

Схема 99. Физическая картина Мира

Физическая картина Мира

Общее теоретическое знание в физике, которое включает:

- основополагающие философские и физические идеи;
- фундаментальные физические теории;
- основные принципы, законы и понятия;
- принципы и методы познания

С одной стороны, физическая картина Мира есть обобщение всех ранее полученных знаний о природе и определенная ступень познания человеком материального Мира и его закономерностей

С другой стороны, физическая картина Мира есть процесс введения в физику новых основополагающих идей, принципов, понятий и гипотез, которые меняют основы теоретической физики; одна физическая картина заменяется другой

Схема физической картины Мира связана со сменой представлений о материи: от атомистических, корпускулярных представлений о материи к полевым, континуальным, а затем к квантовым. Отсюда и три физические картины Мира: механистическая, электромагнитная и квантово-полевая

Схема 100. Физическая картина Мира (механистическая)

• **Механистическая картина мира**

Формируется на основе механики Леонардо да Винчи (1452-1519 гг.), гелиоцентрической системы Н. Коперника (1473-1543 гг.), экспериментального естествознания Г. Галилея (1564-1642 гг.), законов небесной механики И. Кеплера (1571-1630 гг.), механики И. Ньютона (1643-1727 гг.)

характерные особенности

В рамках механистической картины мира сложилась дискретная (корпускулярная) модель реальности. Материя - вещественная субстанция, состоящая из атомов или корпускул. Атомы абсолютно прочны, неделимы, непроницаемы, характеризуются наличием массы и веса

Концепция абсолютного пространства и времени: пространство трехмерно, постоянно и не зависит от материи; время - не зависит ни от пространства, ни от материи; пространство и время никак не связаны с движением тел, они имеют абсолютный характер

Все механические процессы подчиняются принципу детерминизма. Случайность исключается из картины мира

Движение - простое механическое перемещение. Законы движения - фундаментальные законы мироздания. Тела двигаются равномерно и прямолинейно, а отклонения от этого движения есть действие на них внешней силы (инерции). Мерой инерции является масса. Универсальным свойством тел является сила тяготения, которая является дальнедействующей

Принцип дальнего действия - взаимодействие между телами происходит мгновенно на любом расстоянии, т.е. действия могут передаваться в пустом пространстве с какой угодно скоростью

Тенденция сведения закономерностей высших форм движения материи к закономерностям простейшей его формы - механическому движению

На основе механистической картины мира в XVIII - начале XIX вв. была разработана земная, небесная и молекулярная механика. Макромир и микромир подчинялись одним и тем же механическим законам. Это привело к абсолютизации механистической картины мира. Она стала рассматриваться в качестве универсальной.

Схема 101. Физическая картина Мира (электромагнитная)

Электромагнитная картина мира

Формируется на основе начал электромагнетизма М. Фараде* (1791-1867 гг.), теории электромагнитного поля Д. Максвелла (1831 1879 гг.), электронной теории Г.А. Лоренца (1853-1828 гг.), постулатов теории относительности А. Эйнштейна (1879-1955 гг.)

характерные особенности

В рамках электромагнитной картины мира сложилась полевая, континуальная (непрерывная) модель реальности. Материя -единое непрерывное поле с точечными силовыми центрами -электрическими зарядами и волновыми движениями в нем. Мир - электродинамическая система, построенная из электрически заряженных частиц, взаимодействующих посредством электромагнитного поля

В электромагнитную картину мира было введено понятие **вероятности**

Игнорирование дискретной, атомистической природы вещества приводит максвелловскую электродинамику к целому ряду противоречий, которые снимаются с созданием Г. Лоренцом электронной теории или микроскопической электродинамики. Последняя восстанавливает в своих правах дискретные электрические заряды, но она сохраняет и поле как объективную реальность

Движение - распространение колебаний в поле, которые описываются законами электродинамики

Принцип близкодействия - взаимодействия любого характера передаются полем от точки к точке непрерывно и с конечной скоростью

Реляционная (относительная) концепция пространства и времени: пространство и время связаны с процессами, происходящими в поле, т.е. они несамостоятельны и зависят от материи

А. Эйнштейн ввел в электромагнитную картину мира идею относительности пространства и времени. Так появилась общая теория относительности, ставшая последней крупной теорией, созданной (1916 г.) в рамках электромагнитной картины мира



Схема 102. Физическая картина Мира (квантово-полевая)

Квантово-полевая картина мира

Формируется на основе квантовой гипотезы М. Планка (1858-1947 гг.), волновой механики Э. Шредингера (1887-1961 гг.), квантовой механики В. Гейзенберга (1901-1976 гг.), квантовой теории атома Н. Бора (1885-1962 гг.) и т.д.

Характерные особенности

В рамках квантово-полевой картины мира сложились квантово-полевые представления о материи. Материя обладает корпускулярными и волновыми свойствами, т.е. каждый элемент материи имеет свойства волны и частицы

Картина физической реальности в квантовой механике двупланова: с одной стороны, в нее входят характеристики исследуемого объекта; с другой стороны - условия наблюдения (метод познания), от которых зависит определенность этих характеристик

При описании объектов используется два класса понятий: пространственно-временные и энергетически-импульсные. Первые дают кинематическую картину движения, вторые - динамическую (причинную). Пространство-время и причинность относительны и зависимы

Движение - частный случай физического взаимодействия. Фундаментальные физические взаимодействия: сильное, электромагнитное, слабое, гравитационное. Они описываются на основе принципа близкодействия: взаимодействия передаются соответствующими полями от точки к точке, скорость передачи взаимодействия конечна и не превышает скорости света

Спецификой квантово-полевых представлений о закономерности и причинности является то, что они вступают в вероятностной форме, в виде статистических законов

Фундаментальные положения квантовой теории: принцип неопределенности и принцип дополнительности

Схема 103. Физическая картина Мира (общая характеристика современных представлений о мире)

современные представления о

Формируются на основе глубокого изучения явлений природы, дифференциации и интеграции естественных наук, единстве Физического знания и т.п.

Характерные особенности

Современные представления о строении материи предполагают в ее основе шестнадцать фундаментальных частиц и античастиц:

- четыре лептона (электрон, позитрон, электронное нейтрино и антинейтрино);
- два вида кварков с дробными электрическими зарядами ($-1/3$) и ($+2/3$), причем каждый вид в трех разновидностях (красный, зеленый, синий);
- соответствующие антикварки

Многообразие и единство мира основывается на взаимодействии и взаимопревращении фундаментальных частиц и античастиц

Движение есть проявление фундаментальных взаимодействий (гравитационного, электромагнитного, слабого и сильного), переносчиками которых являются фотоны, глюоны и промежуточные бозоны

Представления об основе мироздания складываются на основе разработки единой теории поля, объединяющей все фундаментальные взаимодействия (теории «Великого объединения», теории «Сверх великого объединению»)

Природа рассматривается в движения и развитии. В физике используется диалектический метод (вещество и поле, частица и волна, масса и энергия и т.п. - рассматриваются в диалектическом единстве)

Принципиальные особенности современных представлений о мире: системность, глобальный эволюционизм, самоорганизация, историчность - определяют их общий контур и способ организации научного знания

Современные представления характеризуются как научно-методологические, ибо объективная картина объекта опосредуется (измерением) методом познания субъекта

Схема 104. Фундаментальные концепции описания Природы (фундаментальные физические теории)

Фундаментальные физические теории

1. Классическая ньютоновская механика

2. Классическая ньютоновская гравитационная механика с ее законом всемирного тяготения, содержащая фундаментальную физическую константу - гравитационную постоянную G ($G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$)

3. Релятивистская механика (электродинамика и специальная теория относительности), содержащая фундаментальную физическую константу - скорость света c ($c=2,998 \cdot 10^8 \text{м/с}$)

4. Квантовая механика, содержащая фундаментальную физическую константу - постоянную Планка h (квант действия) ($h=6,626 \cdot 10^{-34} \text{Дж} \cdot \text{с}$)

Релятивистская гравитационная механика, содержащая фундаментальные физические константы c и G

Релятивистская квантовая механика, содержащая фундаментальные физические константы c и h

Квантовая гравитационная механика, содержащая фундаментальные физические константы h и G

Квантовая релятивистская гравитационная механика (искомая), содержащая фундаментальные физические константы h , c , G



Схема 106. Фундаментальные концепции описания Природы (эволюция представлений о материи)

Натурфилософия

I. Концепция созерцательного материализма: материя есть конкретное вещество (земля, вода, воздух, огонь). Фалес (625-547 гг. до н.э.). Гераклит (540-480 гг. до н.э.) и др. II. Концепция атомистического материализма: материя состоит из атомов и пустоты. Демокрит (460-371 гг. до н.э.)

Классическая механика

Концепция дискретного строения материи: материя есть субстанция, состоящая из отдельных частиц - атомов или корпускул. Атомы абсолютно прочны, неделимы, непроницаемы, характеризуются наличием массы и веса. И. Ньютон (1643-1727 гг.)

Электродинамика

Концепция непрерывного строения материи: материя существует в двух видах - вещество и поле. Они строго разделены и их превращение друг в друга невозможно. Главным является поле, а значит основным свойством материи является непрерывность в противовес дискретности. Д. Максвелл (1831-1879 гг.)

Квантовая механика

Концепция корпускулярно-волнового дуализма: материя как физическая реальность едина и нет пропасти между веществом и полем. Поле, подобно веществу, обладает корпускулярными свойствами, а частицы вещества, подобно полю, - волновыми, т.е. каждый элемент материи обладает свойствами волны и частицы. М.Планк (1858-1947 гг.) В. Гейзенберг (1901-1976 гг.) Э. Шредингер (1887-1961 гг.) Н. Бор (1885-1962 гг.)

Схема 107. Фундаментальные концепции описания Природы (материя как физическая реальность)



Материальное единство мира

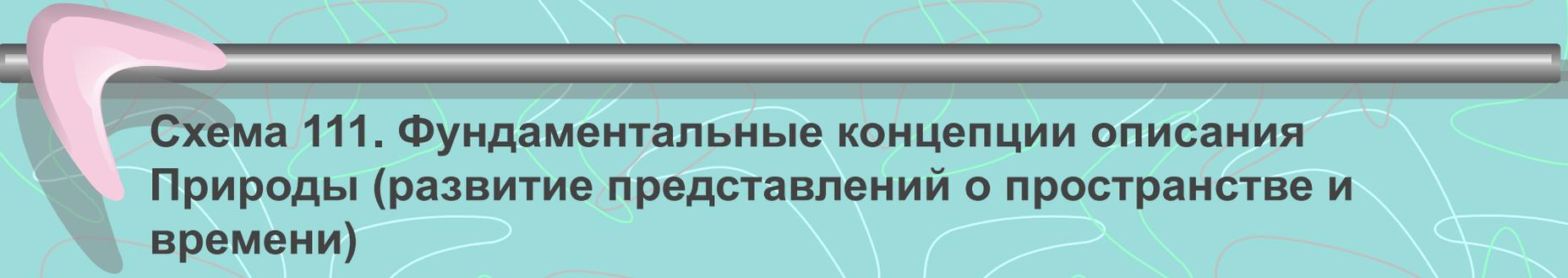


Схема 111. Фундаментальные концепции описания Природы (развитие представлений о пространстве и времени)

В науке исторически сложилось две концепции в понимании пространства и времени

Субстанциальная концепция

Пространство и время - нечто самостоятельно существующее наряду с материей, как ее пустые вместилища. Пространство - чистая протяженность. Время - чистая длительность, в которые как бы «погружены», «помещены» материальные объекты
(Демокрит - И. Ньютон)

Реляционная концепция

Пространство и время не особые субстанциальные сущности, а формы существования материальных объектов. Пространство выражает сосуществование объектов. Время - последовательность их состояний (Аристотель - Г. Лейбниц)

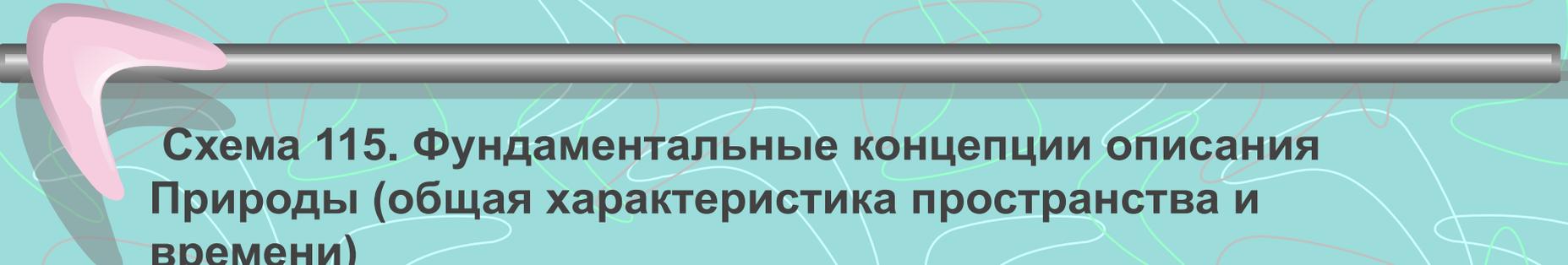


Схема 115. Фундаментальные концепции описания Природы (общая характеристика пространства и времени)

Пространство и время - общие формы координации материальных объектов и их состояний

Пространство - это совокупность отношений, выражающих координацию сосуществующих объектов, их расположение друг относительно друга и относительную величину (расстояние и ориентация)

Пространство:

трехмерно;
однородно (равноправие всех его точек);
изотропно (равноправие всех его направлений)

Время - совокупность отношений, выражающих координацию сменяющих друг друга состояний (явлений), их последовательность и длительность

Время:

одномерно;
однородно (равноправие всех моментов времени);
необратимо

Всеобщие свойства:

- объективность пространства и времени;
- всеобщность пространства и времени

Схема 116. Структурные уровни организации материи (структурность и системность материи)

Структурность и системность материи

В неорганической природе в качестве *структурных уровней* организации материи выделяют:

- элементарные частицы;
- атомы;
- молекулы;
- поля;
- физический вакуум;
- макроскопические тела;
- планеты и планетные системы;
- звезды и звездные системы (галактики);
- системы галактик (Метагалактика)

Множество объектов будет *целостной системой*, если энергия связи между ними больше их суммарной кинетической энергии совместно с энергией внешних воздействий, направленных на разрушение системы. С переходом от мегосистем к макросистемам, молекулам и атомам к гравитационным силам добавляются электромагнитные, намного более мощные чем первые. В атомных ядрах действуют еще более мощные ядерные силы. Чем меньше размеры материальных систем, тем более прочно связаны между собой их элементы

Примечание:

- система - совокупность элементов и связей между ними;
- структура - совокупность связей между элементами.

Схема 117. Структурные уровни организации материи (вещество)



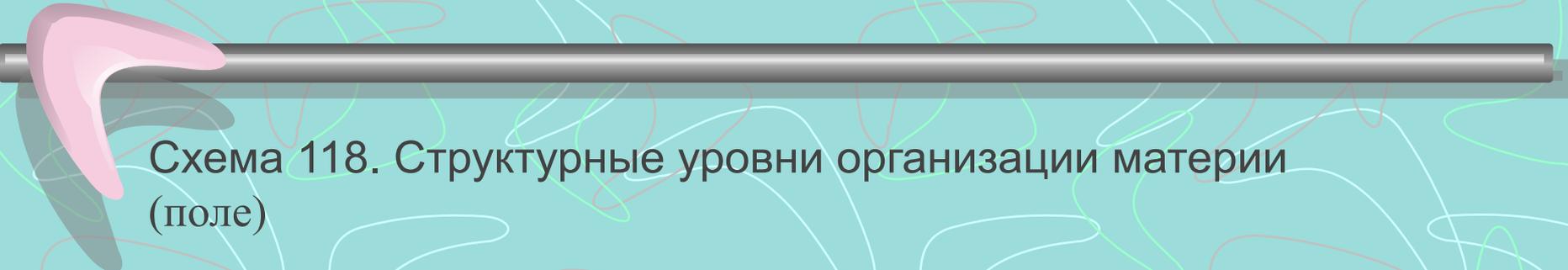


Схема 118. Структурные уровни организации материи (поле)

Поле

Гравитационное (кванты - гравитоны)

Электромагнитное (кванты - фотоны)

Ядерное (кванты - мезоны)

Электронно - позитронное (квант электроны, позитроны)

Схема 119. Структурные уровни организации материи (вещество и поле)

Основные характеристики вещества и поля

1. *Вещество и поле*

различаются по массе покоя

Частицы вещества обладают массой покоя, электромагнитное и гравитационное поля - нет.

Однако в микромире каждому полю сопоставляется частица (квант этого поля) и каждая частица рассматривается как квант соответствующего поля.

Для ядерных полей (мезонного, нуклонного и т.д.) это различие уже неверно - кванты этих полей обладают конечной массой покоя

2. *Вещество и поле различаются*

по закономерностям движения

Скорость распространения электромагнитного и гравитационного полей всегда равна скорости света в пустоте (c), а скорость движения частиц вещества всегда меньше c . Однако наличие ядерных полей ликвидирует и эту границу. Для квантов этих полей как раз характерна невозможность движения со скоростью, равной c

3. *Вещество и поле*

различаются по степени, проницаемости

Вещество мало проницаемо, электромагнитное и гравитационное поля - наоборот.

На уровне микромира и эта граница исчезнет. Для таких частиц, как нейтрино, вещество оказывается весьма проницаемым, с другой стороны, ядерные поля могут обладать очень малой проницаемостью

Примечание:

На макроскопическом уровне под полем понимается электромагнитное и гравитационное поля, а под веществом - обычные тела

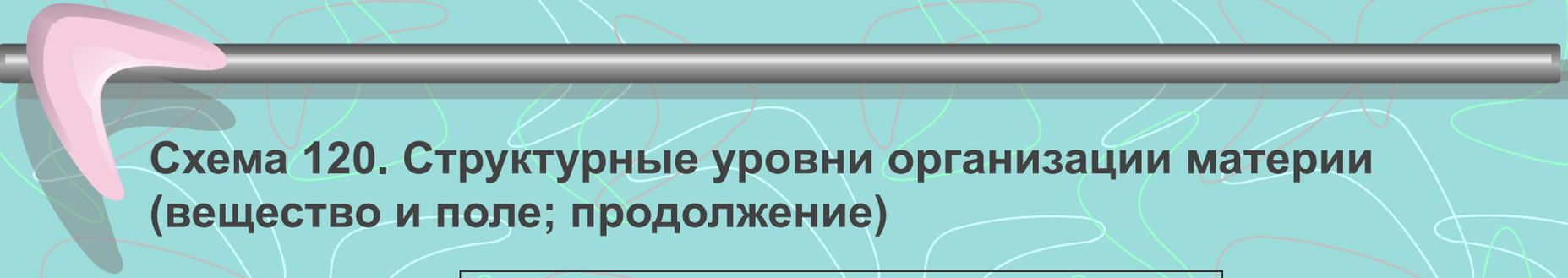


Схема 120. Структурные уровни организации материи (вещество и поле; продолжение)

Основные характеристики вещества и поля

4. Вещество и поле различаются по степени концентрации массы и энергии

Очень большая - у частиц вещества и очень малая - у электромагнитного и гравитационного полей. В микромире и это различие стирается. Ядерные поля обладают огромной концентрацией массы и энергии, и даже кванты электромагнитного поля могут достигать концентраций энергии, значительно превосходящих таковую у частиц вещества

5. Вещество и поле различаются как корпускулярная и волновая сущности

Это различие исчезает на уровне микропроцессов. Частицы вещества обладают волновыми свойствами, а непрерывное в макроскопических процессах электромагнитное поле обнаруживает на уровне микромира свой корпускулярный аспект

Общий вывод:

Различие вещества и поля верно характеризует реальный мир в макроскопическом приближении. Это различие не является абсолютным, и при переходе к микрообъектам ярко обнаруживается его относительность. В микромире понятия «частицы» (вещество) и «волны» (поля) выступают как дополнительные характеристики, выражающие внутренне противоречивую сущность микрообъектов



Схема 121. Структурные уровни организации материи (структура микромира)

Структурные уровни вещества в микромире

Молекулярный уровень

Уровень молекулярного строения вещества.
Молекула - единая квантово-механическая система, объединяющая атомы

Атомный уровень

Уровень атомного строения вещества.
Атом - структурный элемент микромира, состоящий из ядра и электронной оболочки

Нуклонный уровень

Уровень атомного ядра и составляющих его частиц.
Нуклон (лат. nucleus - ядро) - общее название протона и нейтрона, являющихся составными частями атомных ядер

Кварковый уровень

Уровень элементарных частиц - кварков и лептонов (эти разновидности относятся к частицам вещества)

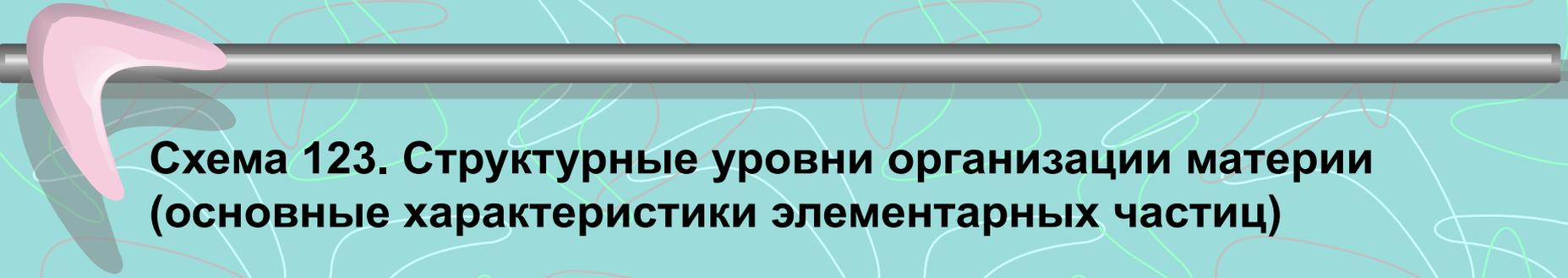


Схема 123. Структурные уровни организации материи (основные характеристики элементарных частиц)

Общими для всех элементарных частиц характеристиками являются:

- *Масса.* В зависимости от массы элементарные частицы делятся на легкие (лептоны), средние (мезоны), тяжелые (барионы).
- *Время жизни.* В зависимости от времени жизни элементарные частицы делятся на стабильные: электрон ($t > 5 \cdot 10^{21}$ лет), протон ($t > 5 \cdot 10^{31}$ лет), фотон и нейтрино; квазистабильные, распадающиеся при слабом и электромагнитном взаимодействиях, время их жизни $1 > 5 \cdot 10^{-20}$ сек (нейтрон $t = 15,3$ мин); резонансы (неустойчивые короткоживущие $10^{-22} - 10^{-24}$ сек частицы, распадающиеся за счет сильного взаимодействия).
- *Электрический заряд.* Основной единицей электрического заряда в микромире является заряд электрона, $1,6 \cdot 10^{-19}$ кулон.
- *Спин* (англ. spin - вращение) - собственный момент импульса микрочастицы, имеющий квантовую природу, квантовая величина, отражающая вращение электрона вокруг своей оси (обозначается буквой s и может иметь только два значения: $+1/2$ или $-1/2$).

Характеристики элементарных частиц, принимающие дискретные значения:

- *квантовые числа* (спиновое, орбитальное, магнитное и др.)
- *внутренние квантовые числа* (лептонные и барионные заряды, четность, кварковые ароматы - характеристики, определяющие тип кварка, такие, как странность, изотопический спин, «очарование», «красота», цвет).

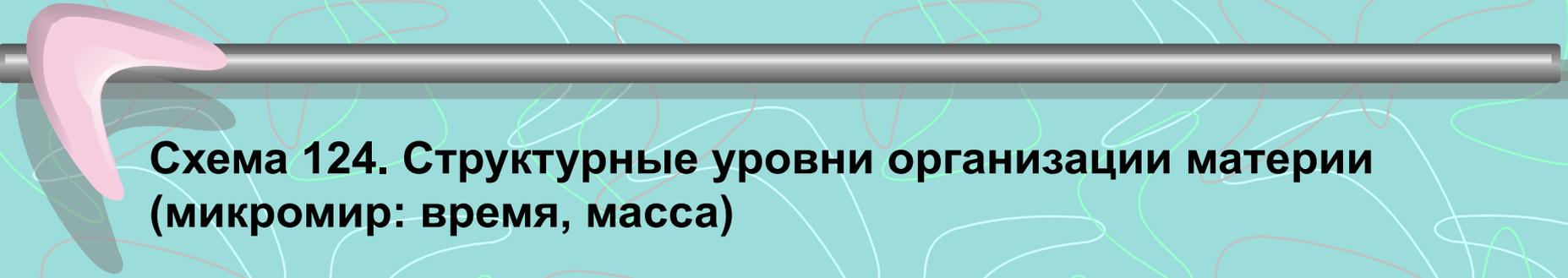


Схема 124. Структурные уровни организации материи (микромир: время, масса)

Время:

- Естественная единица времени элементарной частицы: примерно 10^{-23} сек.
- Типичное время жизни «долгоживущей» частицы: примерно 10^{10} сек. Частицы, живущие 10^{-10} сек, живут очень и очень долго по сравнению с частицами, живущими 10^{-23} сек. За время 10^{10} сек частица покрывает расстояние в один сантиметр, что более чем в миллион миллионов раз превышает ее собственные размеры.
- Мезоны (Пи и Мю -мезоны) живут соответственно 10^{-8} и 10^{-6} и удаляются более чем на 1 см.
- Нейтрон живет около 15 мин - по масштабам микромира практически бесконечно.
- Резонансы живут около 10^{-22} - самые короткоживущие частицы. *Наглядная модель:*

Частице требуется всего 10^{-22} сек для того, чтобы покрыть расстояние в десять раз превосходящее ее собственные размеры, что аналогично автомашине, проехавшей 100 м. За время 10^{10} сек (время жизни «долгоживущей частицы») частица пройдет 1 см, что аналогично автомашине, проехавшей 30 млрд. км. Короткоживущие частицы, имея время жизни порядка 10^{-20} сек, подобны автомашине, которая разваливается, не успев выехать за заводские ворота.

Масса:

- Масса электрона - $9 \cdot 10^{-28}$ г принимается за единицу измерения массы микромира,
 - Вселенная, по грубым оценкам, содержит около 10^{23} звезд (соответствует числу молекул в 1 г воды); средняя масса звезды - 10^{35} г; полная масса - около 10^{58} г. Каждый грамм вещества содержит примерно 10^{24} протонов,
- так что в известной части Вселенной по очень грубым оценкам содержится 10^{24} протонов, 10^{24} электронов, 10^{79} нейтрино и бесчисленное количество фотонов и гравитонов.



Схема 125. Структурные уровни организации материи (микромир: энергия, заряд)

- Материальная частица в известном смысле есть сконцентрированный и локализованный сгусток энергии. Количество энергии у покоящейся частицы пропорционально ее массе. При движении частица приобретает дополнительную энергию - кинетическую энергию. Формула Эйнштейна $E = mc^2$ связывает массу частицы m с ее собственной энергией E . Последняя пропорциональна массе. Множитель c^2 называется коэффициентом пропорциональности; он превращает единицы измерения массы в единицы измерения энергии.

- Единицей измерения энергии в микромире является *электронвольт* (электронвольт - это энергия, которую получает электрон, пройдя разность потенциалов в 1 В). Электронвольт очень маленькая величина

(1 эВ = $1,60 \cdot 10^{-19}$ Дж). В качестве иллюстрации: электронвольт составляет одну миллионную от одной миллионной доли эрга или $1,6 \cdot 10^{-12}$ эрг (1 эрг = 10^{-7} Дж; 1 Дж = 10 эрг). К примеру, одна калория составляет около 40 млрд. эрг ($4 \cdot 10^{10}$), а 1 кВт*час - почти в тысячу раз больше, т.е. $3,6 \cdot 10^{13}$ эрг.

Заряд:

- Основной единицей электрического заряда в мире элементарных частиц является заряд электрона, $1,6 \cdot 10^{-19}$ кулон. Это меньше одной миллиардной от одной миллиардной доли кулона. Один кулон примерно соответствует количеству заряда, которое каждую секунду протекает в лампе мощностью 100 Вт. Электрические заряды частиц в микромире являются целыми кратными величины $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл (элементарного электрического заряда - заряда электрона). У известных элементарных частиц $Q = 0, \pm 1, \pm 2$.

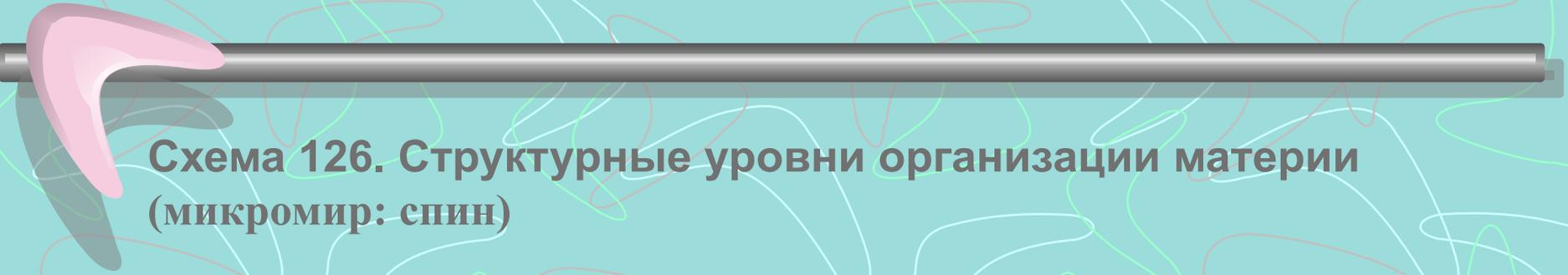


Схема 126. Структурные уровни организации материи (микромир: спин)

Спин:

* В атоме электроны вращаются вокруг ядра со скоростью порядка 1-10% и более от скорости света.

Электроны вращаются и вокруг своей собственной оси подобно волчку. Это вращение (или спин) является атрибутивным свойством многих элементарных частиц. Спин элементарной частицы является неизменным свойством частицы и всегда имеет одно и то же определенное значение

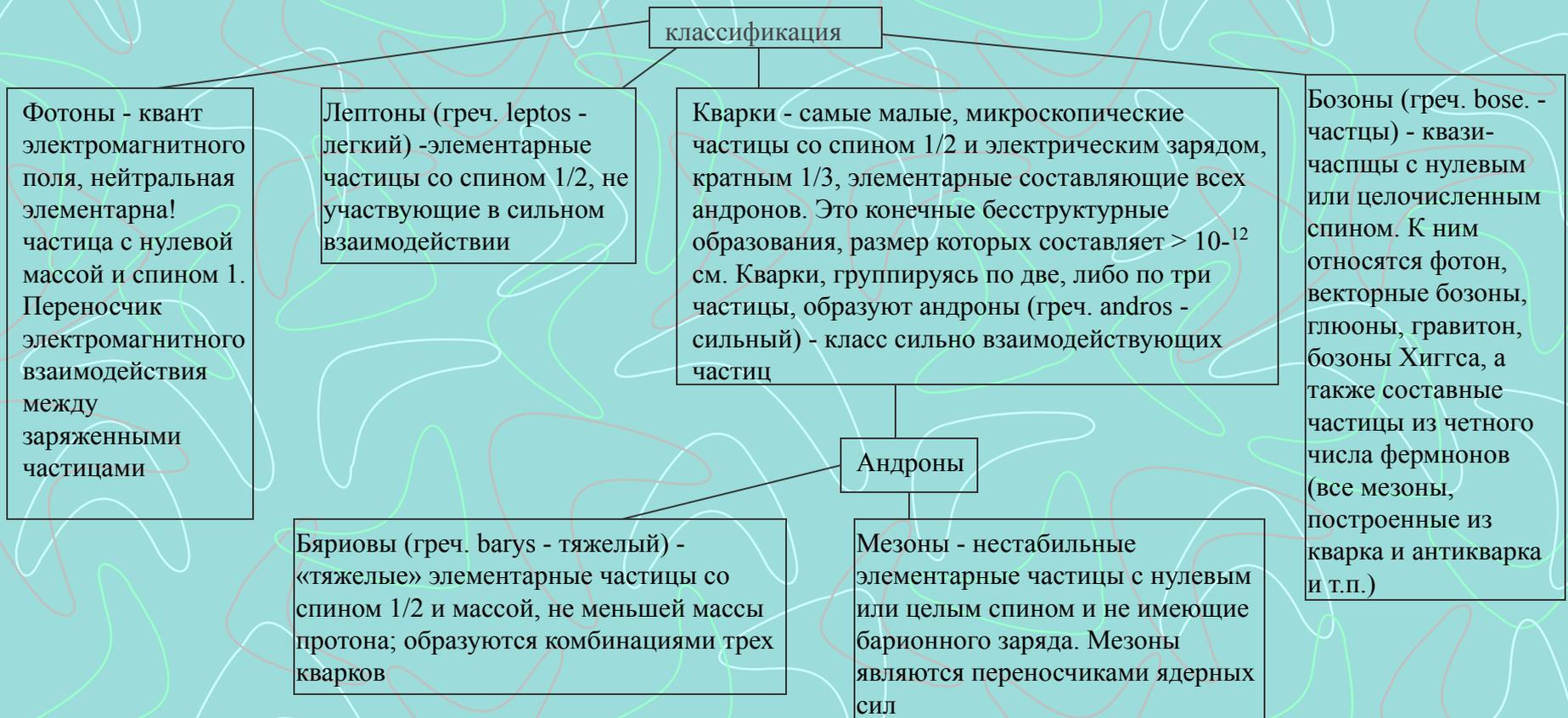
* Спин измеряется в терминах момента движения, который служит одновременно мерой массы, размера и скорости вращения. В отличие от классического момента количества движения, который может в непрерывной последовательности принимать любые значения, спин принимает только положительные дискретные значения, пропорциональные постоянной Планка (h). Коэффициент пропорциональности называется спиновым квантовым числом (δ). Значение δ -основных элементарных частиц могут быть целыми (0, 1, 2 ...) или полуцелыми (1/2, 3/2 ...). В этих единицах все лептоны и барионы имеют спин, равный 1/2, спин фотона равен 1, а спин гравитона равен 2.

* Спин элементарных частиц обозначается буквой δ и измеряется в единицах равных постоянной Планка: $h = h(2\pi c) = 1,0546 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Схема 127. Структурные уровни организации материи (общая классификация элементарных частиц)

Элементарные частицы

Микрочастицы - это неразложимые частицы, внутренняя структура которых не является объединением других свободных частиц; они не являются атомами или атомными ядрами, за исключением протона



Примечание: У каждой частицы имеется античастица. У частицы и античастицы одинаковы массы покоя, спин и время жизни.

Схема 128. Структурные уровни организации материи (истинно элементарные частицы)

Фундаментальные частицы

лептоны

кварки

кванты полей

Класс лептонов включает:
электроны; мюоны;
тяжелый тау-лептон;
электронное нейтрино; таонное
нейтрино; соответствующие
античастицы (6 видов).
Спин-1/2

Гипотеза кварков М. Гелл-Манн (1964 г.): Все адроны являются комбинациями кварков. Существует 6 типов кварков по аромату (квантовое число) в каждом из которых различается три цвета (еще одно квантовое число) - красный, зеленый, синий. Смесь этих цветов дает нулевой белый цвет. Объединение кварков предполагает два условия: суммарный электрический заряд кварков в адроне должен быть целочисленным; кварки, соединяющиеся в адрон, должны полностью компенсировать свои цветовые заряды и удовлетворять признаку бесцветности. Спин - 1/2

Кванты полей создаются частицами вещества со спином 1 (фотоны, векторные бозоны, глюоны, гравитоны, гравитино). Фотоны - переносчики электромагнитного взаимодействия между заряженными частицами; Векторные бозоны - переносчики слабых взаимодействий между кварками и Лептонами. Глюоны - нейтральные частицы со спином 1 и нулевой массой, обладающие цветовым зарядом; являются переносчиками сильного взаимодействия между кварками и «склеивают» их в адроны. Гравитоны (спин 2) теоретически предсказанные частицы, очень слабо взаимодействуют с веществом. Н-мезоны, гравитино (частицы Хиггса) не обнаружены экспериментально, но теоретически предсказаны



Схема 133. Структурные уровни организации материи (взаимодействие в микромире)

взаимодействие в микромире

Сильное взаимодействие - обеспечивает сильную связь протонов и нейтронов в ядрах атомов, кварков в нуклонах

Электромагнитное взаимодействие - обеспечивает связь электронов с ядрами, атомов в молекулах

Слабое взаимодействие - обеспечивает переход между разными типами кварков, в частности, определяет распад нейтронов, известный также как бета-распад; вызывает взаимные переходы между различными типами лептонов. За счет слабого взаимодействия светят звезды (протон превращается в нейтрон, позитрон и нейтрино)

Гравитационное взаимодействие - в микромире при расстояниях порядка 10^{-13} см может не учитываться, однако при расстояниях порядка 10^{-33} см начинают проявляться особые свойства физического вакуума - виртуальные сверхтяжелые частицы окружают себя гравитационным полем, искажающим геометрию пространства



Схема 141. Физическое взаимодействие (фундаментальные взаимодействия)

- Гравитационное взаимодействие имеет универсальный характер и выступает в виде притяжения. Оно является самым слабым из всех остальных взаимодействий (сила электростатического отталкивания электронов в 10^{40} раз больше силы их гравитационного притяжения). В классической физике гравитационное взаимодействие описывается законом всемирного тяготения Ньютона. В общей теории относительности гравитация - проявление кривизны пространственно-временного континуума (поле тяготения создает искривление пространства тем больше, чем больше тяготеющая масса). В квантовой теории, квантами поля тяготения являются гравитоны, которые переносят энергию, обладают импульсом и другими характеристиками

Электромагнитное взаимодействие имеет универсальный характер и может выступать в зависимости от знака заряда либо как притяжение, либо как отталкивание. Оно определяет возникновение атомов, молекул и макроскопических тел. Электромагнитное взаимодействие в 100-1000 раз слабее сильного взаимодействия. Электромагнитное взаимодействие описывается электростатикой, электродинамикой, квантовой электродинамикой

Слабое взаимодействие действует только в микромире и описывает некоторые виды ядерных процессов. Оно короткодействующее и характеризует все виды бета-превращений. Слабое взаимодействие слабее электромагнитного, но сильнее гравитационного. Слабое взаимодействие описывается теорией слабого взаимодействия, созданной в 1967 г. С. Вайнбергом и А. Саламом

Сильное взаимодействие обеспечивает связь нуклонов в ядре и определяет ядерные силы. Оно описывается теорией сильных взаимодействий (квантовой хромодинамикой)



Схема 155. Проблемы самоорганизации материи (самоорганизация в открытых системах)

Некоторые условия самоорганизации

Система должна быть открытой и иметь приток энергии и вещества извне

Открытая система должна находиться вдали от точки термодинамического равновесия

Наличие флуктуации. Процесс возникновения и усиления порядка через флуктуации характеризуют как принцип самоорганизации

Самоорганизация основывается на положительной обратной связи, в отличие от динамического равновесия систем, которое опирается на отрицательную обратную связь

Процесс самоорганизации системы возможен только при определенном, достаточном количестве взаимодействующих элементов

Процесс самоорганизации предполагает нарушение симметрии

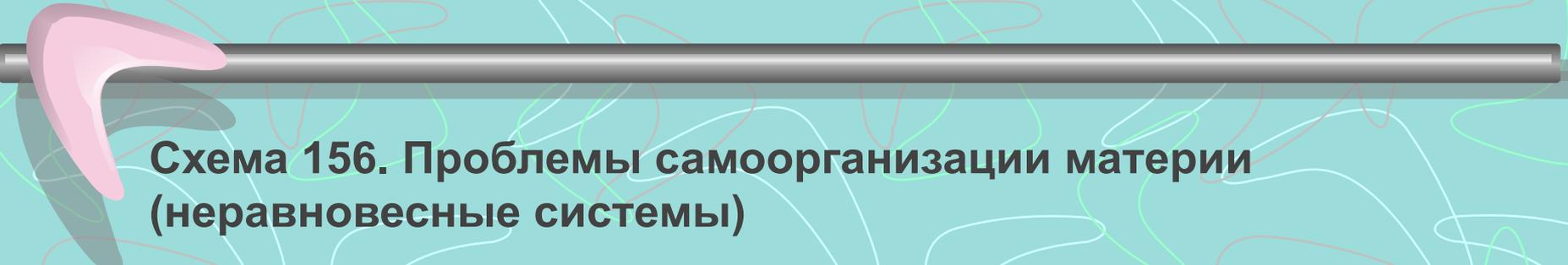


Схема 156. Проблемы самоорганизации материи (неравновесные системы)

Равновесные и неравновесные состояния системы

Неравновесное состояние

1. Система меняет свою структуру, реагируя на внешние условия. Приток энергии создает в системе упорядоченность; энтропия уменьшается.
2. Неравновесность - причина порядка системы; ее элементы ведут себя коррелировано.
3. Множество дискретных устойчивых состояний системы.
4. Чувствительность к флуктуациям.
5. Наличие бифуркации (критическое состояние, переломная точка в развитии системы).
6. Неопределенность поведения системы

Равновесное состояние

1. Система меняет свою структуру только при наличии сильных возмущений.
2. Элементы системы пребывают в хаотическом движении. Энтропия возрастает.
3. Одно дискретное устойчивое состояние системы.
4. Нечувствительность к флуктуациям.
5. Поведение системы характеризуется линейными зависимостями