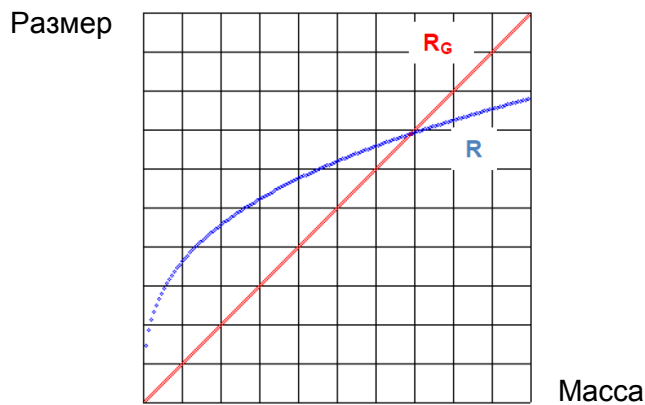


План выступления:

- Почему Вселенная НЕ МОЖЕТ НЕ БЫТЬ черной дырой.
- Альтернативная космологическая модель, новые граничные условия для уравнений Эйнштейна. Эволюция Вселенной.
- Сопоставление моделей. Предсказания альтернативной модели. Сравнение с данными наблюдений.
- “Большие” числа Дирака.
- Новые представления об энтропии Вселенной.
- Ответы на вопросы Левича.
- Релятивистский парадокс часов.
- Парадокс часов в квантовой механике для релятивистских квантовых частиц (безмассовых и массивных).
- Описание парадокса ЭПР.
- Парадокс ЭПР как экспериментальное проявление парадокса часов в квантовой механике.
- Парадокс отложенного выбора.
- Квантовая телепортация и дальнодействие в теории поля.
- Парадокс Тетраде Прямое межчастичное взаимодействие. Модель Фейнмана распространения частиц. Измерения без взаимодействия.
- Релятивистская причинность и корреляции.
- Заключение

Вселенная НЕ МОЖЕТ НЕ БЫТЬ черной дырой

Пусть наша Вселенная обладает *заданной* (средней) плотностью ρ (например, 10^{-29} г/см³). Тогда масса сферы радиуса R будет обладать массой M , а значит – и гравитационным радиусом $R_G \sim M$, пропорциональными кубу геометрического радиуса R этой сферы. Иными словами, геометрический радиус R будет пропорционален кубическому корню из массы M и R_G . Нелинейность этой зависимости означает, что, начиная с некоторого критического значения (зависящего от плотности ρ), гравитационный радиус этой сферы *обязательно* превысит ее геометрический размер, и она *неизбежно* превратится в черную дыру, для которой *критическая* плотность $\rho_{cr} \sim (R_G)^{-2}$ совпадет с заданной плотностью ρ . Таким образом, вследствие неотвратимости коллапса, Вселенная не может быть бесконечной, но должна быть черной дырой с радиусом, не превышающим $R_{крит} = 10^{28}$ см и массой $M_{крит} = 10^{56}$ г.



$$R_{крит} \approx \sqrt{\frac{3c^2}{8\pi G\rho}}$$

Альтернативная космологическая модель

Обычная система уравнений Эйнштейна-Фридмана решается с использованием **новых** граничных условий. (Параметрическое) время полагается пропорциональным радиусу кривизны Вселенной, что автоматически приводит к закону **линейного** расширения Вселенной и **линейному** же нарастанию **массы и энергии** вещества во Вселенной.

Космологические уравнения Эйнштейна-Фридмана

$$k(c/R)^2 + (\dot{R}/R)^2 + 2(\ddot{R}/R) = -8\pi GP/c^2$$

$$k(c/R)^2 + (\dot{R}/R)^2 = 8\pi G\rho/3$$

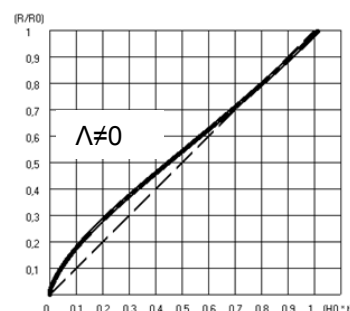
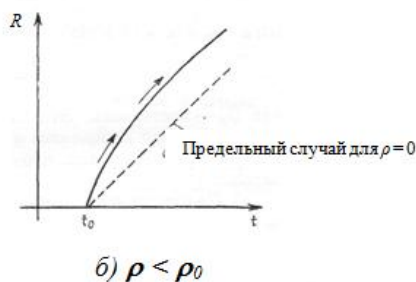
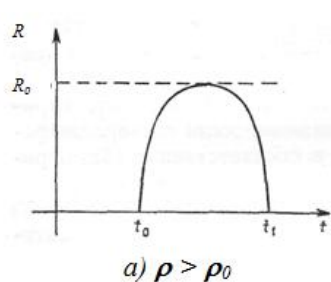
здесь: G - постоянная в законе всемирного тяготения Ньютона, c - скорость света, ρ - плотность, P - давление, $k = 0, 1$ или -1 в зависимости от знака кривизны.

Символы \dot{R} и \ddot{R} обозначают первую и вторую производную R по времени соответственно.

Граничные условия в Стандартной космологической модели:	Граничное условие в Альтернативной космологической модели
$M = \text{const}; P = 0$	$\dot{R} = c \text{ (const)}$

- 3 -

Эволюция Вселенной



СКМ ($\Lambda=0$). Давление и плотность определяются балансом *энергии разлета* и *энергии притяжения материи*, как это принято думать со времен Милна и Эддингтона.

Давление и плотность материи в АКМ являются *только* функциями размера Вселенной.

- 4 -

Теоретические следствия альтернативной модели

- Будучи черной дырой, Вселенная расширяется исключительно за счет поглощения материи из внешней среды. Ее размер и масса линейно растут со временем.
- Тезис об экспериментальном доказательстве неравномерности расширения Вселенной *неверен*, он основан не на самих наблюдениях, а на их гипотетической привязке к ненулевой космологической постоянной. На самом деле космологическая постоянная не требуется (равна нулю).
- Силы всемирного тяготения – это проявление отрицательного знака среднего давления материи.
- Вселенная геометрически замкнута, ее размер и масса конечны.
- Уравнение состояния Вселенной имеет вид $P = -\rho c^2/3$.

Сопоставление СКМ и АКМ

- “Проблема горизонта”, связанная с глобальной пространственной однородностью Вселенной. Однородность в СКМ обычно объясняется с помощью гипотезы о существовании фазы инфляции. Между тем, в рамках АКМ размер Вселенной со временем растет строго линейно, поэтому скорость удаления горизонта в точности совпадает со скоростью расширения Вселенной, так что данной проблемы просто не возникает.
- “Проблема плоскостности”. Плоская метрика Вселенной обосновывается расположением главного корреляционного пика ($l \sim 200$) на графике температурных флуктуаций космического микроволнового фонового излучения. Однако можно показать, что этот результат может быть получен методом, никак не связанным с гипотезой о характере пространственной метрики Вселенной.
- Пониженная яркость вспышек Сверхновых. Показано, что альтернативная модель предсказывает с точностью $\sim 15\%$ реально наблюдаемую зависимость.
- Альтернативная модель предсказывает реально наблюдаемую зависимость углового размера галактик от красного смещения
- Альтернативная модель предсказывает реально наблюдаемую зависимость численности галактик от красного смещения

Предсказания альтернативной космологической модели

- АКМ предсказывает, что самые “старые” реликтовые фотоны за 13,7 млрд. лет расширения Вселенной успевают совершить “кругосветное” путешествие и снова появиться в той части небосвода, в которой мы могли бы их видеть в раннюю эпоху существования Вселенной, если бы мы и Земля тогда существовали. Указанный феномен может объяснить наличие *начального* ($l \sim 3-7$) пика температурных флуктуаций космического микроволнового фонового излучения, чего СКМ не предсказывает.
- Группа ученых под руководством профессора Субира Саркана из отделения физики Оксфордского университета выразила сомнение в стандартной космологической концепции. Используя значительно расширенный набор данных — каталог из 740 сверхновых типа Ia, более чем в 10 раз превышающий по размерам оригинальную выборку — ученые выяснили, что сведения о расширении могут быть менее точными, чем считалось раньше. Данные соответствуют *постоянному* темпу расширения.
- Группа профессора Ф. Мелиа (профессор физики, астрономии и прикладной математики Аризонского университета) проанализировала большое количество астрофизических наблюдательных данных, и все они свидетельствуют в пользу модели линейного расширения Вселенной ($R = cT$), в том числе получили прямое подтверждение для нескольких десятков квазаров.

Альтернативная космологическая модель и “большие числа Дирака”

“Планковские” единицы определены соотношениями:

$$m_p = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \approx 2.1 \cdot 10^{-5} \text{ г}, \quad l_p = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \approx 1.6 \cdot 10^{-33} \text{ см}, \quad \rho_p = \frac{m_p}{l_p^3} \approx 10^{94} \text{ г/см}^3$$

поэтому

$$\frac{m_p}{l_p} = \sqrt{\frac{(\hbar c / G)}{(\hbar G / c^3)}} = \frac{c^2}{G} \approx 10^{28} \text{ г/см}$$

Далее:

$$R_G = 2GM / c^2$$

где R_G – гравитационный радиус тела с массой M , c – скорость света.

Обозначим современный радиус Вселенной через R_U , а ее современную массу – через M_U . Если считать справедливой гипотезу о том, что наша Вселенная является черной дырой, то отношение между ее массой и радиусом в любую (в том числе – современную) эпоху будет примерно равно (с точностью до множителя 2) постоянной величине

$$\frac{M_U}{R_U} \approx \frac{c^2}{G}$$

Таким образом, мы получаем

$$\frac{M_U}{R_U} = \frac{m_p}{l_p} = \frac{c^2}{G}$$

Отсюда

$$\frac{M_U}{m_p} = \frac{R_U}{l_p} \approx 10^{60}$$

Если принять, что “планковский” момент времени есть момент Большого Взрыва, то мы приходим к замечательным выводам: *начальный размер нашей Вселенной был равен $l_p \approx 10^{-33}$ см, а ее начальная масса была равна $m_p \approx 10^{-5}$ г.*

Новые представления об энтропии Вселенной

СКМ исходит из того, что наша Вселенная – термодинамически замкнутая система, ее масса и энергия постоянны. Напротив, в альтернативной космологической модели масса и энергия Вселенной линейно растут со временем, поступая в нее извне (она оказывается термодинамически открытой системой). Такой процесс обеспечивает возможность непрерывного накопления во Вселенной *отрицательной* энтропии, т.е. ее неуклонной поступательной эволюции, в противоположность концепции “тепловой смерти”.

Ответы на некоторые вопросы, которые сформулировал А.П. Левич 15.11.2011

Научное обсуждение представлений о времени и пространстве вне конкретной модели бессмысленно	Да, и представленная модель неразрывно связано с конкретной концепцией времени
Что означает течение времени? Равномерно ли это течение? Как связаны время и пространство? Необратимость времени.	Течение времени – это процесс необратимого расширения черной дыры. Оно равномерно по определению. Внешнее пространство 4-мерно, а время – это нормаль к сферической 3-оболочке.
Что такое движение?	Нет отдельных движений, все движения синхронизированы, как при движении или остановке киноплёнки.
Откуда берется Новое в Мире?	Состояние черной дыры меняется тогда и только тогда, когда она поглощает энергию извне
Часы и линейки в Мире	Время и расстояние измеряются как отношение собственных параметров волны де Бройля элементарной частицы к размеру черной дыры

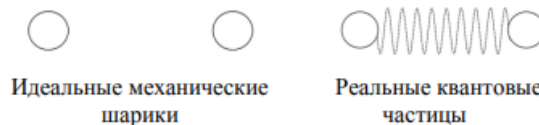
Релятивистский парадокс часов

Согласно теории относительности, если один объект движется относительно другого, то для него время течет медленнее. Например, каждый спутник системы GPS мчится по орбите со скоростью около 14 000 км/с, а значит, атомные часы на нем отстают – вследствие движения – от земных примерно на 7 мкс за сутки (*собственное* время движения меньше: $t_{GPS} = t_{земл} \sqrt{1 - v^2 / c^2}$). С увеличением скорости *собственное* время движения уменьшается; так, для фотона, летящего к Земле даже от очень далекого квазара, *собственное время вообще не течет* (останавливается).

Пусть теперь **два** объекта – например, ракеты – разлетаются из общего центра во взаимно противоположных направлениях и обладают одинаковой по абсолютной величине скоростью v . В новой системе отсчета, связанной с одной из ракет, другая ракета будет удаляться от нее со скоростью $u=2v$ (в нерелятивистском приближении). Если же скорость удаления достаточно велика, то скорость взаимного удаления должна вычисляться по известному правилу теории относительности: $u=2v/(1+v^2/c^2)$, где c – скорость света в вакууме. Иначе говоря, и для разлетающихся со скоростью света фотонов расстояния и отрезки времени также обращаются в нуль.

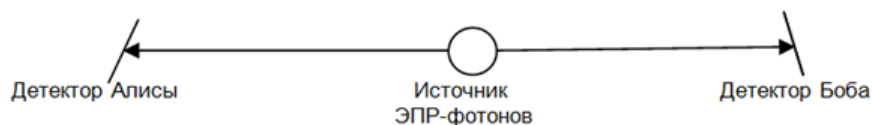
Парадокс часов в квантовой механике

Таким образом, при полете фотона или при разлете пары запутанных фотонов время для них не течет (останавливается), поскольку они распространяются со скоростью света. Казалось бы, этот эффект не должен был бы иметь для частиц с *ненулевой* массой, поскольку их скорость движения меньше скорости света. Однако для квантовых частиц, обладающих *волновыми* свойствами, реальность устроена сложнее. Так, в теории релятивистского электрона Дирака операторы для составляющих скорости электрона не коммутируют между собой, а собственные значения каждого из них в результате измерения обязательно должны быть равны по абсолютной величине скорости света c . Такой парадоксальный результат Шрёдингер объяснил наличием у электрона *двух* компонент скорости – обычной (медленной) и быстро осциллирующей с частотой, отвечающей периоду волны де Бройля для электрона. Близкую модель с *безмассовыми* компонентами *zig* и *zag* описал Пенроуз. Наконец, в работе Вонсовского и Свирского еще более ясно сформулировано, что “дрожательному” движению соответствует представление стационарного состояния электрона в виде суперпозиции двух собственных состояний оператора скорости с собственными значениями $+c$ и $-c$. В итоге возникает наблюдаемая “эффективная” скорость электрона, которая оказывается уже *меньше* скорости света.



ЭПР- парадокс – 1

Одним из наиболее известных парадоксов квантовой теории является наличие корреляций между состояниями двух достаточно удаленных запутанных частиц (парадокс ЭПР).



Общий источник излучает пару запутанных фотонов, поляризационное состояние которых может быть измерено Алисой и Бобом (каждый измеряет линейную поляризацию “своего” фотона). Степень корреляции состояний зависит только от разности углов между ориентациями поляризаторов, выполняющих роль детекторов. Здесь моменты времени регистрации фотонов определяются в *лабораторной системе отсчета*.

ЭПР- парадокс – 2

Степень корреляции состояний зависит только от разности углов между ориентациями поляризаторов, выполняющих роль детекторов. После эмиссии ЭПР-пары вплоть до измерений состояние фотонов считается неопределенным. При этом квантовая механика подразумевает, что измерение, выполненное в каком-либо месте, приводит к “мгновенному” воздействию на всю систему в целом (включая любую ее часть) и переводит ее в измеренное собственное состояние. Заметим, что по ряду причин идеальная синхронизация измерений невозможна. Обычно считается, что “коллапс волновой функции” (детерминированность состояния после измерений) обоих фотонов вызван уже первым по времени измерением. Это означает, что, вообще говоря, даже если только Алиса (или только Боб) измерит поляризацию своего фотона, то и в этом случае состояние другого фотона *мгновенно* окажется определенным. Обычно по умолчанию подразумевается, что оба измерения проводятся в одной и той же лабораторной системе отсчета (где оба детектора неподвижны), т.е. по единой шкале времени. А *“частица, попавшая в измерительное устройство позже, может ‘подозреваться’ в том, что она каким-то образом учитывает результат, полученный для ранее измеренной частицы”*.

Парадокс ЭПР как экспериментальное проявление парадокса часов в квантовой механике

Парадокс часов позволяет понять, что происходит: для второго фотона, удалявшегося от первого фотона со скоростью света, время путешествия “не течет” и пройденное расстояние в пространстве “не увеличивается”, т.е. *мера квантовой нелокальности для нашей системы фотонов, оказываясь величиной относительной, уменьшается до нуля*. И это не кажущийся, а совершенно объективный феномен, идентичный реальной разнице в замедлении времени движущегося объекта по сравнению с неподвижным. Более того, *только* в лабораторной системе отсчета сохраняет смысл говорить о различии в моментах измерения над одним и другим запутанными фотонами: для них в действительности это всегда *синхронные* события, какими бы разновременными они ни казались в лабораторной системе отсчета. Собственно говоря, ЭПР-опыты являются прямым подтверждением этого факта.

Эксперименты с отложенным выбором

Квантовая нелокальность ярко проявляется в так называемых экспериментах с отложенным выбором, создающих у лабораторного наблюдателя *иллюзию*, что результаты квантового эксперимента фиксируются (корректируются) уже *после его завершения*. Так, в ряде экспериментов с так называемым “квантовым ластиком” один из разлетающихся запутанных фотонов направлялся на детектор, а другой подвергался измерению первого или второго типа. В зависимости от (случайного) выбора типа измерения первый фотон оставлял на детекторе след, образующий при многократном повторении опыта либо волновую (интерференционную), либо корпускулярную (без интерференционных полос) картину. На результаты опыта *не влияло, что происходит раньше* (в лабораторной системе отсчета !) – измерение над вторым фотоном либо детектирование первого фотона.

Эта коллизия также разрешается, с нашей точки зрения, с помощью квантового парадокса часов. Не следует рассматривать этот процесс в лабораторной системе отсчета. Для каждого из двух фотонов “собственное” время движения все время остается равным нулю, каким бы разным ни *казалось* расстояние, пройденное ими в *лабораторной* системе отсчета.

Квантовая телепортация и дальное действие в теории поля

Квантовый парадокс часов позволяет найти объяснение другим удивительным феноменам. Одним из них является хорошо известное явление квантовой телепортации, когда неизвестное квантовое состояние *мгновенно* передается на (теоретически сколь угодно большое) произвольное расстояние. Так, в 2017 году в Китае осуществили квантовую телепортацию между космосом и Землей на расстояние более 1,2 тысячи километров.

В классической физике конкурируют две концепции:

- концепция близкого действия, в которой взаимодействия передаются через особых материальных посредников и осуществляются с конечной скоростью;
- концепция дальнего действия, когда тела должны действовать друг на друга без материальных посредников (через “пустоту”) на любом расстоянии и мгновенно.

Однако с учетом квантового парадокса часов обе эти концепции объединяются в одну: фотоны электромагнитного поля, являясь материальными посредниками, мгновенно (с их “точки зрения”) переносят взаимодействия.

Парадокс Тетроде. Прямое межчастичное взаимодействие

Известна замечательная по глубине мысль Хьюго Тетроде

“Солнце не излучало бы, если бы где-либо не нашлось тела, способного поглотить это излучение ... Например, если я вчера наблюдал с помощью телескопа звезду, удаленную, скажем, на 100 световых лет, то не только я знаю, что испущенный ею 100 лет назад свет достиг моего глаза, но также и звезда или ее отдельные атомы уже 100 лет назад знали, что я, который даже еще не существовал тогда, вчера вечером увижу этот свет в такое-то время.”

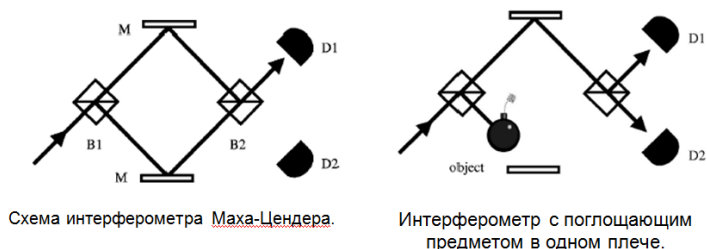
Но как удаленная звезда может “знать”, где и когда в будущем будет зарегистрирован испущенный ею фотон? С нашей точки зрения, это яркий пример проявления нелокальности, характерный для лабораторной системы отсчета. Уилер и Фейнман в 1945 году, стремясь обосновать тезис Тетроде, предложили схему “мгновенного” (прямого межчастичного) взаимодействия электронов со всеми возможными будущими поглотителями испускаемого ими излучения. Эта идея, в частности, позволяет легко вывести т.н. “радиационное затухание” излучения, но при этом использует довольно сложные представления о комбинации опережающих и запаздывающих волн. С нашей точки зрения можно рассматривать прямое межчастичное взаимодействие (дальнодействие) как одно из проявлений эффекта нелокальности; заметим, что это можно считать подтверждением нашей гипотезы для *массивных* частиц.

Модель Фейнмана распространения квантовых частиц

Как известно, Ричард Фейнман предложил модель распространения квантовых частиц, в которой реальная траектория между точками А и В возникает как некоторая сумма всех гипотетически возможных виртуальных траекторий, взятых со своими фазовыми множителями. Но как частица успевает мгновенно “прощупать всю Вселенную”? Некоторые физики считают, что это всего лишь математическая конструкция. Однако по нашему мнению, в соответствии с парадоксом часов для частицы, движущейся со скоростью света, вся Вселенная “стягивается” в 4-мерную точку нулевого размера, так что подобное “прощупывание” действительно может происходить мгновенно.

Измерения без взаимодействия

В 1993 г. Elitzur и Vaidman предложили эксперимент, в котором иногда может быть выявлено присутствие некоторого объекта без поглощения фотона. Эксперименты, подтверждающие осуществимость ИБВ, были выполнены Kwiat et al.



В схеме слева фотон может попасть только на детектор D1. Предположим, что в нижнем плече интерферометра вместо зеркала находится абсолютно поглощающий предмет, как показано справа. Фотон может достичь первого детектора, как и раньше, но теперь он также имеет вероятность быть поглощенным или попасть во второй детектор. Последняя возможность представляет собой измерение присутствия объекта без взаимодействия, потому что свет никогда не попал бы во второй детектор, если бы поглощающий объект отсутствовал. Объяснение обычно основывается на квантовой нелокальности. Если же принять нелокальность *относительной*, то парадокс исчезает.

Релятивистская причинность и корреляции

Интересным представляется вопрос о *сущностных* различиях между причинным воздействием одного объекта на другой (с одной стороны) и корреляцией между состояниями этих объектов (с другой стороны). С нашей точки зрения, между причинно-следственной связью и корреляционной связью существует “плавный” физический переход. В лабораторной системе отсчета мгновенное взаимодействие между запутанными частицами выглядит как взаимодействие со *сверхсветовой* скоростью. При этом интервал собственного времени фотона представляется мнимой величиной, это соответствуют чисто *колебательному* процессу и реализуется с очень высокой частотой, отвечающей *энергии покоя* элементарной частицы (примером является “дрожание” дираковского электрона). *Среднее* (но не *среднеквадратичное!*) значение переносимой энергии в таких колебательных процессах равно нулю. Иными словами, направленная *передача* энергии из одной точки пространства в другую принципиально отсутствует, но это в общем случае не означает, что между данными точками принципиально отсутствует *любое* физическое взаимодействие.

В канун 1900 года сэр Вильям Томсон (лорд Кельвин), президент Лондонского королевского общества заявил: “Сегодня можно смело сказать, что грандиозное здание физики — науки о наиболее общих свойствах и строении неживой материи, о главных формах ее движения - в основном возведено. ... Физика практически вся закончена, есть только два облачка на ее ясном горизонте: одно - опыт Майкельсона, другое — трудности теории теплового излучения”. Как известно, вскоре эти два “облачка” трансформировались в теорию относительности и квантовую механику.

Я надеюсь, что мои усилия в течение последних 25 лет, основанные на двух счастливых догадках и длительной работе, послужили дальнейшему развитию этих двух магистральных направлений теоретической физики (см. мой сайт www.timeorigin21.narod.ru).

Хочу выразить глубочайшую благодарность за поддержку покойному руководителю нашего семинара Александру Петровичу Левичу и моему другу Александру Викторовичу Московскому.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!