скоростей вращения и распределения вещества и, как правило, интерпретируются в рамках гравитационного взаимодействия, предполагая наличие некоторой эффективной массы системы.

Однако в рамках предлагаемой модели возникает важное уточнение.

Наблюдаемая масса протяжённой системы определяется не только локализованной массой её составляющих, но и полной энергетической конфигурацией, включающей:

- распределение плотности энергии;
- коллективную динамику системы;
- внутренние вращательные и вихревые процессы.

Это означает, что в наблюдаемую массу может входить вклад, связанный с внутренним движением энергии, аналогично тому, как это было показано для нейтрона.

В частности, вращение галактики и связанные с ним потоки энергии могут создавать дополнительный вклад в гравитационное проявление системы, который при стандартной интерпретации учитывается как «дополнительная масса».

С этой точки зрения различие между «видимой» массой вещества и «динамической» массой, определяемой по вращению, может быть связано не только с наличием неизвестной формы материи, но и с особенностями распределения и движения энергии внутри системы.

Таким образом, наблюдаемые эффекты, традиционно интерпретируемые как проявление тёмной материи, в рамках данной модели могут рассматриваться как следствие внутренней динамики волновой структуры системы на данном масштабном уровне.

Следует подчеркнуть, что данная интерпретация не исключает существование дополнительных форм материи, однако показывает, что часть наблюдаемых эффектов может быть объяснена без их введения.

7.7.8 Роль распределения плотности энергии в формировании массы

В рамках предлагаемой модели наблюдаемая масса определяется распределением плотности энергии в волновой структуре частицы или системы.

Ключевую роль играют области повышенной плотности энергии, в которых происходит локализация и концентрация энергии. Именно такие области формируют основной вклад в гравитационное проявление.

Области пониженной плотности энергии, напротив, не создают самостоятельного вклада в массу. Однако они оказывают влияние на геометрию всей структуры, изменяя пространственное распределение энергии.

Иными словами:

- области повышенной плотности формируют активный вклад в массу;
- области пониженной плотности влияют на распределение и конфигурацию, но не создают «отрицательной массы».

С этой точки зрения наблюдаемая масса определяется не только величиной амплитуды, но и тем, как энергия распределена в пространстве.

В частности, наличие областей пониженной плотности может приводить к «размазыванию» энергии и уменьшению её эффективной локализации, что влияет на наблюдаемое значение массы.

Такой подход согласуется с общей идеей модели, в которой масса является характеристикой волновой конфигурации, а не фундаментальной величиной.

Следует отметить, что в рамках общей теории относительности гравитационное поле определяется тензором энергии-импульса, который учитывает полную энергетическую конфигурацию системы. Предлагаемая интерпретация не противоречит этому подходу, а уточняет, что вклад различных областей может проявляться неодинаково в зависимости от их структуры и распределения.

связь с явлением тёмной энергии

Рассмотренный принцип распределения плотности энергии допускает более широкую интерпретацию, выходящую за рамки отдельных частиц или локальных систем.

Если локализация энергии (образование областей повышенной плотности) приводит к формированию массы и гравитационного притяжения, то обратный процесс — перераспределение энергии с уменьшением локальной плотности — может проявляться как тенденция к увеличению характерных расстояний в системе.

С этой точки зрения процессы концентрации энергии и её «размазывания» могут рассматриваться как взаимодополняющие механизмы, обеспечивающие динамическое равновесие энергетической среды.

В масштабах Вселенной это допускает интерпретацию наблюдаемого ускоренного расширения как проявления глобального перераспределения энергии, противоположного процессам гравитационной локализации.

При таком подходе тёмная энергия может рассматриваться не как отдельная сущность, а как эффективное проявление процессов уменьшения плотности энергии и соответствующего изменения геометрии пространства на больших масштабах.

Следует подчеркнуть, что данная интерпретация носит качественный характер и требует дальнейшего развития для получения количественных предсказаний и сопоставления с наблюдательными данными.

7.7.9 Заключение раздела

Рассмотрение массы в рамках волновой модели показывает, что она не является фундаментальной величиной, а возникает как результат организации энергии в пространстве.

В зависимости от структуры волновой конфигурации и характера её динамики, масса может проявляться по-разному:

- в простейших случаях (электрон) — как прямая характеристика амплитуды;
- при наличии пространственной структуры (протон) — как результат геометрического распределения энергии;
- при наличии внутренней динамики (нейтрон) — как сумма структурного и динамического вкладов;
- при больших масштабах (нейтрино) — как величина, зависящая от степени локализации энергии;
- в протяжённых системах (галактики) — как интегральный эффект, включающий коллективную динамику.

Таким образом, масса в данной модели определяется не только количеством энергии, но и способом её распределения и движения.

Ключевую роль играет инвариантность работы, связывающая амплитуду и пространственный масштаб волновой структуры. Это приводит к тому, что изменение условий существования системы сопровождается не изменением «внутренних» свойств, а перераспределением энергии внутри структуры.

Такой подход позволяет рассматривать различные физические явления — от элементарных частиц до космологических эффектов — в рамках единого принципа, основанного на динамике распределения энергии в пространстве.

В частности, процессы локализации энергии проявляются как масса и гравитация, тогда как процессы её перераспределения и уменьшения плотности могут приводить к эффектам, интерпретируемым как расширение пространства.

Таким образом, масса, гравитация и космологические эффекты могут рассматриваться как различные проявления единого механизма, связанного с организацией энергии в энергонасыщенной среде.

8 Фрактальность строения Вселенной

В предыдущих разделах была рассмотрена модель элементарных частиц как устойчивых стоячих волновых конфигураций в энергонасыщенной среде. Полученные соотношения связывают геометрические характеристики этих структур с их энергетическими параметрами и позволяют интерпретировать наблюдаемые физические величины как проявления внутренней волновой динамики.

Однако данное описание относится к фиксированному масштабному уровню и не затрагивает вопрос о взаимосвязи различных уровней организации материи. В рамках предлагаемого подхода этот вопрос является принципиальным, поскольку сама модель основывается на предположении о фрактальной природе физических процессов.

В данной главе рассматривается расширение модели на случай масштабных переходов, при которых изменяются не только наблюдаемые параметры систем, но и характер их эффективного описания.

Методологическое основание

Рассматриваемый подход опирается на результаты, изложенные в работе «[Рождение измерений и восприятие фрактальности](https://zenodo.org/records/19688973)» <https://zenodo.org/records/19688973>, где предложена интерпретация физических величин как производных характеристик единого волнового процесса.

В рамках этой интерпретации:

- пространство, время, масса и энергия не являются независимыми фундаментальными сущностями;
- они возникают как различные уровни описания процесса, связанного с повторяемостью и масштабированием волновых структур;
- связь между ними носит нелинейный характер и может описываться через степенные зависимости.

Следствием такого подхода является отказ от рассмотрения размерностей как первичных характеристик. В данной главе, как и в предыдущих разделах, используется безразмерное представление величин, при котором физический смысл соотношений определяется не их размерностью, а структурой взаимосвязей.

Это не означает отказа от стандартной системы единиц, а указывает на то, что она является производной по отношению к более фундаментальному уровню описания.

Масштаб как параметр описания

Ключевым положением является то, что физические параметры системы (характерный размер, масса, частота и другие величины) рассматриваются как параметры уровня описания, а не как абсолютные характеристики объекта.

При фиксированном уровне наблюдения эти параметры являются инвариантными и определяют наблюдаемую физическую картину. Однако при переходе к другому масштабному уровню происходит их преобразование, связанное с изменением характера волновой динамики.

Таким образом, вводится различие между:

- **внутриуровневым описанием**, в рамках которого сохраняются стандартные физические закономерности;
- и **межуровневым переходом**, при котором изменяются сами параметры, определяющие эти закономерности.

Ограничение передачи взаимодействий

В предыдущих разделах было показано, что существование устойчивых волновых структур требует конечного времени согласования их частей. Это приводит к ограничению на скорость распространения взаимодействий внутри структуры.

На данном уровне описания это ограничение соответствует скорости света c , которая интерпретируется как предельная скорость передачи возмущений в среде.

Важно подчеркнуть, что в рамках предлагаемой модели эта величина рассматривается не как универсальная абсолютная константа, а как характеристика конкретного режима согласования волновых процессов.

Иными словами, скорость света определяет границу устойчивого взаимодействия **в пределах данного масштабного уровня**.

Переход к межуровневому описанию

Если рассматривать систему в рамках одного уровня, ограничение скорости взаимодействий приводит к стандартным физическим следствиям, включая причинность и конечную скорость распространения сигналов.

Однако при переходе между уровнями описания ситуация принципиально меняется. Изменяются:

- характерные частоты процессов,
- условия резонансного согласования,
- и эффективные параметры среды.

Это приводит к тому, что предельные характеристики взаимодействия, включая скорость их распространения, также могут изменяться.

Следовательно, понятие «предельной скорости» теряет универсальный характер и должно рассматриваться как параметр, зависящий от уровня описания.

Данное положение является ключевым для дальнейшего анализа и будет подробно рассмотрено в последующих подразделах.

8.1 Масштабный переход как преобразование параметров системы

Введённое ранее различие между внутриуровневым описанием и межуровневыми переходами требует формализации, позволяющей описывать изменение параметров системы при смене масштаба.

В рамках рассматриваемой модели предполагается, что один и тот же физический процесс может иметь различные эффективные описания в зависимости от уровня наблюдения. При этом переход между уровнями не означает изменения самой физической сущности, а отражает изменение способа её представления.

Пусть состояние системы на уровне описания n задаётся набором эффективных параметров:

$$P_n = \{L_n, v_n, M_n, \dots\}$$

где:

- L_n — характерный пространственный масштаб,
- v_n — характерная частота процесса,
- M_n — эффективная масса,
- и другие параметры, определяющие наблюдаемую динамику.

Переход между уровнями описания $n \rightarrow n+1$ можно формально представить как преобразование:

$$P_{n+1} = F(P_n)$$

где оператор F отражает изменение масштаба описания.

Свойство самоподобия

Ключевым допущением является то, что оператор F обладает свойством самоподобия, то есть его функциональная форма сохраняется при переходе между уровнями.

Это означает, что структура соотношений между параметрами остаётся инвариантной, тогда как сами значения параметров изменяются.

В частности, можно ожидать, что переход между уровнями сопровождается масштабным преобразованием вида:

$$L_{n+1} \sim \frac{L_n}{k}, v_{n+1} \sim \frac{v_n}{k}$$

где k — характерный масштабный коэффициент.

Такое соотношение отражает естественную связь между пространственным и частотным масштабами: уменьшение характерного размера сопровождается увеличением частоты процесса.

Связь с ранее введённой моделью

Полученные в разделе 7 соотношения для стоячих волн уже демонстрируют подобную зависимость: увеличение числа узлов приводит к уменьшению характерного размера и росту энергетической характеристики.

Таким образом, модель элементарных частиц может рассматриваться как частный случай более общего принципа масштабного преобразования параметров.

8.2 Ограничение согласования и характерное время взаимодействия

Для любой волновой структуры принципиальным является условие согласованности её различных частей. Это условие определяется временем, необходимым для передачи взаимодействия внутри системы.

Если обозначить характерное время согласования как Δt_n , то для структуры размера L_n выполняется оценка:

$$L_n \sim c_n \Delta t_n$$

где c_n — эффективная скорость распространения взаимодействия на уровне n .

Данное соотношение отражает тот факт, что взаимодействие не может распространяться мгновенно, и существование устойчивой структуры требует конечного времени обмена информацией между её частями.

Двухкомпонентная структура процесса

Как было отмечено ранее, волновой процесс может рассматриваться как состоящий из двух взаимосвязанных компонент:

- пространственной (связанной с протяжённостью структуры),
- и энергетической (связанной с плотностью энергии и частотой).

В рамках упрощённого представления это приводит к ограничению вида:

$$c_n^2 = u_n^2 + v_n^2$$

где u_n^2 и v_n^2 характеризуют вклад различных аспектов волнового процесса.

Данное соотношение следует понимать не как разложение скорости движения, а как геометрическое выражение баланса между компонентами, определяющими структуру волны.

Физический смысл ограничения

Величина c_n в этом контексте задаёт максимальную скорость, с которой может происходить согласование структуры на данном уровне.

Если размер системы превышает значение, соответствующее этому ограничению, различные её части перестают эффективно взаимодействовать, что приводит к потере устойчивости структуры или к переходу в иной режим.

Таким образом, ограничение на скорость распространения взаимодействий является не внешним постулатом, а следствием внутренней согласованности волнового процесса.

8.3 Интерпретация предельной скорости и её масштабная зависимость

В предыдущем разделе было введено соотношение:

$$L_n \sim c_n \Delta t_n$$

где величина c_n характеризует предельную скорость распространения взаимодействия на уровне n .

В традиционном подходе скорость света рассматривается как универсальная константа, одинаковая для всех процессов. Однако в рамках предлагаемой модели такая интерпретация требует уточнения.

Предельная скорость как характеристика режима согласования

В рассматриваемом подходе величина c_n определяется не как абстрактная геометрическая характеристика пространства, а как параметр, задающий условия согласования волновых процессов в среде.

Это означает, что:

- c_n характеризует максимальную скорость передачи взаимодействия внутри устойчивых структур данного уровня;
- она определяется свойствами среды и частотными характеристиками процессов;
- и, следовательно, является параметром эффективного описания, а не абсолютной универсальной величиной.

Таким образом, скорость света c , наблюдаемая в эксперименте, соответствует значению c_n для уровня, связанного с барионной материей и электромагнитными взаимодействиями.

Масштабная зависимость предельной скорости

Если рассматривать переход между уровнями $n \rightarrow n+1$, то, как было показано ранее, изменяются:

- характерные размеры L_n ,
- частоты ν_n ,
- и структура взаимодействия.

Поскольку величина c_n определяется через связь этих параметров, она также может изменяться при масштабном переходе.

В простейшем виде это можно выразить как:

$$c_{n+1} = \alpha c_n$$

где α — коэффициент, определяемый изменением характеристик среды и структуры волнового процесса.

Важно подчеркнуть, что данный коэффициент не вводится произвольно, а отражает изменение условий согласования при переходе к другому уровню описания.

Инвариантность внутри уровня

Несмотря на возможную масштабную зависимость, внутри фиксированного уровня n величина c_n остаётся инвариантной.

Это означает, что:

- все локальные физические процессы подчиняются одному и тому же предельному ограничению;
- сохраняются стандартные эффекты, связанные с конечной скоростью распространения взаимодействий;
- и выполняются известные соотношения, включая релятивистские.

Таким образом, предлагаемая интерпретация не противоречит наблюдаемым физическим законам на данном уровне, а уточняет область их применимости.

8.4 Межуровневые переходы и изменение условий взаимодействия

Рассмотрим теперь более подробно, что происходит при переходе между уровнями описания.

Как было показано ранее, масштабный переход сопровождается изменением параметров системы:

$$L_n \rightarrow L_{n+1}, \nu_n \rightarrow \nu_{n+1}, c_n \rightarrow c_{n+1}$$

Однако данный переход не является простым масштабированием в рамках одной и той же геометрии. Он отражает изменение режима взаимодействия волновых структур.

Изменение частотного режима

В рамках модели переход к следующему уровню связан с изменением характерной частоты процесса:

$$\nu_{n+1} \sim k\nu_n$$

Это означает, что динамика системы ускоряется или замедляется в зависимости от направления перехода.

Поскольку условия согласования определяются отношением частоты и времени взаимодействия, изменение частоты приводит к изменению всей структуры динамики.

Изменение эффективной среды

Переход между уровнями можно интерпретировать как изменение эффективных свойств среды, в которой происходит распространение взаимодействий.

Это включает:

- изменение плотности энергии,
- изменение геометрии распределения волновых процессов,
- и изменение условий резонансного согласования.

В результате величина c_n , определяющая предельную скорость взаимодействия, также изменяется.

Отсутствие универсального сравнения скоростей

Из приведённых соображений следует важное следствие: сравнение скоростей, относящихся к различным уровням описания, не является корректным в рамках одной и той же шкалы.

Иными словами, величины c_n и c_{n+1} :

- не обязаны совпадать,
- и не обязаны подчиняться единому универсальному ограничению.

Это связано с тем, что они относятся к различным режимам взаимодействия, каждый из которых определяется собственными параметрами.

8.5 Подготовка к анализу предельных режимов

Полученные результаты позволяют сделать следующий вывод.

Предельная скорость распространения взаимодействий:

- является фундаментальной характеристикой внутри фиксированного уровня;
- но не обладает универсальным характером при рассмотрении всей иерархии уровней.

Это означает, что возможны ситуации, в которых процессы, относящиеся к различным уровням, при их сопоставлении могут демонстрировать эффективные скорости, превышающие значение c , наблюдаемое на данном уровне.

При этом такие эффекты не требуют нарушения внутренней согласованности физики на каждом уровне, а являются следствием различия режимов описания.

Данный вопрос требует более детального рассмотрения, которое будет приведено в следующем подразделе.

8.6 Возможность режимов, формально превышающих скорость света

В предыдущих разделах было показано, что предельная скорость распространения взаимодействий c_n является характеристикой конкретного масштабного уровня и определяется условиями согласования волновых процессов в среде.

Из этого следует, что величина c_n , наблюдаемая в рамках данного уровня, не обязана сохранять своё значение при переходе к другим уровням описания.

Ограничение внутри уровня и его интерпретация

В пределах фиксированного уровня предельная скорость c_n :

- определяет максимальную скорость передачи взаимодействий;
- задаёт границу причинно-связанного описания;
- обеспечивает согласованность волновых структур.

Нарушение этого ограничения внутри одного уровня приводит к разрушению устойчивых конфигураций и, следовательно, не реализуется в наблюдаемых физических процессах.

Таким образом, в рамках одного уровня величина c_n действительно выступает как фундаментальный предел.

Сопоставление различных уровней

Иная ситуация возникает при рассмотрении процессов, относящихся к различным масштабным уровням.

Пусть имеются два уровня описания n и $n+1$, для которых выполняется:

$$c_{n+1} \neq c_n$$

Тогда величина скорости, выраженная в единицах уровня n , для процесса, происходящего на уровне $n+1$, может быть записана как:

$$v_{\text{eff}} = \frac{c_{n+1}}{c_n} c_n = c_{n+1}$$

Если $c_{n+1} > c_n$, то с точки зрения наблюдателя уровня n такая скорость будет восприниматься как превышающая предельное значение c_n .

При этом важно подчеркнуть, что:

- на уровне $n+1$ данное значение не является сверхпредельным;
- оно соответствует собственному ограничению c_{n+1} ;
- и не приводит к нарушению внутренней согласованности процессов.

Физический смысл наблюдаемого превышения

Таким образом, формальное превышение скорости света возникает не как результат ускорения объекта внутри данного уровня, а как следствие сопоставления процессов, принадлежащих различным уровням описания.

Это различие принципиально.

В первом случае (ускорение внутри уровня) превышение c_n невозможно, поскольку нарушает условия согласования.

Во втором случае (межуровневое сопоставление) речь идёт о сравнении величин, относящихся к различным режимам взаимодействия, что не требует выполнения одного и того же ограничения.

Связь с информационным описанием

С точки зрения передачи информации это означает следующее.

Внутри одного уровня:

- информация передаётся не быстрее c_n ;
- сохраняется причинная структура;
- выполняются стандартные физические ограничения.

Однако при рассмотрении процессов, связанных с различными уровнями:

- наблюдаемая «скорость» может выходить за пределы c_n ;
- при этом передача информации внутри каждого уровня остаётся ограниченной;
- и причинность не нарушается, поскольку она определяется структурой взаимодействия на соответствующем уровне.

Интерпретация в рамках модели

В рамках предлагаемой модели это означает, что:

- скорость света не является универсальным пределом для всех возможных процессов;
- она задаёт границу только для фиксированного масштабного уровня;
- а наблюдаемые отклонения от этого ограничения могут указывать на участие иных уровней динамики.

Таким образом, допускается существование режимов, которые при их интерпретации в рамках одного уровня описания выглядят как сверхсветовые, но в действительности соответствуют нормальной динамике другого уровня.

8.7 Интерпретация межуровневых эффектов в терминах наблюдения и резонанса

В предыдущем разделе было показано, что формальное превышение скорости света может возникать при сопоставлении процессов, относящихся к различным масштабным уровням.

Для корректной интерпретации таких эффектов необходимо уточнить, каким образом осуществляется наблюдение и взаимодействие между уровнями.

Ограниченность наблюдения

Как отмечалось ранее, наблюдаемая физическая картина определяется не только внутренней динамикой системы, но и характером взаимодействия, через который осуществляется наблюдение.

В рамках фиксированного уровня:

- доступна лишь часть полной информации о системе;
- наблюдаются только те параметры, которые могут быть переданы через доступные взаимодействия;
- внутренняя структура более глубоких уровней может быть недоступна прямому измерению.

Это приводит к тому, что процессы, принадлежащие различным уровням, могут иметь различное представление в наблюдаемой картине.

Резонанс как механизм связи между уровнями

Поскольку в модели взаимодействия интерпретируются как результат резонансного согласования, связь между уровнями также должна носить резонансный характер.

Это означает, что:

- взаимодействие возможно только при согласовании частотных характеристик;
- прямой обмен между произвольными уровнями затруднён или невозможен;
- наблюдаемые эффекты возникают в условиях частичного согласования.

В этом смысле межуровневое взаимодействие не является универсальным, а определяется условиями резонанса.

Эффективное проявление межуровневых процессов

Если процесс, происходящий на уровне $n+1$, взаимодействует с системой уровня n , то наблюдаемая картина может включать:

- искажение временных характеристик,
- изменение воспринимаемой скорости процессов,

- появление корреляций, не укладывающихся в локальное описание.

Такие эффекты могут интерпретироваться как:

- «ускоренные» процессы,
- а в предельном случае — как формально сверхсветовые.

При этом важно подчеркнуть, что данные проявления не являются прямым переносом динамики между уровнями, а представляют собой её проекцию на ограниченное пространство наблюдения.

Проекция и потеря информации

В соответствии с подходом, изложенным в работе о рождении измерений, наблюдение можно рассматривать как проекцию более сложного процесса на ограниченное число координат.

При такой проекции:

- часть информации теряется,
- различные состояния могут становиться неразличимыми,
- и возникают эффективные упрощённые закономерности.

В частности, процесс, имеющий более высокую «скорость» согласования на другом уровне, при проекции может выглядеть как мгновенный или сверхсветовой.

Однако это является следствием редукции описания, а не нарушением фундаментальных ограничений.

Связь с понятием причинности

Причинность в рамках модели определяется структурой взаимодействий внутри уровня.

Поскольку внутри каждого уровня сохраняется ограничение на скорость передачи информации, причинная структура не нарушается.

Наблюдаемые «аномальные» эффекты возникают при сопоставлении различных уровней и не приводят к противоречиям, если учитывать различие режимов описания.

8.8 Фрактальное масштабирование энергии и основных физических параметров

В рамках данной модели картина наблюдаемого Мира возникает благодаря явлению резонанса. Данное явление тесно связано с понятием энергии и скоростью её передачи, пространства. Последний показатель будет меняться в зависимости от значения рассматриваемой базовой частоты, находящейся в резонансе общей системы. При этом понятие энергии в такой системе будет оставаться инвариантным языком общения между уровнями.

Она будет характеризовать возможность производить изменения в системе. Своего рода запас выполнения определённой работы.

Всё это в совокупности обеспечивает выполнение закона сохранения энергии. При этом скорость взаимодействия, скорость передачи энергии, будет меняться в зависимости от изменения значения частоты, находящейся в резонансе. Сама по себе частота как величина, в простейшем случае, способна изменяться линейно. С учётом того, что в данной модели среда в физическом понимании отсутствует, а её единственным показателем является условие резонанса, обеспечивающее передачу энергии без потерь, можно предположить необходимость изменения скорости передачи энергии по тому же принципу, что и изменение частоты, в простейшем случае линейное. Т.е. изменение частоты в n раз должно приводить к изменению скорости обмена энергией так же в n раз. При этом не нужно забывать о понятии фазы. Фазы колебаний будут задавать режимы обмена энергией. Именно фаза будут диктовать порционность перехода энергии между измерениями. Возвращаясь к построению математической модели, именно фазой продиктовано количество наблюдаемых стабильных частиц барионной материи и антиматерии наблюдаемого нами Мира.

Все дальнейшие выкладки будут относиться к объектам барионной материи (стабильным элементарным частицам), потому что именно она является застывшей формой проявления резонанса наблюдаемого Мира, а также определяет конкретный фрактальный уровень, связанный с базовой частотой. В последствии всё это можно будет перенести и на понятие макрообъектов, но с оговорками.

Так же стоит сделать ещё одну оговорку, которая присутствует в работе “Рождение измерений и восприятие фрактальности”. Восприятие фрактальности нужно рассматривать с двух позиций:

- при фиксированной базовой частоте восприятие подобия возможно только в виде одного шага для выделенного измерения: от большего к меньшему, либо от меньшего к большему. Так для понимания структур возможно два элементарных представителя: элементарная частица и предположительно галактика, но с оговорками;
- рассмотрение процесса отстранённо от конкретной базовой частоты. В таком случае можно наблюдать возникновение подобных картин Мира при смене базовой частоты, но со своим восприятием в качестве измерений определённых частот.

Т.е. при локальной привязке фрактальность в общем понимании этого смысла искажена и способна проявить себя только в виде одного шага. При этом процесс возникновения элементарных структур будет выглядеть не одинаково. Но конечные образованные

структуры будут обладать подобными свойствами – понятием размера и областью информационной недоступности.

Отрыв от конкретики способен показать повторяемость воспринимаемой картины привязки к определённому значению базовой частоты. Именно этот подход способен проводить параллели восприятия между уровнями, при изменении базовой частоты. Но он не отражает реальный перевод физических величин, воспринимаемых базовым уровнем, с которого начинается построение общей фрактальности. Т.е. он служит для построения аналогии, но не отвечает за восприятие реальности.

Не будем изобретать ничего нового. Используем общеизвестные и доказанные факты. Возьмём за основу уравнение:

$$E = mc^2$$

Используем это выражение как инвариантную форму записи энергии. Энергия должна выступать инвариантом для всех уровней. При этом остальные физические величины, исходя из заложенных принципов данной модели, будут меняться.

Формулу можно переписать в виде:

$$E = (mk^2) \left(\frac{c}{k}\right)^2 = MC^2$$

где

- M – базовая масса элементарной частицы на ином уровне;
- C – базовая скорость света, сформировавшая элементарную частицу на ином уровне.

Коэффициент k при этом так же может представлять и свою обратную величину – $1/k$.

Такая запись математически ничего не нарушает. При этом позволяет ввести процесс изменения двух физических величин: массы и скорости обмена. Именно это и рассматривается в виде основы в данной модели.

Энергия элементарных объектов системы может быть выражена на любом уровне n через массу M_n объекта и характерную скорость взаимодействия C_n выбранного уровня.

В главе 7.1.2 было показано, что существуют естественные пределы для размеров ($1/c^2 \leq L \leq 1/c$) и масс ($2\pi/c^4 \leq M \leq 2\pi/c^3$) устойчивых стоячих волн на наблюдаемом уровне. При выходе за эти пределы скорость взаимодействия c уже не способна поддерживать волновые процессы с теми же параметрами, что приводит к необходимости скачкообразного перехода на иной фрактальный уровень, скачкообразное изменение физических величин.

Величина $2\pi/c^4$, характеризует минимально возможное изменение массы стоячей волны, и играет ключевую роль в этом переходе. Она задает основу для квантования и масштабирования при описании выбранного уровня.

Так же было показано, что значение $2\pi/c^4$ очень близко значению постоянной Планка. Более того их роль как коэффициента процесса квантования, наводит так же на мысль, что это одна и та же сущность. На данный момент модель не способна дать точного объяснение почему существует численное расхождение между ними. На то может существовать множество причин, которые здесь рассматриваться не будут. В общем случае модельное значение и значение на практике могут отличаться в связи с тем, что модель всегда является идеализированной застывшей картиной, что не способно точно описать процесс изменения реальности. В целях не плодить новые константы, здесь будет введено понятие - теоретическая постоянная Планка $h_{\text{теор}}$ и связанная с ней теоретическая приведённая постоянная Планка $\hbar_{\text{теор}}$.

Существование понимания минимальной массы говорит нам о том, что масса способна формироваться путем минимальных порций в виде линейного закона. В таком случае коэффициент k должен быть связан с постоянной $h_{\text{теор}}$.

При этом нужно учесть важный момент:

Принцип разделения геометрии и физики: Теоретическая постоянная Планка в нашей модели $h_{\text{теор}}=2\pi/c^4$. В этом выражении можно выделить две части:

- **2π** – это безразмерный множитель, отражающий **универсальную круговую/сферическую геометрию** волновых процессов.
- **$1/c^4$** – это величина, зависящая только от c , фундаментальной константы, определяющей физику **нашего мира**.

Выбор кванта масштабирования: Логично предположить, что квант, определяющий переходы между уровнями *нашего* фрактального ряда, должен быть связан с физикой нашего мира c , а не с универсальной геометрией 2π . Поэтому в качестве кванта масштабирования правильнее использовать **приведенную постоянную Планка**, очищенную от геометрического множителя 2π . Обозначим ее теоретический аналог $\hbar_{\text{квант}}$:

$$\hbar_{\text{квант}} = \frac{h_{\text{теор}}}{2\pi} = \frac{1}{c^4}$$

Теперь, используя $\hbar_{\text{квант}}$ как основу, мы можем записать законы масштабирования:

Относительная масса на близь расположенном уровне (M):

$$M = m \cdot (\hbar_{\text{квант}})^2 = m \cdot (1/c^4)^2$$

Относительная скорость взаимодействия на близь расположенном уровне (C):

$$C = \frac{c}{\hbar_{\text{квант}}} = c \cdot (c^4)$$

Так же верны и два других представления:

Относительная масса на близь расположенном уровне (M):

$$M = \frac{m}{\hbar_{\text{квант}}^2} = m \cdot (c^4)^2$$

Относительная скорость взаимодействия на близь расположенном уровне (C):

$$C = c \cdot \hbar_{\text{квант}} = c \cdot (1/c^4)$$

В общем случае можно объединить эти две формулы и записать общее выражение для получения относительного изменения физических величин на один шаг в сторону уменьшения и один шаг в сторону увеличения:

$$M_n = m \cdot (\hbar_{\text{квант}})^{2n}$$

$$C_n = \frac{c}{\hbar_{\text{квант}}^n}$$

где n может принимать значения -1, 0 и 1. При этом 1 отвечает за уменьшение проявления массы и увеличение скорости взаимодействия. А -1 – увеличение проявления массы и уменьшения скорости взаимодействия.

8.9 Закон масштабирования для размера

В главе 7.1.2 мы получили максимальный предел размера стоячих волн при существующей скорости взаимодействия с:

$$L_{\text{max}} = c\Delta t = c \frac{1}{c^2} = \frac{1}{c}$$

Соответственно:

- На базовом уровне (n=0): $L_0=1/c$
- На уровне n: $L_n=1/C_n$

С другой стороны: $C_n=c/(\hbar_{\text{квант}})^n$, тогда:

$$\frac{L_n}{L_0} = \frac{c}{C_n} = \frac{c}{c} \hbar_{\text{квант}}^n = \hbar_{\text{квант}}^n$$

откуда находим:

$$L_n = L_0 \hbar_{\text{квант}}^n$$

В таком случае для размера получаем формулу:

$$R_n = R_0 \cdot \hbar_{\text{квант}}^n$$

Во всех формулах n может принимать значения -1, 0 и 1.

8.10 Закон масштабирования для частоты и природа межмасштабного резонанса

Установив законы масштабирования для размера R_n и скорости обмена энергией C_n , можно вывести, как масштабируется частота ν_n на разных уровнях, чтобы волновое уравнение $\lambda_n \nu_n = C_n$ (где $R_n \propto \lambda_n$) выполнялось на всех уровнях.

Из $\nu_n \propto C_n/R_n$ и установленных законов:

- $C_n \propto (\hbar_{\text{квант}})^{-n}$
- $R_n \propto (\hbar_{\text{квант}})^n$

Получаем:

$$\nu_n \propto \frac{\hbar_{\text{квант}}^{-n}}{\hbar_{\text{квант}}^n} = \hbar_{\text{квант}}^{-2n}$$

Таким образом, мы приходим к фундаментальному **закону масштабирования для частоты**:

$$\nu_n \propto \nu_0 \cdot \hbar_{\text{квант}}^{-2n}$$

Это означает, что **частота не инвариантна**, а изменяется с уровнем фрактальности еще более значительно, чем другие параметры. При переходе к макроуровню ($n=-1$), частота катастрофически **уменьшается**. Но это уже изначально и было заложено в основы данной модели. Основой рождения измерений выступает частота и её изменение подчиняется квадратичному закону.

При этом фундаментальный **принцип резонанса не нарушается, а уточняется**. Резонанс между фрактальными уровнями возможен не потому, что их частоты одинаковы, а потому, что они **гармонически связаны (согласованы)** через. Эта математическая связь и является тем механизмом, который обеспечивает самоподобие и взаимодействие между микромиром и макромиром.

8.11 Фрактальная структура и обобщение масштабной модели взаимодействий

Рассмотренные в предыдущих разделах соотношения позволяют сформулировать обобщённое представление о структуре физических процессов в рамках предлагаемой модели.

Иерархия масштабных уровней

В основе модели лежит предположение о существовании иерархии масштабных уровней, каждый из которых соответствует определённому режиму волновой динамики.

На каждом уровне:

- формируются устойчивые структуры (интерпретируемые как частицы или макроскопические объекты);
- реализуются собственные условия резонансного согласования;
- и действует характерное ограничение на скорость передачи взаимодействий.

Таким образом, наблюдаемая физическая картина представляет собой не единую универсальную систему с фиксированными параметрами, а совокупность взаимосвязанных уровней описания.

Роль предельной скорости

В рамках данного подхода предельная скорость распространения взаимодействий:

- является фундаментальной характеристикой внутри конкретного уровня;
- определяется условиями согласования волновых процессов;
- и сохраняет свою инвариантность при описании локальных явлений.

Однако при рассмотрении всей иерархии уровней:

- данная величина перестаёт быть универсальной константой;
- и должна рассматриваться как параметр, зависящий от масштабного уровня.

Это означает, что скорость света c , наблюдаемая в эксперименте, является частным случаем более общего принципа, применимого к конкретному уровню организации материи.

Межуровневые эффекты

Переход между уровнями сопровождается изменением:

- характерных частот процессов,
- параметров среды,
- и условий взаимодействия.

В результате:

- величина предельной скорости изменяется;
- наблюдаемая динамика приобретает масштабную зависимость;
- и возможны эффекты, которые при интерпретации в рамках одного уровня выглядят как отклонения от стандартных ограничений.

К таким эффектам относится, в частности, формальное превышение скорости света, возникающее при сопоставлении процессов, принадлежащих различным уровням.

Связь с волновой природой материи

Полученные результаты согласуются с исходным предположением о волновой природе материи.

Если рассматривать физические объекты как устойчивые конфигурации волновых процессов, то:

- их свойства определяются условиями резонанса;
- их взаимодействие — механизмом согласования;
- а наблюдаемые параметры — характеристиками соответствующего уровня описания.

Фрактальная структура в этом случае возникает как естественное следствие масштабируемости волновой динамики.

Итоговое обобщение

В рамках предложенной модели:

- физическая реальность описывается как иерархия взаимосвязанных волновых уровней;
- каждый уровень обладает собственными параметрами, включая предельную скорость взаимодействия;
- наблюдаемая инвариантность физических законов относится к фиксированному уровню описания;
- межуровневые переходы приводят к изменению параметров и возможному появлению эффектов, не укладывающихся в локальную картину;
- при этом внутренняя согласованность физических процессов на каждом уровне сохраняется.

Таким образом, предлагаемая модель позволяет интерпретировать ограничения, наблюдаемые в физике, не как абсолютные, а как масштабно-зависимые, сохраняя при этом их фундаментальную роль в пределах соответствующего уровня.

9. Согласование теоретических расчётов с наблюдаемыми величинами

В предыдущих разделах была предложена модель, в рамках которой физические объекты рассматриваются как устойчивые волновые конфигурации, а их свойства — как параметры соответствующего уровня описания.

Ключевым элементом данной модели является предположение о фрактальной иерархии масштабов и о том, что наблюдаемые физические величины возникают как проявления единого волнового процесса, описываемого через частотные и масштабные характеристики.

В отличие от исходного этапа разработки модели, где данные положения рассматривались как гипотеза, в настоящей работе они используются как методологическая основа, опирающаяся на результаты, изложенные в работе «Рождение измерений и восприятие фрактальности».

9.1. Принцип сопоставления

Сопоставление теоретических результатов с наблюдаемыми величинами в рамках данной модели имеет ряд особенностей.

Во-первых, физические величины рассматриваются как параметры уровня описания, а не как абсолютные характеристики. Это означает, что их значения могут зависеть от выбранного масштаба и условий наблюдения.

Во-вторых, используемое безразмерное представление приводит к тому, что сопоставление с экспериментальными данными осуществляется не через прямое совпадение размерных величин, а через:

- порядок величин,
- соотношения между параметрами,
- и структурные зависимости.

Таким образом, целью сопоставления является не получение точных численных значений, а проверка согласованности модели с наблюдаемыми закономерностями.

9.2. Массы элементарных частиц

В разделе 7 было показано, что массы элементарных частиц могут быть связаны с амплитудными характеристиками стоячих волновых конфигураций.

Полученные оценки:

- воспроизводят правильный порядок величин,
- демонстрируют степенную зависимость параметров,

- и позволяют интерпретировать различия масс через геометрию волновой структуры.

Отдельные расхождения с экспериментальными значениями могут быть связаны с:

- упрощённостью модели,
- наличием внутренней динамики,
- и ограничениями используемого приближения.

Таким образом, модель даёт не точный расчёт масс, а их физическую интерпретацию.

9.3. Скорость света и ограничение взаимодействий

В рамках модели скорость света интерпретируется как предельная скорость согласования волновых процессов на данном уровне.

Это согласуется с экспериментальными наблюдениями, в которых:

- скорость света является максимальной скоростью передачи взаимодействий,
- и выступает фундаментальной характеристикой наблюдаемого уровня.

При этом модель допускает, что данное ограничение является масштабно-зависимым, что не противоречит наблюдаемым данным, поскольку все измерения проводятся в рамках одного уровня описания.

9.4. Постоянная Планка и квантование

Полученные в разделе 7 оценки приводят к выражениям вида:

$$\frac{2\pi}{c^4}$$

которые оказываются близкими по порядку величины к постоянной Планка.

В рамках модели это интерпретируется следующим образом:

- постоянная Планка не является независимой фундаментальной величиной;
- она отражает структуру волнового процесса и условия квантования;
- её значение определяется через параметры среды и геометрию волновых конфигураций.

Возможные расхождения между теоретическим и экспериментальным значением могут быть связаны с особенностями реальных физических систем и процессами измерения.

9.5. Масштабные соответствия

Одним из наиболее значимых следствий модели является возможность сопоставления объектов различных масштабов.

В частности:

- параметры элементарных частиц,
- при соответствующем масштабировании,
- могут быть сопоставлены с параметрами астрофизических объектов.

Данный результат не следует интерпретировать как прямое тождество объектов, а как указание на наличие структурного подобия, возникающего в рамках фрактальной организации.

Подобные соответствия требуют дальнейшей проверки и могут рассматриваться как направление для последующих исследований.

9.6. Частота как фундаментальная характеристика

Одним из ключевых результатов развития модели является вывод о том, что частота может рассматриваться как более фундаментальная характеристика, чем традиционные физические величины.

В этом контексте:

- масса, энергия и пространственный масштаб выступают как производные параметры;
- частота определяет динамику и условия резонанса;
- а наблюдаемая физическая картина возникает как результат интерпретации этих процессов в рамках выбранного уровня описания.

Данное положение непосредственно связано с подходом, изложенным в работе о рождении измерений, и является его развитием в контексте физической модели.

9.7 Концепция частотных уровней и возможной множественности режимов

В рамках предлагаемой модели пространство не рассматривается как среда, аналогичная эфиру, определяющая скорость распространения взаимодействий. Предельная скорость на каждом уровне задаётся условиями резонансного согласования волновых процессов.

Таким образом, фундаментальной характеристикой выступает частота.

С этой точки зрения можно выделить два аспекта множественности уровней.

Фрактальная иерархия

Наблюдаемый мир, характеризуемый базовой скоростью c и частотой ν_0 , представляет собой фрактальную структуру, содержащую последовательность уровней:

$$\nu_n = \nu_0 \cdot (\hbar_{\text{квант}})^{-2n}, n \in \mathbb{Z}$$

Каждый уровень обладает собственной частотой и связан с другими через масштабные преобразования.

Возможность независимых режимов

Модель допускает существование иных систем, основанных на других фундаментальных параметрах:

$$(c', \nu_0'), (c'', \nu_0''), \dots$$

В данной модели предполагается, что обмен энергией между такими системами не наблюдается, поскольку единственным механизмом взаимодействия является резонанс. При отсутствии согласования частот взаимодействие не возникает.

Тем самым вводится отказ от понятия среды в классическом смысле: взаимодействие определяется не наличием «заполняющей среды», а условиями резонансного согласования.

9.8 Резонанс как механизм ограничения наблюдаемости

Взаимодействие в рамках модели определяется условиями резонансного согласования, что приводит к фундаментальному ограничению наблюдаемости.

Наблюдаемыми являются только те процессы, которые находятся в резонансе с данным уровнем и скорость которых не превышает предельной скорости взаимодействия этого уровня.

Если процесс протекает на более высоких скоростях, то при наличии резонансной связи наблюдатель может зафиксировать факт изменения, однако не способен однозначно определить его причину. В этом случае часть информации о процессе оказывается недоступной, что приводит к невозможности полного описания и точного расчёта.

В этом смысле явление неопределённости, рассматриваемое в квантовой механике, может интерпретироваться как следствие ограниченности резонансного взаимодействия и наблюдения.

Это означает, что:

- наблюдение ограничено частотным диапазоном соответствующего уровня;
- объекты и процессы проявляются только при наличии резонансной связи;
- воспринимаемая физическая картина является результатом отбора доступных взаимодействий.

Следствием этого является то, что:

- наблюдаемая реальность представляет собой частный срез более общей структуры;
- возможны процессы, не фиксируемые в рамках текущего уровня;
- предельная скорость c относится только к данному резонансному режиму.

9.9 Горизонты познания

Предлагаемая модель указывает на ограниченность наблюдаемой картины мира.

Она позволяет предположить, что:

- реальность может быть существенно более сложной, чем её наблюдаемое проявление;
- доступный уровень познания определяется параметрами текущего масштабного уровня;
- расширение понимания связано с выходом за пределы существующего описания.

При этом модель не является окончательной и подлежит дальнейшему развитию.

9.10 Ограничения и область применимости

Следует подчеркнуть, что предложенная модель:

- носит теоретический характер;
- использует упрощённые представления о волновых структурах;
- и не претендует на точное количественное описание всех физических процессов.

Её основная цель — предложить единый интерпретационный подход, позволяющий связать:

- микроскопические и макроскопические уровни,
- волновую природу материи,
- и наблюдаемые физические закономерности.

9.11 Сравнение с экспериментальными данными

Для проверки гипотезы были произведены расчёты ключевых параметров элементарных частиц (нейтрино, электрон, нейтрон, протон) на основе волновой модели. Результаты сопоставлены с экспериментально измеренными значениями:

п	имя	λ_0 (м)	M_0 (кг)	m_0 (кг)	d_0 (м)	λ_0 эксп (м)	m_0 эксп (кг)	d_0 эксп (м)
1	нейтрино	$9,715 \times 10^{-11}$	$2,663 \times 10^{-32}$	$6,581 \times 10^{-37}$	$9,715 \times 10^{-11}$	10^{-6}	$< 2.2 \times 10^{-37}$	10^{-10}
2	электрон	$2,83 \times 10^{-12}$	$9,149 \times 10^{-31}$	$9,149 \times 10^{-31}$	$4,244 \times 10^{-12}$	$2,43 \times 10^{-12}$	$9,109 \times 10^{-31}$	10^{-18}
3	нейтрон	$8,241 \times 10^{-14}$	$3,142 \times 10^{-29}$	$1,617 \times 10^{-27}$	$1,648 \times 10^{-13}$	10^{-15}	$1,675 \times 10^{-27}$	10^{-15}
4	протон	$2,4 \times 10^{-15}$	$1,078 \times 10^{-27}$	$1,617 \times 10^{-27}$	$6,001 \times 10^{-15}$	$1,32 \times 10^{-15}$	$1,673 \times 10^{-27}$	10^{-15}

Примечания:

- λ_0 — характерная длина волны из модели;
- M_0 — амплитуда волны;
- m_0 — результирующая масса, зависит от амплитуды волны и количества полуволн, связанных с центральной точкой волновой структуры;
- d_0 — расчётный диаметр (или радиус) волновой структуры;
- "эксп" — экспериментальные значения.

Элементарный заряд, полученный в модели:

$$q_0 = 1.5506912... \times 10^{-19} \text{ Кл},$$

что сопоставимо с экспериментальным значением

$$e = 1.602176634 \times 10^{-19} \text{ Кл} \text{ — погрешность менее } 3.2\%.$$

Полученные значения массы, длины волны и радиуса хорошо согласуются с экспериментальными, особенно для электрона и протона. Это подтверждает, что стоячие волны в среде могут быть основой для формирования устойчивых частиц и их свойств.

Полученное значение элементарного заряда также близко к экспериментальному, что свидетельствует о возможности описания электромагнитного взаимодействия через внутреннюю структуру волнового объекта.

10. Логические следствия модели

Исходя из предложенной модели, в которой физическая реальность рассматривается как система взаимосвязанных волновых процессов, организованных по принципу резонанса и фрактальной масштабируемости, можно сформулировать ряд логических следствий.

Данные следствия отражают не отдельные предположения, а естественные выводы из принятой интерпретации, связывающей структуру материи, взаимодействия и наблюдаемую физическую картину.

10.1 Следствия, касающиеся природы материи

Волновая структура материи

Материя рассматривается как совокупность устойчивых волновых конфигураций. Пространственные характеристики объектов (размеры, границы, расстояния) формируются непосредственно из параметров этих конфигураций и не являются внешне заданными. Геометрия выступает как проявление внутренней структуры волнового процесса.

Природа массы

Масса интерпретируется как характеристика устойчивого волнового состояния. Она связана с параметрами конфигурации — амплитудой, частотой и структурной сложностью. Таким образом, масса не является изначально заданным свойством, а возникает как следствие формирования устойчивого резонансного режима.

Происхождение электрического заряда

Электрический заряд рассматривается как характеристика определённого типа волновых конфигураций, связанная с их геометрией и условиями формирования. Его квантованность и устойчивость объясняются тем, что соответствующие состояния реализуются только при определённых резонансных условиях, общих для данного уровня описания.

10.2 Следствия, касающиеся взаимодействий

Резонанс как универсальный механизм взаимодействия

Все фундаментальные взаимодействия интерпретируются как различные проявления единого процесса резонансного обмена между волновыми структурами. Различия между типами взаимодействий определяются параметрами конфигураций и условиями их согласования.

Природа гравитации

Гравитация рассматривается как следствие изменения распределения энергии в системе волновых процессов. Она возникает как реакция на формирование устойчивых

конфигураций и проявляется как стремление к перераспределению плотности энергии и согласованию состояний.

10.3 Следствия, касающиеся организации реальности

Фрактальная структура уровней

Физическая реальность обладает иерархической организацией, в которой различные масштабные уровни связаны через закономерности волновой динамики. Параметры (масса, размер, частота, предельная скорость взаимодействий) изменяются при переходе между уровнями, однако их взаимосвязи сохраняются.

Инвариантность энергетического соотношения

Несмотря на масштабные преобразования параметров, энергетическое соотношение сохраняет свою форму. Это отражает согласованность модели и указывает на то, что энергия является универсальной характеристикой состояния, не зависящей от конкретного уровня описания.

Частота как фундаментальный параметр

Частота выступает базовой характеристикой, определяющей структуру и динамику системы. Масса, пространственный масштаб и другие величины являются производными от частотных соотношений и условий резонанса.

Ограниченность наблюдаемой картины

Наблюдаемая физическая реальность определяется условиями резонансного взаимодействия. Это означает, что воспринимаемая картина является частным срезом более общей динамики, а процессы, не находящиеся в резонансной связи с данным уровнем, могут не проявляться в наблюдении.

10.4 Следствия, касающиеся динамики процессов

Поглощение и излучение энергии

Процессы излучения и поглощения интерпретируются как переходы между различными резонансными состояниями. Они не связаны с созданием или исчезновением материи, а отражают перестройку волновой конфигурации в рамках общей динамики.

Изменение структуры при взаимодействии

Любое взаимодействие приводит к изменению конфигурации волновых структур. Это может проявляться как изменение частоты, амплитуды или пространственной организации, что на макроуровне воспринимается как изменение физических свойств системы.

Связь динамики и наблюдения

Поскольку наблюдение определяется резонансными условиями, не все процессы могут быть полностью зафиксированы или описаны. Это приводит к ограниченности точного предсказания и может проявляться в виде неопределённости при описании динамических процессов.

10.5 Зависимость интерпретации физических параметров от уровня восприятия

В рамках предложенной модели физическая реальность описывается как система взаимосвязанных частотных уровней, формируемых по определённому закону масштабирования. При этом сами частотные соотношения могут быть заданы относительно различных базовых значений.

Это означает, что одна и та же система частотных уровней может быть интерпретирована различными способами в зависимости от выбранной исходной частоты, относительно которой осуществляется построение иерархии.

В результате:

- одинаковые частотные значения могут соответствовать различным физическим параметрам (например, пространству, массе или взаимодействию) в зависимости от уровня описания;
- различные системы описания могут частично пересекаться по значениям частот, оставаясь при этом независимыми в рамках наблюдения;
- наблюдаемая физическая картина определяется не только структурой системы, но и способом её интерпретации.

Это приводит к следующему следствию: законы, описывающие взаимосвязь параметров, остаются инвариантными, тогда как их физическая интерпретация зависит от уровня восприятия.

В этом смысле возможны различные «режимы описания» одной и той же структуры, которые:

- подчиняются одинаковым закономерностям,
- но не совпадают по наблюдаемой физической картине.

В данном контексте уровень восприятия может быть связан с системой наблюдения, определяющей способ интерпретации частотных соотношений. В частности, в случае наблюдателя, обладающего сознанием, именно структура восприятия задаёт базовый уровень, относительно которого формируется физическая картина.

Это означает, что одна и та же частотная структура может соответствовать различным интерпретациям в зависимости от параметров системы восприятия. При этом сами закономерности взаимодействия остаются неизменными, тогда как их физический смысл определяется условиями наблюдения.

В рамках предложенной модели физическая реальность описывается через систему взаимосвязанных частотных соотношений, при этом абсолютная базовая частота не задаётся. Это означает, что описание структуры зависит от выбора исходного уровня, относительно которого осуществляется интерпретация.

В этом контексте роль такого уровня может быть связана с системой восприятия, определяющей способ интерпретации частотных соотношений. В частности, для наблюдателя, обладающего сознанием, структура восприятия задаёт базовый уровень, относительно которого формируется наблюдаемая физическая картина.

Таким образом, сознание в данной модели не рассматривается как производное материи, а выступает как фактор, определяющий способ её восприятия и интерпретации. При этом сама структура взаимодействий и их закономерности остаются независимыми от конкретного наблюдателя.

В этом смысле наблюдаемая физическая реальность может рассматриваться как результат согласования объективной структуры системы и условий её восприятия.

Заключение

В настоящей работе была предпринята попытка построения единой концептуальной и математической основы для описания физической реальности в рамках «Модели волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной».

В основе предложенного подхода лежит ограниченный набор постулатов, в которых энергия рассматривается как первооснова, пространство — как активная среда волновых процессов, а резонанс — как универсальный механизм взаимодействия. Это позволило сформировать модель, стремящуюся дать физически наглядное и внутренне согласованное объяснение фундаментальных свойств материи и наблюдаемых законов природы.

Ключевым результатом работы стало построение математического аппарата (глава 7), позволившего, исходя из геометрии стоячих волн и предельной скорости взаимодействий, получить оценки основных параметров стабильных элементарных частиц. Были рассчитаны характерные значения масс, длин волн и размеров для нейтрино, электрона, протона и нейтрона, а также дана интерпретация элементарного заряда.

Анализ показал, что для простых волновых структур, таких как электрон, теоретические оценки демонстрируют хорошее согласие с экспериментальными данными. Для более сложных систем — нуклонов — выявлены систематические расхождения. В рамках работы предложено их объяснение: используемые экспериментальные эталоны и фундаментальные константы калиброваны по сложным составным системам, что приводит к «структурному искажению» при сопоставлении с идеализированными волновыми моделями. В этом смысле расхождения могут рассматриваться не как недостаток модели, а как её предсказательное следствие.

Существенным результатом является применение принципа фрактального масштабирования (глава 8). Показано, что использование теоретических волновых параметров элементарных частиц и введённого кванта масштабирования приводит к оценкам макроскопических структур, согласующихся по порядку величины с наблюдаемыми характеристиками галактических систем. Это указывает на возможность единого описания микроскопических и космологических уровней в рамках предложенной модели.

Вопрос согласования масс при масштабировании остаётся открытым. Наблюдаемые расхождения могут быть связаны с косвенным характером определения масс как на микроскопическом, так и на астрофизическом уровне, а также с тем, что существующие модели не в полной мере учитывают сложную внутреннюю динамику структур.

Дополнительным фактором является эволюция экспериментальных представлений: известные параметры микромира и космологических объектов могут существенно пересматриваться по мере развития методов измерения. Это требует осторожности при

интерпретации расхождений и не позволяет однозначно рассматривать их как опровержение модели.

В рамках предложенного подхода сложная структура вращения макрообъектов может приводить к эффектам, отличающимся от предсказаний упрощённых моделей, что потенциально связано с интерпретацией явлений, относимых к тёмной материи.

Таким образом, предложенная модель представляет собой внутренне согласованную систему, которая:

- позволяет получить оценки параметров элементарных частиц из единых принципов;
- предлагает интерпретацию расхождений с экспериментом через особенности измерительных эталонов и структуры объектов;
- демонстрирует масштабную согласованность при переходе от микро- к макро-уровню;
- даёт качественное объяснение широкого круга явлений в рамках единого подхода.

Работа не претендует на завершённость и требует дальнейшего развития. Её основная цель заключается в формировании единого интерпретационного подхода, связывающего различные уровни организации материи через принципы волновой динамики, резонанса и фрактальности.

Предложенная модель не направлена на опровержение существующих физических теорий, а может рассматриваться как попытка их объединения и более глубокого физического осмысления. Она предлагает рассматривать фундаментальные свойства материи и законы природы как следствие универсальной динамики энергии, проявляющейся в различных масштабах.

Важным следствием предложенного подхода является различие между объективной структурой системы и её наблюдаемой картиной. Показано, что при отсутствии фиксированной базовой частоты интерпретация физических параметров неизбежно зависит от выбранного уровня описания. В этом контексте наблюдаемая физическая реальность может рассматриваться как результат согласования структуры системы и условий её восприятия. Это указывает на принципиальную роль системы наблюдения в формировании физической картины, не изменяя при этом инвариантность самих закономерностей взаимодействия.

Связанные работы и публикации автора

Предлагаемая модель является частью серии взаимосвязанных работ, в которых последовательно формируется концептуальная основа рассматриваемого подхода.

1. *Размышления: Вера, неверие. ДУХ и материя*
<https://zenodo.org/records/19260065>
— философско-этическая работа, в которой формулируются исходные идеи и общий мировоззренческий контекст.
2. *Энергия как фундаментальная реальность. От точек к процессам*
<https://zenodo.org/records/17170686>
— формирование онтологической основы, в рамках которой физическая реальность рассматривается как совокупность процессов, а не статических объектов.
3. *Гипотеза волнового равновесия: Вселенная как сбалансированное состояние нуля*
<https://zenodo.org/records/19307384>
— рассмотрение возможного механизма возникновения физической реальности.
4. *Рождение измерений как следствие фрактального резонанса*
<https://zenodo.org/records/19688973>
— описание механизма формирования структуры измерений и масштабных уровней.
5. *Сознание как волновая структура: возможная связь между частотами мозга и частотами восприятия*
<https://zenodo.org/records/19332683>
— рассмотрение возможной роли сознания в рамках предложенной модели.
6. *Единство волны: материя, энергия и сознание как аспекты частоты*
<https://zenodo.org/records/17432603>
— синтез ключевых идей и попытка объединения различных аспектов модели.
7. *Простая картина гравитации через поля и градиенты*
<https://zenodo.org/records/19484244>
— интерпретация гравитационных эффектов в рамках волнового подхода.

Представленная работа опирается на результаты, изложенные в указанных публикациях, и развивает их в рамках единой интерпретационной схемы.

Приложения

Приложение 1. Продольные волны энергии в механизме распространения электромагнитных волн

Введение

В классической электродинамике электромагнитные волны рассматриваются как поперечные и не требующие материальной среды для распространения. При этом их распространение происходит с конечной скоростью, что предполагает конечную скорость изменения энергетического состояния пространства.

В рамках предлагаемой модели пространство рассматривается как энергетически структурированная система, в которой распространение волны сопровождается изменением плотности энергии. Это позволяет рассмотреть не только поперечную компоненту волнового процесса, но и возможное перераспределение энергии вдоль направления распространения.

Такой подход не противоречит классическому описанию, а дополняет его, вводя рассмотрение продольной компоненты, связанной с градиентом плотности энергии.

П1.1 Градиент энергии и его следствия

При распространении электромагнитной волны происходит перераспределение энергии в пространстве. Вблизи источника плотность энергии со временем возвращается к исходному значению, тогда как на удалении она остаётся изменённой.

Это приводит к возникновению пространственного градиента плотности энергии между различными областями. Наличие такого градиента означает существование процесса его выравнивания, который может быть интерпретирован как продольная компонента перераспределения энергии.

Таким образом, поперечное распространение электромагнитной волны сопровождается изменением энергетического состояния среды вдоль направления её движения. Данная компонента может иметь малую величину по сравнению с поперечной, что затрудняет её прямое экспериментальное наблюдение.

П1.2 Связь с волновой природой частиц

В рамках волновой интерпретации материи устойчивые структуры рассматриваются как стоячие волны. При этом возникает вопрос о механизме их формирования и стабилизации.

Если распространение волновых процессов сопровождается продольным перераспределением энергии, то такая компонента может играть роль в формировании устойчивых конфигураций. В этом случае стоячая волна может рассматриваться не только как абстрактное решение уравнений, но и как результат согласования поперечных и продольных процессов в энергетической структуре пространства.

Данный подход позволяет рассматривать элементарные частицы как устойчивые волновые образования, возникающие в результате комплексного взаимодействия различных компонент волнового процесса.

П1.3 Заключение

Рассмотрение распространения электромагнитных волн с учётом изменения плотности энергии позволяет ввести дополнительную компоненту, связанную с продольным перераспределением энергии.

Это расширяет интерпретацию волновых процессов, не противореча их классическому описанию, и открывает возможность более целостного рассмотрения механизмов распространения взаимодействий и формирования устойчивых структур.

Такой подход может быть полезен для дальнейшего анализа природы волновых процессов и их роли в формировании физических объектов различных масштабов.

Приложение 2. Переосмысление опыта Майкельсона-Морли

Введение

Эксперимент Майкельсона–Морли (1887) традиционно рассматривается как один из ключевых аргументов против существования эфира — гипотетической среды, в которой распространяется свет. Отрицательный результат эксперимента стал одним из оснований для формирования специальной теории относительности, в рамках которой скорость света считается инвариантной и не зависящей от движения источника или наблюдателя.

Вместе с тем, данный результат может быть рассмотрен не только как отрицание существования среды, но и как указание на особенности её структуры и наблюдаемости. В рамках предлагаемой модели, в которой материя и взаимодействия интерпретируются как волновые процессы в энергетической структуре пространства, возникает возможность альтернативной интерпретации данного эксперимента.

П2.1 Постановка эксперимента и его результат

Цель эксперимента Майкельсона–Морли заключалась в обнаружении так называемого «эфирного ветра» — предполагаемого движения среды относительно Земли.

Основная идея эксперимента состояла в следующем:

- если Земля движется через среду, то скорость света вдоль направления движения и поперёк него должна различаться;
- это различие должно приводить к смещению интерференционной картины.

Для проверки этого эффекта был использован интерферометр, позволяющий сравнивать время прохождения световых лучей в различных направлениях.

В результате эксперимента были обнаружены лишь незначительные отклонения, существенно меньшие ожидаемых, которые не позволили зафиксировать эффект, связанный с движением Земли относительно гипотетической среды.

П2.2 Интерпретация в рамках волновой модели

В рамках предлагаемого подхода материя, излучение и измерительные приборы рассматриваются как формы волновых процессов в единой энергетической структуре.

Если все физические объекты, включая наблюдателя и средства измерения, являются волновыми конфигурациями, то они подчиняются одним и тем же законам распространения и взаимодействия.

В этом случае возникает важное следствие: внутри такой системы невозможно выделить внешнюю среду или зафиксировать её абсолютное движение, поскольку отсутствует независимая система отсчёта.

Даже при наличии некоторой глобальной динамики структуры, наблюдатель, являясь её частью, не может обнаружить её движение, так как все используемые им эталоны (длина, время, скорость) формируются в рамках той же самой системы.

П2.3 Связь с волновой природой материи

Современное понимание физики включает представление о волновых свойствах материи. В рамках предлагаемой модели это представление расширяется: элементарные частицы рассматриваются как устойчивые волновые конфигурации, формируемые в результате резонансных процессов.

Если материя представляет собой совокупность таких конфигураций, то движение «среды» теряет физический смысл в классическом понимании. Среда не является внешней по отношению к наблюдателю — она совпадает с самой системой, в которой происходит наблюдение.

В этом контексте невозможность обнаружения «эфирного ветра» может быть связана не с отсутствием среды, а с тем, что наблюдение осуществляется изнутри единой волновой структуры.

П2.4 Заключение

В рамках предложенной модели результат эксперимента Майкельсона–Морли может быть интерпретирован как указание на невозможность обнаружения абсолютного движения среды изнутри системы, если сама материя и процессы наблюдения представляют собой формы волновой организации этой среды.

Такой подход:

- не противоречит экспериментальным данным;
- сохраняет инвариантность скорости света в рамках наблюдаемого уровня;
- и допускает существование единой структуры, в которой реализуются волновые процессы.

Таким образом, отрицательный результат эксперимента может рассматриваться не только как отказ от концепции эфира в классическом виде, но и как указание на ограниченность наблюдения при описании глобальных свойств системы.

Приложение 3. Стоячие волны энергии и структура элементарных частиц

П3.1 Стоячие волны плотности энергии как модель элементарных частиц

В рамках предложенной модели материя рассматривается как совокупность устойчивых волновых конфигураций, формируемых в энергетической структуре пространства.

Стоячая волна представляет собой устойчивое состояние, возникающее при согласовании волновых процессов. Такие состояния обладают фиксированными параметрами (частота, амплитуда, пространственный масштаб), что позволяет рассматривать их как устойчивые физические объекты.

Если предположить, что элементарные частицы являются подобными устойчивыми конфигурациями, то их основные характеристики могут быть интерпретированы как параметры соответствующих волновых состояний.

В этом случае:

- пространственный размер частицы определяется длиной волны;
- масса связана с параметрами устойчивости и амплитудой конфигурации;
- взаимодействие обусловлено резонансным согласованием волновых процессов.

Таким образом, частица может быть рассмотрена не как точечный объект, а как локализованная волновая структура, существующая в результате устойчивого резонансного режима.

П3.2 Волны де Бройля как основа структуры

В рамках гипотезы стоячих волн плотности энергии элементарные частицы могут быть рассмотрены как устойчивые конфигурации таких волн. В этом контексте волна де Бройля, связанная с частицей, может рассматриваться не только как характеристика её движения, но и как отражение её внутренней структуры.

Длина волны де Бройля определяется соотношением:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

где:

- h — постоянная Планка,
- m — масса частицы,
- v — скорость частицы.

Если интерпретировать частицу как стоячую волну, то её характерный размер должен быть связан с длиной волны, а устойчивость — с условиями резонанса. В этом случае

допустимые состояния могут соответствовать целому числу полуволен, что естественным образом приводит к квантованию параметров.

Данный подход рассматривается более подробно в работе:
<https://zenodo.org/records/14883086>

П3.2.1 Оценка параметров для протона

Для проверки согласованности данной интерпретации рассмотрим оценку длины волны де Бройля для протона при скоростях, близких к скорости света.

При $v \rightarrow c$ релятивистский импульс возрастает, а длина волны де Бройля уменьшается. Для получения конечной оценки рассмотрим скорость:

$$v = 0.9999999999c$$

В этом случае получаем:

- длина волны де Бройля:

$$\lambda \approx 1.32 \times 10^{-15} \text{ м}$$

Если сопоставить это значение с характерным размером протона, можно оценить число полуволен, укладывающихся вдоль его диаметра:

- число полуволен:

$$N \approx 2.55$$

Полученное значение оказывается близким к величине, соответствующей устойчивой конфигурации с конечным числом узлов.

П3.2.2 Интерпретация результата

В рамках рассматриваемой модели ранее было предложено представление протона как устойчивой стоячей волны с фиксированным числом узлов. В таком случае число полуволен, определяющее пространственную структуру, должно принимать значения, близкие к полуцелым.

Полученное значение $N \approx 2.55$ находится вблизи ожидаемого значения порядка 2.5, что может рассматриваться как указание на согласованность волновой интерпретации.

Это позволяет сформулировать следующую интерпретацию:

- длина волны де Бройля может быть связана с пространственной структурой стоячей волны;
- волновые свойства частицы могут отражать не только её динамику, но и внутреннюю организацию;
- устойчивые состояния могут соответствовать резонансным конфигурациям с дискретным числом узлов.

П3.2.3 Заключение

Полученные оценки не являются строгим доказательством, однако демонстрируют возможную связь между длиной волны де Бройля и пространственной структурой элементарных частиц.

В рамках предлагаемой модели это допускает интерпретацию, в которой волна де Бройля отражает не только кинематические свойства, но и структурные особенности частиц. В этом случае соответствующая длина волны может быть связана с волновыми процессами, формируемыми в энергетической структуре пространства.

Приложение 4. Преобразование Лоренца: классический вывод и волновая интерпретация

Введение

Преобразования Лоренца являются фундаментальным элементом релятивистской физики и описывают взаимосвязь пространственных и временных координат в различных системах отсчёта. Их введение связано с требованием инвариантности скорости света.

В рамках предлагаемой модели, в которой частицы рассматриваются как волновые структуры, возникает возможность интерпретировать данные преобразования через геометрические свойства волновых процессов.

П4.1 Классическое выражение преобразований

В стандартной постановке преобразования Лоренца связывают координаты в двух системах отсчёта, движущихся относительно друг друга со скоростью u :

$$x' = \gamma(x - ut), \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

Из этих соотношений следует эффект сокращения длины:

$$L' = L\sqrt{1 - u^2/c^2}$$

где:

- L — длина в системе покоя,
- L' — длина в движущейся системе,
- u — скорость движения,
- c — скорость света.

П4.2 Волновая интерпретация

В рамках волновой модели частица может быть рассмотрена как локализованная волновая структура, в которой распространение волновых процессов ограничено предельной скоростью c .

Если частица движется со скоростью u , то её внутренняя динамика должна согласовываться с этим ограничением. Это допускает представление, в котором полная «эффективная» скорость волнового процесса остаётся равной c , а её компоненты распределяются между:

- движением частицы как целого;
- внутренней волновой динамикой.

Это приводит к соотношению:

$$c^2 = v^2 + v_{int}^2$$

откуда:

$$v_{int} = c\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

П4.3 Следствия для пространственной структуры

Если характерный размер частицы определяется параметрами её внутренней волновой структуры, то уменьшение v_{int} приводит к изменению её эффективного масштаба.

Это допускает соотношение:

$$R' = R\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

и, соответственно:

$$L' = L\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

что совпадает с результатом, получаемым из преобразований Лоренца.

П4.4 Интерпретация результата

В рамках предложенного подхода сокращение длины может быть интерпретировано как следствие изменения внутренней структуры волнового процесса при движении.

Таким образом:

- релятивистские эффекты могут быть связаны с геометрией волновых процессов;
- преобразования Лоренца допускают интерпретацию через свойства внутренней динамики частиц;
- инвариантность скорости света проявляется как ограничение на суммарную скорость распространения волновых процессов.

Приложение 5. Энергия частицы как замкнутой волновой структуры и закон сохранения энергии

Введение

В современной физике энергия частицы в релятивистском случае определяется соотношением:

$$E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$$

где p — импульс частицы, m_0 — её масса покоя, c — скорость света.

Данное выражение показывает, что энергия частицы возрастает с увеличением её импульса. В рамках стандартной интерпретации это связывается с кинематическими эффектами движения.

В предлагаемой модели частица рассматривается как локализованная волновая структура. Это допускает рассмотрение энергии не только как функции движения, но и как характеристики внутренней организации волнового процесса.

П5.1 Волна де Бройля и изменение структуры

Согласно гипотезе де Бройля, частица характеризуется длиной волны:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

где h — постоянная Планка, p — импульс.

С увеличением скорости импульс возрастает, а длина волны уменьшается. В рамках волновой интерпретации это может быть связано с изменением пространственной структуры волновой конфигурации.

Таким образом, движение частицы сопровождается изменением её внутреннего масштаба, что отражается в перераспределении характеристик волнового процесса.

П5.2 Частица как волновая система

Если рассматривать частицу как замкнутую волновую структуру, её энергия может быть интерпретирована как характеристика всей конфигурации.

При изменении скорости движения наблюдаемая энергия частицы возрастает, что соответствует увеличению импульса. Однако в рамках волновой интерпретации это может быть связано с изменением распределения энергетических вкладов внутри структуры.

В этом случае:

- наблюдаемая энергия зависит от скорости и импульса;
- внутренняя структура волнового процесса изменяется по мере движения;

- вклад, связанный с внутренней конфигурацией, может уменьшаться при увеличении скорости.

Такое описание не противоречит релятивистской механике, но допускает дополнительную интерпретацию структуры энергии.

П5.3 Вывод соотношения энергии

Рассмотрим выражение для релятивистского импульса:

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Подставляя его в стандартное выражение для энергии, получаем:

$$E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$$

Раскрывая выражение через скорость, можно записать:

$$E^2 = \frac{m_0^2 v^2}{1 - v^2/c^2} c^2 + m_0^2 c^4$$

Это совпадает со стандартным релятивистским соотношением, но допускает представление энергии в виде суммы вкладов:

- компоненты, связанной с движением (импульсом);
- компоненты, связанной с внутренней структурой (масса покоя).

П5.4 Интерпретация

В рамках предложенного подхода энергия частицы может быть рассмотрена как величина, зависящая от состояния волновой конфигурации.

При увеличении скорости:

- вклад, связанный с импульсом, возрастает;
- вклад, связанный с внутренней структурой, изменяется;
- общая энергия описывается инвариантным соотношением.

В этом контексте релятивистские эффекты могут быть интерпретированы как результат изменения структуры волнового процесса при движении.

П5.5 Предельный случай

При $v \rightarrow c$ выражение для импульса стремится к бесконечности, а длина волны де Бройля уменьшается.

В то же время вклад, связанный с массой покоя, в представлении через фактор:

$$m_{\text{eff}} = m_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

стремится к нулю.

Это согласуется с тем фактом, что для фотона отсутствует масса покоя, и вся энергия определяется импульсом.

П5.6 Заключение

Полученное выражение для энергии совпадает со стандартным релятивистским соотношением, однако в рамках предлагаемой модели оно допускает дополнительную интерпретацию.

Энергия может быть представлена как характеристика волновой структуры, в которой:

- изменение скорости приводит к перераспределению вкладов;
- релятивистские эффекты отражают изменение внутренней конфигурации;
- инвариантность выражения для энергии сохраняется.

Таким образом, движение частицы может быть рассмотрено как изменение структуры волнового процесса, сопровождающееся перераспределением энергетических характеристик.

В рамках более общего подхода, изложенного в разделе 8, подобное перераспределение может быть рассмотрено как частный случай масштабного преобразования волновой структуры, при котором изменяются параметры системы, но сохраняются их взаимосвязи.

Приложение 6. Расчёт параметров частиц и экспериментальные данные.

Проведём расчёт для всех возможных узлов стоячей волны и сравним с экспериментальными данными.

Используем формулы из главы “7.1.3 Квантование узлов и границы существования частиц”:

$$M_0 = M_{min} \times k^n = \frac{2\pi}{c^4} \times \left(\sqrt[n]{\frac{c}{2\pi}} \right)^n = 2\pi c^{-4} \left(\frac{c}{2\pi} \right)^{\frac{n}{5}},$$

$$1 \leq n \leq 4$$

$$\lambda_0 = \frac{d_{min}}{k^n} = \frac{1}{c \left(\sqrt[n]{\frac{c}{2\pi}} \right)^n} = c^{-1} \left(\frac{c}{2\pi} \right)^{-\frac{n}{5}},$$

$$1 \leq n \leq 4$$

$$d_0 = \frac{n+1}{2} \lambda_0$$

П6.1 n=1 (нейтрино):

$$M_0 = 2\pi c^{-4} \left(\frac{c}{2\pi} \right)^{\frac{n}{5}} \approx 7,757 \times 10^{-34} \cdot 34,3343 \approx 2,663311651 \times 10^{-32},$$

$$\lambda_0 \approx \frac{1}{299792458} \cdot \frac{1}{34,3343} \approx 9,715185549090911 \times 10^{-11},$$

$$d_0 = \frac{n+1}{2} \lambda_0 \approx 9,715185549090911 \times 10^{-11}$$

С учетом главы “7.7.5 Особенности массы нейтрино” нужно ввести поправку на измеряемую массу на опыте.

$$m_0 \approx 6,581 \times 10^{-37}$$

П6.2 n=2 (электрон):

$$M_0 = 2\pi c^{-4} \left(\frac{c}{2\pi} \right)^{\frac{n}{5}} \approx 7,757 \times 10^{-34} \cdot 34,3343^2 \approx 9,14429412189293 \times 10^{-31},$$

$$\lambda_0 \approx \frac{1}{299792458} \cdot \frac{1}{34,3343^2} \approx 2,829586025953904 \times 10^{-12},$$

$$d_0 = \frac{n+1}{2} \lambda_0 \approx 4,244379038930855 \times 10^{-12}$$

Для электрона общая масса сформирована только одной центральной полуволной, по этому корректировать ничего не нужно.

$$m_0 \approx 9,14429412189293 \times 10^{-31}$$

П6.3 n=3 (нейтрон):

$$M_0 = 2\pi c^{-4} \left(\frac{c}{2\pi} \right)^{\frac{n}{5}} \approx 7,757 \times 10^{-34} \cdot 34,3343^3 \approx 3,139629376693084 \times 10^{-29},$$

$$\lambda_0 \approx \frac{1}{299792458} \cdot \frac{1}{34,3343^3} \approx 8,24128066089568 \times 10^{-14},$$

$$d_0 = \frac{n+1}{2} \lambda_0 \approx 1,648256132179135 \times 10^{-13}$$

Для нейтрона корректировка массы не столь очевидна, поэтому рассчитаем по формуле, приведённой в главе “7.7.4 Расчет массы нейтрона (n=3) – с учетом внутреннего вращения”.

Амплитуду увеличиваем на коэффициент 3/2, после чего увеличиваем на один квант:

$$m_0 \approx 3,139629376693084 \times 10^{-29} \times 34,3343 \times 1,5 \approx 1,616954653622901 \times 10^{-27}$$

П6.4 n=4 (протон):

$$M_0 = 2\pi c^{-4} \left(\frac{c}{2\pi} \right)^{\frac{n}{5}} \approx 7,757 \times 10^{-34} \cdot 34,3343^4 \approx 1,077969769081934 \times 10^{-27},$$

$$\lambda_0 \approx \frac{1}{299792458} \cdot \frac{1}{34,3343^4} \approx 2,400305426612944 \times 10^{-15},$$

$$d_0 = \frac{n+1}{2} \lambda_0 \approx 6,00076356653236 \times 10^{-15}$$

Получение массы протона мы рассматривали в главе “7.7.2 Переход к среднему распределению”.

$$m_0 \approx 1,077969769081934 \times 10^{-29} \times 1,5 \approx 1,616954653622901 \times 10^{-27}$$

Экспериментальные данные были взяты из интернета. На основании полученных данных была составлена таблица:

п	имя	λ_0 (м)	M_0 (кг)	m_0 (кг)	d_0 (м)	λ_0 эксп (м)	m_0 эксп (кг)	d_0 эксп (м)
1	нейтрино	$9,715 \times 10^{-11}$	$2,663 \times 10^{-32}$	$6,581 \times 10^{-37}$	$9,715 \times 10^{-11}$	10^{-6}	$< 2,2 \times 10^{-37}$	10^{-10}
2	электрон	$2,83 \times 10^{-12}$	$9,149 \times 10^{-31}$	$9,149 \times 10^{-31}$	$4,244 \times 10^{-12}$	$2,43 \times 10^{-12}$	$9,109 \times 10^{-31}$	10^{-18}
3	нейтрон	$8,241 \times 10^{-14}$	$3,142 \times 10^{-29}$	$1,617 \times 10^{-27}$	$1,648 \times 10^{-13}$	$1,319 \times 10^{-15}$	$1,675 \times 10^{-27}$	10^{-15}
4	протон	$2,4 \times 10^{-15}$	$1,078 \times 10^{-27}$	$1,617 \times 10^{-27}$	$6,001 \times 10^{-15}$	$1,32 \times 10^{-15}$	$1,673 \times 10^{-27}$	10^{-15}

П6.5 Оценка возможного искажения фундаментальных констант из-за интегральных эффектов

Как было показано в таблице и в расчетах данного приложения, теоретические значения масс, выведенные из волновой модели, близки к экспериментальным, но имеют небольшие, систематические расхождения. В частности, погрешность для электрона минимальна ($\approx 0.4\%$), в то время как для нуклонов она достигает 3-4%. В данной модели это расхождение не рассматривается как недостаток, а как **следствие, указывающее на различие между «идеальными» геометрическими параметрами и «эффективными» величинами, измеряемыми в эксперименте.**

Если принять формулу постоянной Планка, предложенную в данной работе, как:

$$h_{\text{теор}} = \frac{2\pi}{c^4}$$

то, используя экспериментально определённое значение h , можно увидеть, что соответствующее значение скорости света должно было бы составлять около **312 054 866 м/с**, что **примерно на 4% выше** общепринятого значения в **299 792 458 м/с**. Если использовать

скорректированную скорость света в коэффициенте квантования, то для масс протона и нейтрона мы получим значение массы, идеально подходящее для нейтрона, определённой на опыте.

Интересное наблюдение подтверждает эту гипотезу. Если в классическую формулу де Бройля подставить полученные в модели амплитуды волн M_0 в качестве массы, то численные значения длин волн оказываются идентичными теоретическим λ_0 только в том случае, если в формулу де Бройля подставить не экспериментальную постоянную Планка $h_{\text{эксп}}$, а ее теоретическое выражение из данной модели:

$$h_{\text{теор}} = \frac{2\pi}{c^4}$$

Это может свидетельствовать о том, что экспериментально полученное значение $h_{\text{эксп}}$ представляет собой усредненную или «эффективную» величину. Источник этого эффекта, может лежать в самом **определении наших эталонов массы**.

Современная система атомных масс и, как следствие, калибровка фундаментальных констант опираются на **ион углерода-12**, который по определению имеет массу ровно 12 атомных единиц. Однако ядро углерода-12 – это не элементарная частица, а **сложная связанная система из 6 протонов и 6 нейтронов**. Его масса определяется не просто суммой масс составляющих его нуклонов, но и включает в себя огромный вклад **энергии их сильного взаимодействия** (так называемый дефект масс).

Таким образом, за **эталон массы принята не «чистая» элементарная частица, а результат их сложного коллективного взаимодействия**. Сложность этой эталонной структуры, усреднение вкладов от множества протонов и нейтронов с их разными (согласно эксперименту) массами и энергией связи, неизбежно «встраивается» в определение атомной единицы массы.

Поскольку все высокоточные методы измерения постоянной Планка (такие как весы Киббла) в конечном итоге калибруются по макроскопическим массам, состоящим из таких сложных ядер, то и измеряемое значение $h_{\text{эксп}}$ является **эффективной константой, отражающей эту структурную сложность**, а не «чистой» геометрической величиной $2\pi/c^4$, которая могла бы соответствовать идеализированной, одиночной волновой структуре.

Это объясняет, почему приведённая здесь модель, исходящая из «идеальных» принципов для одиночных частиц:

1. Дает почти идеальное совпадение для «простой» частицы – **электрона**, чей вклад в определение эталона массы минимален.

2. Показывает небольшое, но систематическое расхождение для «сложных» частиц – **нуклонов**, чьи структурные особенности и взаимодействия лежат в основе самого эталона массы и, следовательно, $h_{\text{эксп}}$.
3. Предсказывает, что это расхождение растёт со сложностью частицы (с ростом n), что и наблюдается при сравнении погрешностей для протона и нейтрона.

В результате мы имеем дело с замкнутой системой физических измерений, в которой «ошибка» или, точнее, «структурный эффект», заложенный в определении одной из фундаментальных величин (массы через ион углерода-12), транслируется на все остальные константы (включая $h_{\text{эксп}}$), которые измеряются с ее использованием. Это делает согласованную, но потенциально неточную (относительно «идеальных» геометрических принципов) картину физических параметров неизбежной.

Что касается длины волн и размеров элементарных частиц, то здесь пока очень много неопределённых моментов. До недавнего времени размер нейтрино считался меньше, чем 10^{-22} м, и только совсем недавно был получен его размер **квантовой протяженности**: $\geq 6,2$ пикометра ($6,2 \times 10^{-12}$ м), что уже сопоставимо с рассчитанным размером $9,715 \times 10^{-11}$. Для сравнения рассчитанных здесь значений, лучше всего будет подходить именно размер квантовой протяженности. Именно он определяет волновую структуру частицы, её размер.

Вот ссылки на недавние исследования, в которых обсуждается квантовая протяжённость нейтрино:

1. **Nature (2025)**: Впервые был установлен нижний предел пространственной протяженности волнового пакета нейтрино — 6,2 пикометра. Это значение значительно превышает размер атомного ядра и отражает квантовомеханическую природу нейтрино, где «размер» относится к пространственной неопределённости их волнового пакета, а не к физическому измерению. [ВФокусе Mail+1IXBT+1](#)
2. **Phys.org**: Исследование подтвердило, что пространственная ширина **волнового** пакета нейтрино составляет не менее 6,2 пикометра, что в тысячи раз больше размера атомного ядра. Это открытие имеет важное значение для понимания квантовых свойств нейтрино и может повлиять на разработку более эффективных нейтринных детекторов. [phys.org](#)
3. **CERN Courier**: Эксперимент BeEST, проведённый с использованием **нестабильных** ядер бериллия-7, установил предел пространственной локализации волнового пакета нейтрино на уровне 6,2 пикометра. Это значение более чем в 1000 раз превышает размер атомного ядра и предоставляет новые ограничения на квантовые свойства нейтрино. [cerncourier.com](#)

Приложение 7 Сопоставление волновой структуры протона с экспериментальными данными (эффект «жёсткого ядра» и зарядового радиуса)

П7.1. Несоответствие расчётного и экспериментального радиусов

Согласно волновой модели (Приложения 3 и 7), протон представляет собой структуру, состоящую из пяти полуволн с характерным диаметром порядка 6 фм. Соответственно, размер одной полуволны составляет около 1,2 фм.

Центральная область структуры, соответствующая одной полуволне, характеризуется максимальной плотностью энергии и может рассматриваться как основная резонансная зона, определяющая свойства частицы. Её радиус составляет:

$$R_{\text{расч}} \approx 0,6 \text{ фм}$$

В то же время экспериментально измеряемый зарядовый радиус протона равен:

$$R_{\text{эксп}} \approx 0,84 \text{ фм}$$

Разность величин:

$$\Delta R \approx 0,24 \text{ фм}$$

В рамках данной модели это расхождение интерпретируется не как ошибка, а как проявление фундаментального ограничения, связанного со структурой взаимодействия в центральной области протона.

П7.2. Эффект «жёсткого ядра»

В ядерной физике известно, что при расстояниях порядка 0,4–0,5 фм между нуклонами возникает сильное отталкивание. Внутренняя область радиусом порядка 0,2–0,3 фм часто интерпретируется как «жесткий ядро» (hard core).

В рамках предлагаемой модели эта область соответствует зоне максимальной плотности энергии в центре волновой структуры. Она обладает следующими свойствами:

- резкое усиление взаимодействия;
- невозможность прямого «зондирования»;
- изменение характера взаимодействия по сравнению с периферией.

Для описания этой области вводится понятие:

область информационной непрозрачности — зона, в которой стандартное описание взаимодействий перестаёт быть применимым и которая в рамках данной модели может рассматриваться как локальный аналог чёрной дыры, понимаемой как область информационной недоступности.

Область информационной непрозрачности является инвариантным элементом фрактальной структуры. При переходе между уровнями изменяется физический механизм её формирования, однако её наблюдаемое свойство — ограничение передачи информации — сохраняется.

Вследствие этого такие области на каждом уровне могут интерпретироваться как аналоги чёрных дыр.

П7.3. Формирование измеряемого радиуса

В разделе 7 показано, что существование минимальных масштабов обусловлено конечной скоростью распространения взаимодействий.

В рамках данной модели предполагается, что:

- в центре волновой структуры существует область, недоступная прямому взаимодействию;
- её размер зависит от параметров системы (энергии, массы, состояния движения);
- при попытке зондирования этой области происходит перераспределение энергии, включая рождение новых частиц.

Это приводит к тому, что экспериментально измеряемый радиус определяется не геометрической границей структуры, а **эффективной областью взаимодействия**.

Таким образом, наблюдаемое значение радиуса можно представить как сумму двух вкладов:

$$R_{\text{изм}} = R_{\text{волна}} + R_{\text{кern}}$$

где:

- $R_{\text{волна}} \approx 0,6$ фм — радиус центральной резонансной области;
- $R_{\text{кern}} \approx 0,24$ фм — вклад области информационной непрозрачности.

Это даёт:

$$R_{\text{изм}} \approx 0,84 \text{ фм}$$

Тем самым расхождение между расчётным и экспериментальным значениями получает интерпретацию в рамках модели.

П7.4. Интерпретация положения кварков (эффект фокусировки)

В рамках модели кварки рассматриваются не как точечные объекты, а как локализованные конфигурации стоячей волны.

При этом:

- характерное расстояние между такими конфигурациями определяется масштабом полуволны ($\sim 1,2$ фм);
- общая протяжённость структуры превышает экспериментально наблюдаемый радиус.

На первый взгляд это противоречит экспериментальным данным, согласно которым кварки локализуются в пределах $\sim 0,84$ фм.

В модели это объясняется особенностями процесса измерения:

1. Релятивистская проекция

При высоких энергиях взаимодействия происходит перераспределение плотности энергии, приводящее к эффективному «сжатию» наблюдаемой структуры.

2. Фокусировка взаимодействия

Неоднородное распределение плотности энергии внутри протона приводит к концентрации траекторий зонда в области максимальной плотности.

3. Эффективная локализация

В результате эксперимент фиксирует не полную структуру, а её проекцию на область интенсивного взаимодействия.

Таким образом наблюдаемое распределение кварков может интерпретироваться как **эффективное изображение**, сформированное процессом взаимодействия, а не как прямое отражение геометрической структуры.

Заключение к приложению

Совпадение величины $R_{\text{кери}} \approx 0,24$ фм с характерными масштабами, известными из ядерной физики, может рассматриваться как косвенное подтверждение применимости волновой модели.

В данной интерпретации:

- зарядовый радиус протона представляет собой не жёсткую границу,
- а эффективный радиус взаимодействия,
- формируемый с учётом центральной области, недоступной прямому зондированию.

Это согласуется с представлением о том, что наблюдаемые параметры частиц зависят от способа измерения и отражают не только их внутреннюю структуру, но и особенности взаимодействия с внешним полем.

Приложение 8. Масштабирование между нейтроном и Млечным Путём.

Основываясь на уравнении, приведённом в главе “8 Фрактальность строения Вселенной.”, будет произведён расчёт параметров аналога нейтрона на большем масштабном уровне. Полученные значения будут сравнены с известными параметрами галактики Млечный Путь. В качестве постоянной Планка и параметров нейтрона берутся полученные на опыте значения, чтобы они лучше согласовывались с полученными на опыте данными для галактик.

Размер Млечного Пути:

- **Диаметр:** оценки варьируются от 100 000 до 120 000 световых лет (примерно 30–37 килопарсеков). znanierussia.ru
- **Толщина:** около 1 000 световых лет. techinsider.ru

Масса Млечного Пути:

- **Общая масса:** оценки колеблются от 1 до 2 триллионов (10^{12}) масс Солнца, включая тёмную материю. ru.wikipedia.org
- **Масса звёздного компонента:** около 50–60 миллиардов ($5\text{--}6 \times 10^{10}$) масс Солнца.

П8.1 Масштабирование размера

При переходе от нейтрона к Млечному Пути уровень изменяется в сторону меньшей частоты, то есть $n=-1$. Тогда масштабирование радиуса происходит следующим образом:

$$R_{\text{гал}} = R_0 \cdot \left(\frac{1}{c^4}\right)^n$$

Из приложения 7 размер нейтрона составляет около $1,648 \times 10^{-13}$.

Подставляя значения:

$$\begin{aligned} R_{\text{гал}} &= 1,648 \cdot 10^{-13} \cdot \left(\frac{1}{c^4}\right)^{-1} \\ R_{\text{гал}} &= 1,648 \cdot 10^{-13} \cdot (1,2345679 \times 10^{-34})^{-1} \\ R_{\text{гал}} &= 1,335 \cdot 10^{21} \end{aligned}$$

Диаметр Млечного Пути в метрах:

- **Минимальная оценка:** $\approx 9,46 \times 10^{20}$ м
- **Максимальная оценка:** $\approx 1,14 \times 10^{21}$ м

Расчётный радиус Млечного Пути в рамках данной модели несколько отличается от значений, принятых в астрофизике ($\sim 1 \times 10^{21}$ м). Это может быть следствием нескольких факторов:

1. **Экспериментальная погрешность** при определении размеров галактики.
2. **Влияние скорости движения** на размеры объектов, что важно учитывать при сравнении масштабов.
3. **Методы расчёта в астрофизике** основываются на моделях расширения Вселенной, что может вносить дополнительные отклонения.

Так же стоит отметить, что рассчитанный теоретический размер получился немного больше известного из астрофизики, что именно так и должно было бы быть. Барионная материя является следствием изменения внутреннего перераспределения энергии стоячей волны масштабов галактики и будет со временем стремиться к центру чёрной дыры, что будет уменьшать её область видимого/занимаемого размера. Что, собственно, и наблюдается.

П8.2 Масштабирование массы

Примем за массу нейтрона, рассчитанную в приложении 7:

$$m_n = 1.617 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Тогда масса галактического аналога нейтрона:

$$M_{\text{гал}} = M_0 \cdot \left(\frac{1}{c^4}\right)^{2n}$$

$$M_{\text{гал}} = 1.617 \cdot 10^{-27} \cdot (1.2345679 \times 10^{-34})^{-2}$$

$$M_{\text{гал}} = 1,061 \cdot 10^{41} \text{ кг}$$

Масса Млечного Пути, полученная из наблюдений:

- Нижняя оценка: **1.99×10^{42} кг**
- Верхняя оценка: **3.98×10^{42} кг**

Масса получилась меньше ожидаемой ($\sim 3 \times 10^{42}$ кг). Это может быть следствием нескольких факторов:

1. **Погрешности измерений**, возникающие при определении массы галактики.
2. **Зависимость массы от скорости движения**, что может играть важную роль при сравнении объектов на разных масштабах.

Так же не нужно забывать, что в случае увеличения скорости движения объекта его размер уменьшается, а масса увеличивается. Что, собственно, мы и можем наблюдать на практике.

П8.3 Анализ полученных результатов

Рассчитанные значения радиуса и массы галактики Млечный Путь, полученные на основе фрактального коэффициента, показали хоть и отличие, но всё же интересное

приближение с данными современной астрофизики. Радиус, вычисленный по формуле, составляет $R=1.335 \times 10^{21}$ м, что сопоставимо с наблюдаемым значением порядка 1×10^{21} м. Масса, полученная с учётом фрактального коэффициента, составляет $M=1.061 \times 10^{41}$ кг, тогда как астрофизические оценки дают диапазон $(1,99-3,98) \times 10^{42}$ кг. Эти результаты хоть и отличаются, но всё же достаточно близки к полученным на опыте. Но надо заметить, что результаты, полученные на опыте, являются косвенными, что не исключает ошибок приближенных расчётов.

Важным остаётся вопрос о точности текущих методов измерения. В квантовой физике масса частиц определяется через взаимодействие с полями и зависит от окружающей среды. Если пространственные структуры обладают фрактальными свойствами, то это может влиять на результаты измерений, внося систематические ошибки.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что современные методы оценки массы и размеров как на микроуровне, так и на уровне галактик, возможно, требуют пересмотра с учётом фрактальности структуры Вселенной. Это открывает перспективы для уточнения экспериментальных данных и более глубокого понимания фундаментальных процессов, формирующих мир на всех уровнях масштабов.

П8.4 Масштабирование скорости света

$$C_{\text{гал}} = \frac{c_0}{h^n}$$

$$C_{\text{гал}} = \frac{299792458}{1.2345679^{-1} \cdot 10^{34}}$$

$$C_{\text{гал}} = 3,70114145 \cdot 10^{-26}$$

Это показывает, что скорость света — предельная скорость электромагнитных взаимодействий — на уровне галактик значительно меньше, чем в нашем масштабе, что соответствует более разреженному состоянию энергии.

П8.5 Фрактальная структура Вселенной: Галактики как элементарные частицы

Полученные расчетные данные по Млечному пути с использованием стандартных физических формул с небольшой доработкой и с использованием опять же известной в физике константы — постоянной Планка, не может быть простым совпадением. Конечно, можно было бы предположить, что это всего лишь случайность, но, если бы это наблюдалось лишь с одним параметром. Но тот факт, что практически совпали оба параметра (масса и размер) уже исключает возникновение случайности. Существует большая вероятность

что МИР фрактален. Тот факт, что для Млечного пути формула фрактализации сработала с поразительной точностью говорит о том, что Млечный путь является аналогом нейтрона. Это очень хорошее совпадение. Теперь это можно использовать для изучения и описания окружающего пространства. Галактику Млечный путь можно принять за эталон.

Остаётся разобраться как объяснить большое множество различных видов галактик. Выяснить все ли они являются аналогами элементарных частиц, или же некоторые из них возникают в результате их совместного взаимодействий.

П8.6 Аналогия между спиральными галактиками и нейтронами

Млечный Путь и галактика Андромеды имеют похожую массу, но разные размеры. Это может быть связано с их скоростью движения: при меньшей скорости галактика становится больше, а при большей – компактнее. Такое различие объясняет наблюдаемые расхождения в размерах и массах. Более того размеры галактик определяются по видимой материи, а она будет наблюдаться лишь при ускорении элементарной частицы. Если же ускорение отсутствует, то отслеживать размер частицы будет затруднительно, так как видимая материя может отсутствовать, или присутствовать в недостаточном количестве, что бы определить истинный размер структуры. Спиральные галактики представляют особый интерес, так как их структура и распределение массы подчиняются определённым закономерностям. При рассмотрении галактик, образованных в виде стоячих волн с чётным числом узлов (заряженные частицы), сложно определить реальный размер образованной структуры. Она будет состоять из чередующихся областей с повышенной и пониженной плотностью энергии. В областях с повышенной плотностью энергии может находиться материя. Взаимодействия с такими структурами могут приводить к образованию различных видов галактик, являющихся лишь косвенным проявлением основных структур.

Интересны случаи спиральных галактик с большими массами чем у Млечного пути. Например, ISOHDFS 27 – спиральная галактика, масса которой в четыре раза больше массы Млечного Пути, но её размер увеличился незначительно. Такое поведение может указывать на то, что её масса возрастает на кратное число масс нейтрона (протона), при этом размер изменяется незначительно. Это уже напоминает ядерные взаимодействия: ISOHDFS 27 – объект, подобный ядру гелия, где плотность энергии выше, а масса возрастает кратно массе нейтрона.

П8.6.1 Компактные карликовые галактики и электроны

Если спиральные галактики можно сопоставить с нейтронами или их взаимодействием с протонами, то компактные карликовые галактики могут представлять собой

аналоги электронов. Электрон можно рассматривать как стоячую волну, в центре которой находится область с повышенной плотностью энергии. Именно в этой области может образовываться материя, что и воспринимается как компактные карликовые галактики. При этом стоит учитывать, что под размером электрона понимается его эффективный размер, определяемый в экспериментах по рассеянию. Интересно, что отличие размеров ядра электрона и нейтрона составляет три порядка. Если размер Млечного Пути оценивается в 10^{20} - 10^{21} метров, то размер аналога электрона должен быть порядка 10^{17} - 10^{18} метров, что соответствует размерам компактных карликовых галактик.

П8.6.2 Формирование дополнительных галактик

Во Вселенной наблюдается множество галактик, которые могут не являться аналогами элементарных частиц, а быть результатами взаимодействий между элементарными частицами размеров галактик. В результате взаимодействия могут образовываться зоны с повышенной плотностью энергии, а с учётом того, что это так же будет сопровождаться процессами ускорений, то это будет приводить к возникновению в областях с повышенной плотностью энергии, материи, что будет рождать галактики. Такие галактики могут казаться независимыми объектами, но, вероятно, они всего лишь следствие перераспределения энергии между более фундаментальными структурами.

Таким образом, анализ размеров и масс галактик, а также их взаимодействий, может дать представление о фундаментальной структуре Вселенной и её аналогии с микромиром.

Приложение 9. Расчёт резонансных частот макрообъектов в рамках волновой геометрической модели материи.

Введение

В модель волнового строения материи и фрактальной структуры Вселенной, материя рассматривается как волны энергии. Все подвержено резонансному взаимодействию. Показано, что в центре находится область размером $1/c^2$ (рассматривается как безразмерная величина), которую можно рассматривать как центр масс частицы, а прилегающая область будет иметь волновое распределение энергии вокруг, что можно интерпретировать как волновую функцию. Это позволяет объяснить, почему существующая физика, достаточно точно описывает происходящие процессы в вокруг. Такой подход очень удобен для описания мира, хоть и имеет некоторые ограничения, например не позволяет описать происходящее за границей горизонта событий. Так же данный подход способен помочь провести расчёты резонансных частот для макрообъектов, используя которые можно будет получать необходимые сведения, например частоты, сопровождаемые или вызываемые сейсмической активностью.

П9.1 Макрообъект как частица

Так как материя, из которой состоят макрообъекты, является результатом волновых процессов энергии, то и макрообъект можно заменить представлением волнового процесса. Сам макрообъект будет являться аналогом области $1/c_1^2$, где c_1 - эффективная скорость взаимодействия, которая бы создала объект с такими размерами.

В таком случае, зная радиус макрообъекта, можно узнать скорость, при которой его аналог был бы создан в виде цельной волны. Зная его эффективную скорость взаимодействия, можно рассчитать заряд объекта и параметры частиц, которые будут находиться с ним в резонансе, что позволит, например обнаружить эффект взаимодействия зарядов или вращения энергии и использовать это, например, для отталкивания от макрообъекта.

Если мы имеем объект радиусом R , то для скорости взаимодействия получим значение:

$$c_1 = \frac{1}{\sqrt{2R}}$$

Зная эффективную скорость взаимодействия, из формулы расчёта заряда получим выражение:

$$q_{mac} = \alpha \frac{6}{\pi} c_1^{-2} = \alpha \frac{12}{\pi} R$$

Используя формулу расчёта длины волны при заданной скорости взаимодействия, для макрообъекта можно её переписать в виде:

$$\lambda = c_1^{-1} \left(\frac{c_1}{2\pi} \right)^{-\frac{n}{5}},$$

$$1 \leq n \leq 4$$

При $n > 4$ будет наблюдаться переход энергии в гравитационные волны, что приведёт к сейсмической активности.

Для расчёта частоты воспользуемся стандартной формулой:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Здесь уже в качестве c используется стандартная скорость света, потому что мы должны получить резонанс с нашей скоростью взаимодействия.

П9.2 Расчёт для Земли

Используя формулы выше, проведём расчёт параметров для Земли.

Радиус Земли $R \approx 6371 \times 10^3$ м

$$c_1 = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 6371 \times 10^3}} \approx 2,8014391888460448626359695257632 \times 10^{-4}$$

$$c_1^{-1} = \sqrt{2 \cdot 6371 \times 10^3} \approx 3,5695938144276303639707523697275 \times 10^3$$

$$\frac{|c_1|_{num}}{2\pi} \approx (1,34847)^5 \times 10^{-5} = (0,134847)^5$$

$$q_{mac} = \alpha \frac{12}{\pi} R = \frac{12}{\pi \cdot 137} 6371 \times 10^3 \approx 1,776308570695004584139426594144 \times 10^5 \text{ Кл}$$

Согласно современным физическим представлениям, Земля обладает отрицательным электрическим зарядом, приблизительно равным **600 000 кулон (Кл)**. Этот заряд обусловлен существованием глобального электрического поля между поверхностью Земли и ионосферой, где Земля заряжена отрицательно, а ионосфера — положительно. Средняя напряжённость этого поля у поверхности Земли составляет около **130 В/м**. ru.wikipedia.org
[ЗФТШ, МФТИ](#)

Именно данное рассогласование значений мной полученного и полученного в физике заряда заставило меня задуматься над сущностью постоянной тонкой структуры. Это привело к формированию главы “7.6.7 О возможной природе постоянной тонкой

структуры”, в которой объясняется её сущность. Для Земли влияние гравитации, вызванной ей же, в проявление заряда будет значительно меньше, поэтому в данном случае наблюдается расхождение. В последствии надеюсь будет найдено расчётное значение данного коэффициента в зависимости от геометрии.

Теперь рассчитаем длины волн и частоты для разных количеств узлов, что будет создавать различные варианты взаимодействий на резонансе с Землёй в данном случае.

$$c_1^{-1} \left(\frac{c_1}{2\pi} \right)^{-\frac{n}{5}},$$

$$f = \frac{c}{c_1^{-1} \left(\frac{c_1}{2\pi} \right)^{-\frac{n}{5}}},$$

$$1 \leq n \leq 4$$

n=1

$$\lambda = 3,56959381 \times 10^3 \cdot (0,134847)^{-1} \approx 26,47143659 \times 10^3 \text{ м},$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \approx \frac{299\,792\,458}{26,47143659 \times 10^3} \approx 11\,325,12989919 \text{ Гц}$$

n=2

$$\lambda = 3,56959381 \times 10^3 \cdot (0,134847)^{-2} \approx 196,30719697 \times 10^3 \text{ м},$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \approx \frac{299\,792\,458}{196,30719697 \times 10^3} \approx 1\,527,1597915 \text{ Гц}$$

n=3

$$\lambda = 3,56959381 \times 10^3 \cdot (0,134847)^{-3} \approx 1\,455,77726586 \times 10^3 \text{ м},$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \approx \frac{299\,792\,458}{1\,455,77726586 \times 10^3} \approx 205,932916408677 \text{ Гц}$$

n=4

$$\lambda = 3,56959381 \times 10^3 \cdot (0,134847)^{-4} \approx 10\,795,770509 \times 10^3 \text{ м},$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \approx \frac{299\,792\,458}{10\,795,770509 \times 10^3} \approx 27,769435979588 \text{ Гц}$$

При частотах ниже, чем 27 Гц будет наблюдаться переход энергии во внутреннюю область макрообъекта, что способно вызывать сейсмическую активность. Так же можно сказать, что сейсмическая активность будет происходить в сопровождении излучения энергии с частотами от 27 Гц и ниже. Это можно использовать как сигнал начала сейсмической активности.

П9.3 Таблица резонансных длин волн и частот для Земли

№ узла (n)	Длина волны λ_0 , м	Частота f, Гц	Характер взаимодействия
1	$26,47143659 \times 10^3$	11325,129899	нейтрино
2	$196,30719697 \times 10^3$	1527,159792	электрон
3	$1455,7772658 \times 10^3$	205,932916	нейтрон
4	$10795,770509 \times 10^3$	27,769436	протон

П9.4 Заключение

В данной работе показано, что, используя геометрический подход волновой модели материи, можно рассчитать резонансные частоты макрообъектов, в том числе таких как Земля, без привлечения эмпирических данных.

Было показано, что резонансные частоты, соответствующие различным числам узлов (n), могут быть использованы как индикаторы различных режимов взаимодействия с макрообъектом — от безопасного энергетического резонанса до перехода в область гравитационных возмущений и возможной сейсмической активности.

Данные результаты подтверждают, что волновой подход, лежащий в основе «Теории волновой модели материи и фрактальной структуры Вселенной», применим не только к микромиру, но и к макрообъектам, и способен дать полезную информацию о структуре и динамике взаимодействий в природе.

Полученные зависимости могут быть использованы как для дальнейшего теоретического анализа, так и как основа для построения практических устройств, взаимодействующих с массой на резонансных частотах.

Предложенные расчёты могут быть использованы как основа для разработки технологий контроля гравитационного взаимодействия и мониторинга геофизических процессов, а также для создания средств беспроводной передачи энергии на расстоянии с высоким коэффициентом КПД.