

## **Time in life, technology and physics**

Victor G. Gorshkov, Anastassia M. Makarieva

*Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Russia*

### Abstract

Spatial localization and velocity are observable characteristics of mass objects. Time is defined as the ratio of distance to velocity. Such a definition of time allows the possibility of time reversal (isotropy) similarly to the isotropy of space under mirror reflection. However, the possibility of time reversal contradicts observations. Here we introduce a universal definition of time based on the law of identity of elementary particles, atomic and molecular excited states, and the law of half-life of these objects. Decay can occur at rest, or it can lead to the appearance of a non-zero velocity in mass objects. Decay is an event. In the absence of decay, the event and time do not exist. Time has a direction from the prepared excited state to the products of its decay. The decay is irreversible. Therefore, time reversal is impossible. The introduced definition of time is consistent with all observations in life, civilization and physics.

## **Время в жизни, технике и физике**

В.Г. Горшков, А.М. Макарьева

*Петербургский институт ядерной физики, Гатчина, Россия*

### Аннотация

Локализация в пространстве и скорость массовых объектов являются наблюдаемыми характеристиками. Время определяется как расстояние, делённое на скорость. Подобное определение времени допускает возможность обращения (изотропии) времени подобно изотропии пространства при зеркальном отражении. Возможность обращения времени противоречит наблюдениям. В статье вводится универсальное определение времени на основе закона тождественности элементарных частиц, атомных и молекулярных возбуждённых состояний и закона времени полураспада этих состояний. Распад может происходить в покое, а может приводить к возникновению скорости у объектов с массой.

Распад представляет собой событие. В отсутствие распада событие и время не существуют. Время имеет направление от приготовленного возбуждённого состояния к продуктам его распада. Распад необратим. Поэтому обращение времени невозможно, что согласуется с наблюдениями. Показано, что введённое определение времени согласуется со всеми наблюдениями в жизни, цивилизации и физике.

### *1. Введение*

В большинстве разделов теоретической физики предполагается изотропия времени, которая означает возможность изменения направления времени. Уравнения движения классической физики не содержат информации о распаде возбуждённых состояний. Эти уравнения описывают переходы потенциальной энергии в кинетическую и обратно для двух единственных видов дальнего действия, гравитационного и электромагнитного. Время при гравитационном взаимодействии космических масс определяет периоды переходов потенциальной энергии в кинетическую, как в колебаниях маятников без затухания, или вращения взаимодействующих масс по круговым или эллиптическим орбитам, характеризующим энергию связи взаимодействующих масс. Во всех этих случаях не происходит никаких изменений процессов кроме нарастания числа колебаний или вращений от принятого начального состояния. Это число называют временем. Такое время не имеет направления и может быть обращено, т.е. подчиняется условию изотропии.

Изменение процессов происходит только при учёте затухания и распада возбуждённых состояний. Основное достижение квантовой физики состоит в открытии тождественности основных и возбуждённых состояний атомов, молекул и атомных ядер. Невозможно эмпирически отличить тождественные состояния одно от другого. Все возбуждённые состояния подчиняются закону полураспада. Согласно этому закону из начального числа тождественных возбуждённых состояний спустя время полураспада, рассчитанное по числу незатухающих колебаний или вращений, в произвольных внешних объектах остается половина не распавшихся возбуждённых состояний, тождественных

первоначальным. Вторая половина претерпевает спонтанный или индуцированный процессами в окружающей среде распад.

Индуцированное возбуждение уменьшает время полураспада, но не меняет закон полураспада – всегда остаются не подвергшиеся распаду состояния, тождественные начальным условиям. Этого явления нет в компьютерных программах, работающих на макроскопических ячейках памяти. В них индуцированный внешним воздействием вирус может исказить весь существующий набор программ, не оставив ни одной первоначальной ненарушенной программы.

Не распавшиеся состояния не стареют и не изменяются. “Стареют” и “изнашиваются” только подвергшиеся распаду возбуждённые состояния. Время полураспада – фундаментальная константа, одинаковая для всех конкретных распадающихся состояний независимо от их “возраста”. Жизнь способна отбирать квантовые программы с наименьшим или оптимальным временем полураспада в окружающей жизни среде.

Время определим как число произвольно выбранных незатухающих колебаний или вращений, произошедшие от начала приготовления определённого числа упорядоченных, способных к распаду состояний, до конца полного распада всех возбуждённых состояний. После этого время исчезает, если не приготавливается новое возбуждённое состояние. Направление времени однозначно связывается с уменьшением числа возбуждённых состояний, что автоматически связывает причину и следствие. Распад возбуждённого состояния сопровождается выделением энергии, которая может быть направлена по дополнительным каналам распада. Мощность процесса равна энергии половины распавшихся состояний, делённой на время полураспада. Распад приготовленного упорядоченного, способного к распаду состояния, представляет собой событие. В отсутствие распада события и время не существуют.

Вся жизнь и цивилизация поддерживается упорядоченной солнечной радиацией, близкой к излучению абсолютно чёрного тела с температурой  $T_C = 6000$  К. Земля, получая солнечную радиацию, состоящую из безмассовых фотонов, превращает её после возмущения массовых объектов земной поверхности и распада последних, в безмассовые фотоны теплового излучения с температурой  $T_3 = 300$  К. Закон сохранения энергии означает, что мощность солнечной радиации, поглощённой земной поверхностью, подвергается распаду на тепловую радиацию через огромное разнообразие каналов распада жизни, цивилизации и неживой природе ветров, океанских течениях, ураганов, смерчей.

Так как излучение абсолютно чёрного тела состоит из фотонов с энергией  $kT$ , где  $k$  – постоянная Больцмана, то каждый солнечный фотон со средней энергией  $kT_C$  распадается на  $n \approx T_C/T_3 = 20$  тепловых фотонов Земли с энергией  $kT_3$ . Этот распад солнечных фотонов на тепловые фотоны земного излучения формирует все события и время всех процессов на земной поверхности. Если бы Солнце посылало на Землю ту же мощность излучения, что и сейчас, но в тепловом диапазоне с  $T_C = T_3 = 300$  К, то Земля могла бы оставаться такой же теплой, как и сейчас, но распад солнечного излучения на Земле был бы невозможен. Никакие процессы, связанные с распадом, включая жизнь, происходить бы не могли. Время остановилось бы.

Отсутствие вечных двигателей второго рода, соответствующие невозможности использования теплового излучения и превращения тепловой энергии в любые наблюдаемые события означает невозможность обращения времени.

Способные к распаду упорядоченные состояния медленно приготавливаются за счёт солнечной радиации. Однако в отсутствие программы управления распадом этих состояний жизнью и созданной жизнью цивилизацией распад упорядоченных состояний происходит взрывоподобно с

разрушением возможного разнообразия каналов распада. Медленное испарение жидкой влаги под воздействием солнечной радиации с образованием водяного пара приводит к возможности подъёма и охлаждения воздуха и конденсации водяного пара с любой скоростью, на порядки величин превосходящей скорость испарения. В результате, возникают взрывоподобные явления ураганов и смерчей с быстрым расходом всего накопленного водяного пара.

Неподвижная жизнь лесов, грибов и бактерий на суше способна замедлять скорость конденсации водяного пара, засасывая влагу, испарившуюся с океана, на сушу. При этом скорости испарения и конденсации выравниваются, и появляется возможность непрерывного течения времени в результате программы генерируемых жизнью каналов распада. Биомасса неподвижной жизни остаётся постоянной за счёт равенства скорости синтеза органических веществ растениями и скорости разложения синтезируемых органических веществ неподвижными бактериями и грибами как на суше, так и в океанах.

Цивилизация добилась замедления распада урана в ядерных реакциях деления, но не преуспела в замедлении распада приготовленного начального состояния в термоядерной реакции синтеза.

Крупные животные, включая человека, могут разрушать биомассу неподвижной жизни с любой скоростью, намного превосходящей скорость её генерации в медленном процессе фотосинтеза. Непрерывность времени жизни поддерживалась только за счёт чрезвычайно малой доли потребления биомассы крупными животными. Переход на полностью взрывное потребление всей синтезируемой биомассы крупными животными и человеком может разорвать непрерывность времени и разрушить устойчивое состояние жизни на Земле, см. Таблицу 1. Таким образом, непрерывное время, текущее на Земле, определяется жизнью в регулируемых ею каналах распада, т.е. является следствием существования жизни. Только в объёме Солнца происходит замедление

термоядерной реакции за счёт испускания солнечной радиации, предотвращающей гравитационное сжатие Звезды. Это единственное замедление, не зависящее от жизни на Земле.

## *2. Квантовая и классическая природа жизни*

Долгоживущие нестабильные изотопы ядер позволили установить абсолютную геохронологию и эволюционную хронологию происхождения и вымирания видов (Горшков, 1990; 1995). Все живые организмы живут во внешней окружающей среде. Жизнь в вакууме невозможна. Генетическая программа взаимодействия внутренней среды организма с внешней окружающей средой для видов биоты записана на полимерной макромолекуле ДНК – геноме вида, которая подчиняется закону полураспада.

Жизнь сохраняет устойчивость, если генетическая информация не претерпевает распад и остается тождественной друг другу в любой момент времени. Это возможно, если копирование числа нераспавшейся генетической нормы восполняет потери, потраченные на распад. Отсюда из физического закона полураспада следует, что жизнь может существовать только в виде популяции нормальных, безошибочных и распадных, ошибочных генетических программ. Для сохранения числа нормальных нераспавшихся программ необходимо, во-первых, точное совпадение скорости копирования и скорости распада генетической программы и, во-вторых, либо запрет копирования распадных программ, либо их немедленное удаление из популяции. Не существует квантовых физических процессов, в которых было бы выполнено хотя бы одно из этих условий. Отказ от квантовости уничтожает тождественность и квантовый закон полураспада, что не позволяет неограниченно сохранять устойчивость жизни.

Жизнь нашла нетривиальный выход из положения, удовлетворив оба требования, определив смысл нормальной генетической программы и

обеспечив возможность существования жизни в окружающей среде земной поверхности.

На основании квантовой генетической программы жизнь создала классические особи с внутренней средой организма, которые активно взаимодействуют с внешней окружающей средой. Все процессы распада во внутренней среде организма без учёта взаимодействия с внешней средой происходит одновременно по огромному, строго контролируемому генетической программой разнообразию каналов распада, управляемых синтезом катализаторов, в основном, белков. Этот распад, определяющий все жизненные процессы, компенсируется потреблением способной к распаду внутри организма пищей и энергией.

Генетические программы, приготовленные для следующего поколения у каждой особи, сохраняются в зародышевой линии, которая практически не взаимодействует ни с внутренней, ни тем более с внешней окружающей средой. В силу распада в процессе приготовления в зародышевых линиях возникают как нормальная, так и распадные программы.

У нормальной родительской особи, построенной на основе нормальной генетической программы, в зародышевой линии всегда присутствует наряду с распадными и нормальная генетическая программа, не искажённая её взаимодействием с внешней и внутренней окружающей средой. Родительские особи с нормальной безошибочной генетической программой в процессе жизни обеспечивают копирование генетической программы и совместно с нормальными потомками устраняют произведённых ими распадных особей с ошибочной программой путём конкурентного взаимодействия всех особей в популяции.

Устранение зародышевых линий от взаимодействия с внутренней и внешней окружающей средой организма, совместно с ликвидацией распадных

особей, является уникальной особенностью жизни, позволяющей сохранять неизменной нормальную генетическую программу, которая не встречается в неживой природе (Горшков, Макарьева, 2016).

### *3. Неподвижные, передвигающиеся животные и технические средства цивилизации*

Более 90% (по биомассе) жизни составляет неподвижная биота растений, грибов и бактерий. Для этой биоты в силу закона полураспада существует время, но не существует понятия скорости передвижения на расстояние и уравнений движения. Следовательно, невозможно определение времени как отношение расстояния к скорости<sup>1</sup>. Диссипация потребляемой энергии в тепловое излучение происходит внутри тела неподвижного организма.

Передвигающиеся животные характеризуются стационарными скоростями передвижения. Совершенно также устроены все транспортные средства цивилизации. Ускорение и торможение, требующие использования уравнений движения, составляет ничтожно малую часть времени передвижения как у животных, так и у технических средств передвижения. Все биотические и технические средства передвижения основаны на распаде заранее приготовленной, жестко связанной с объектом, в котором происходит распад.

С рождением тело особи строится в так называемой соматической линии (линии построения многоклеточного тела организма), в которой невозможно удаление распадных изменений, накапливаемых неограниченно. Соматическая линия перестает подчиняться квантовому закону полураспада и не сохраняет информацию о начальных условиях. Поэтому все особи, нормальные и распадные (как и все технические средства передвижения), являются

---

<sup>1</sup>Больной человек лежит и стареет. Нет ни расстояния, ни скорости, а время распада существует.



классическими, неквантовыми объектами, которые стареют, разрушаются и умирают.

Бессмертной поддерживается только нормальная квантовая генетическая программа биологического вида, сохраняемая в зародышевой линии. Время не изменяющейся безошибочной нормальной (но не распадной, ошибочной) генетической программы вида остановлено и не существует от возникновения до вымирания вида. Совершенно также остановлено время любого основного состояния атомов и молекул. Например, золото тысячи лет назад было таким же, как и сейчас.

Время при передвижении животных и технических средств цивилизации определяется как длина, деленная на скорость передвижения, только при наличии расхода приготовленной заранее способной к распаду движущей энергии (пищи животного, бензина или электродвижущей силы технического средства передвижения), определяющей преодоление трения и наличие ускорения движения. В отсутствие распада приготовленной движущей силы определение времени как длины, деленной на скорость, теряет смысл.

Программа нормальных особей обеспечивает поддержание в оптимальном состоянии не только внутреннюю среду организма, но и внешнюю пригодную для жизни особей окружающую среду. Время жизни особи каждого вида определяется хаотическим (классическим неквантовым) распадом внутренней среды организма. Эволюция происходит в результате приготовления генетической программы нового вида и вымирания старого в процессе взаимодействия всех видов биоты, подобно процессу фазового перехода в физике.. В обоих случаях время может быть измерено в произвольно выбранных масштабах периодов колебаний, не имеющих направления (год), либо с фиксированной скоростью распада (цезий). Само время течёт только в одном направлении от приготовления упорядоченных структур к их распаду.

#### *4. Окружающая среда и метеорология*

Уравнения движения жидкостей и газов в окружающей среде в пренебрежении трением определяются уравнениями Эйлера. Молекулярную вязкость, характеризующую трение, удалось описать введением двух констант в уравнения Эйлера, которые в этом виде называются уравнениями Навье-Стокса. Эти константы связаны с масштабами скоростей движения молекул при заданной температуре и длиной свободного пробега молекул. Они определяются эмпирически для конкретных жидкостей и газов.

Но в метеорологии молекулярная вязкость проявляется только при падении мелких капель дождя. При этом с высокой точностью подтверждается закон Стокса, включающий константы молекулярной вязкости. Однако все остальные процессы направленного движения газов и жидкостей разрушаются процессами рассеяния, сопровождаемыми турбулентной вязкостью, которая на четыре порядка величины больше молекулярной вязкости. Без количественного введения турбулентной вязкости традиционные уравнения для температурных ветров не замкнуты и не решаемы.

Не существует общепринятого универсального определения турбулентной вязкости, подобного молекулярной вязкости. Поэтому все расчёты движения воздуха в атмосфере и воды в океанах зависят от произвола выбора турбулентной вязкости, выписываемой по аналогии с молекулярной вязкостью с константами, подгоняемыми во всех моделях под наблюдения без анализа физических масштабов турбулентности. Произвол выбора зависимости от времени (определенного как расстояние, делённое на скорость) различных характеристик ураганов и смерчей в этой области теоретической физики позволяет получить любые значения для интенсивности и продолжительности любых циркуляций воздуха, штормов, ураганов и смерчей.

Турбулентная вязкость характеризуется двумя основными масштабами: высотой атмосферы и скоростью движения воздуха. Турбулентную вязкость можно записать в виде суммы аналога трения покоя, пропорционального весу движущегося объёма воздуха (весу технического средства или тела животного) и аэродинамического сопротивления, пропорционального квадрату скорости (Ландау, Лифшиц, 1954). Это было предложено для описания передвижения животных по земле (Горшков, 1983) и в полёте (Горшков, 1984) и движения воздуха в атмосфере (Makarieva, Gorshkov, 2009a; Горшков и др., 2012; Макарьева и др., 2014), где получено уравнение для мощности горизонтального, вызванного конденсацией водяного пара, ветра, которое замыкает систему уравнений с возможностью определения величины турбулентного сопротивления. Влажный воздух при подъёме и конденсации ослабляет сопротивление покоя, пропорциональное весу атмосферного столба, что приводит к усилению циркуляции влажного воздуха по сравнению с сухим. Поэтому мощность всех видов глобальной циркуляции пропорциональна наблюдаемой скорости осадков.

Явно определяемый из полученных уравнений для горизонтальной конденсационной мощности ветра, нарастающий тангенциальный вихрь в ураганах и смерчах, поглощающий всю потенциальную энергию падения давления влажного воздуха при конденсации водяного пара, является примером вычисляемого из теории нарастающего аэродинамического турбулентного сопротивления (Makarieva, Gorshkov, 2009b; 2011; Makarieva et al., 2011, 2014).

В стационарных циркуляционных, волновых и звуковых движениях воздуха и воды, когда все генерируемые солнечным излучением упорядоченные движения распадаются за счёт турбулентного трения, время и частные производные по времени входить не могут, информация о начальном состоянии отсутствует. В нестационарных процессах типа ураганов, смерчей, циклонов необходимо введение начального состояния, разрушаемого турбулентным трением в конечном состоянии. Во всех геофизических

процессах распада в окружающей среде земной поверхности в силу отсутствия аналога зародышевой линии происходит необратимая потеря информации о начальном состоянии. Их распад эквивалентен смерти классической живой особи, когда закон полураспада не действует. Но направление времени по-прежнему определяется направлением распада. Обращение направления времени в метеорологии принципиально невозможно.

В отсутствие распада движения воздуха (в отсутствие молекулярной или турбулентной вязкости) время не существует и не может быть введено в теорию.

Вне вакуума при включении взаимодействия всех объектов окружающей среды между собой при фиксированной температуре устанавливается равновесие с числами заполнения возбуждённых состояний, соответствующих распределениям Больцмана (Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака). Состояние системы определяется при этом так называемой статистической суммой с чётко определёнными значениями энтропии и других термодинамических величин. Нарастание энтропии (в отсутствие внешних воздействий, компенсирующих падение температуры, связанное с тепловым излучением за пределы окружающей среды) возникает только при распаде возбуждённых состояний и однозначно определяет направление времени. Однако в силу интенсивного взаимодействия с окружающей средой и отсутствия аналога зародышевой линии информация о начальном состоянии стирается. Закон полураспада, как и у классических живых особей, не действует.

В стационарном состоянии, когда температура поддерживается постоянной, все распады компенсируются внешним возбуждением и энтропия постоянна, время отсутствует – ничего не происходит. Подъём температуры с падением энтропии соответствует приготовлению нового состояния и время определяется характером этого приготовления, изменяющим числа заполнения возбуждённых состояний и статсумму.

Таким образом, во всех жизненных процессах биоты, технических средств цивилизации, включая все виды транспорта, во всех абиотических процессах окружающей среды и во всех физических экспериментах события и время связываются с распадом приготовленных возбуждённых состояний. Стационарные состояния достигаются непрерывной компенсацией происходящего распада путём подвода соответствующих, способных к распаду внешней энергии и веществ. Направление времени строго определено направлением происходящего распада и не может быть обращено.

## 5. Физика

В большинстве разделов классической теоретической физики предполагается изотропия времени (Ландау, Лифшиц, 1958; Ансельм, 1999), которая означает возможность изменения направления времени. При этом время аксиоматически определяется как длина, делённая на скорость. А скорость определяется как длина, делённая на время. Независимое определение времени, описанное в разделах 1–4, не используется. Откуда берётся это противоречащее наблюдениям предположение, положенное в основу множества научно-фантастических произведений?

Уравнения движения классической физики не содержат информации о распаде возбуждённых состояний и о законе полураспада этих состояний, т.е. фактически не содержат времени. При аксиоматическом определении времени уравнение Ньютона движения массы  $m$  со скоростью  $\mathbf{v} \equiv d\mathbf{l}/dt$  в окружающей среде под действием силы  $\mathbf{f}$ :  $d\mathbf{v}/dt = \mathbf{f}/m$ , используя соотношения  $d\mathbf{v}/dt \equiv (d\mathbf{v}/d\mathbf{l}) \cdot (d\mathbf{l}/dt) \equiv (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v}$  принимает вид  $(\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = \mathbf{f}/m$  и не содержит времени (Makarieva et al., 2017).<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Уравнение движения Ньютона (второй закон) и модификации и обобщения этого уравнения в лагранжевом, гамильтоновом формализмах и принципе наименьшего действия (в отсутствие приготовления способного к распаду состояния) описывает стационарное

Эти уравнения описывают переходы потенциальной энергии в кинетическую и обратно для двух существующих видов дальнего действия, гравитационного и электромагнитного. Время при гравитационном взаимодействии космических масс определяет мощности переходов потенциальной энергии в кинетическую и обратно, как в колебаниях маятников без трения<sup>3</sup>. При круговых орбитах Земля-Солнце, Спутник-Земля абсолютные значения периодов времени обращения масс характеризуют суммарную массу

---

состояние движения в существующих, действующих полях. Финитные движения типа колебания маятников, круговых или эллиптических вращений или инфинитные движения типа движения по параболам, гиперболам и любым другим траекториям, описываются уравнениями движения при произвольном разрыве (выборе начала и конца) стационарного процесса в любом участке траектории движения, описываемого положениями в пространстве, скоростями или отрезками аксиоматического времени.

В силу стационарности траекторий, описываемых уравнениями движения, изменение направления рассматриваемого участка траектории, соответствующего инверсии аксиоматического времени, не меняет уравнений движения, которые остаются инвариантными относительно изменения направления этого времени. Уравнения движения распространяются также на теорию поля с помощью подбора соответствующих групп симметрии, определяющих программу теории поля.

Приготовление способного к распаду состояния по разным каналам распада со временем, определяемым по процессам полураспада, используются в жизни и цивилизации. Они описываются бесконечным разнообразием уравнений движения, зависящим от записанных в геноме программ используемых катализаторов, что и приводит к наблюдаемому разнообразию биологических видов и возможностей цивилизации.

<sup>3</sup> При зарядке химических аккумуляторов электроэнергией или гравитационных аккумуляторов подъёма воды в озёрах с помощью электромашин до последующего использования накопленной энергии в электроприборах в час пик, т.е. до распада электроэнергии по различным каналам цивилизации в пренебрежении малой диссипацией энергии ничего не происходит – распада электроэнергии и гравитационной энергии нет, время остановлено.

взаимодействующих объектов. В этих случаях события, связанные с распадом, отсутствуют. Время, аксиоматически определяемое как расстояние, деленное на скорость, входит по абсолютному значению, не имеет направления и может быть формально обращено, т.е. подчиняется условию изотропии.

Если учесть взаимодействие колебаний и вращений объектов с окружающей средой, то в силу хаотичности и сложности возникающих при этом каналов распада в отсутствие аналогов с зародышевой линией жизни информация о начальном состоянии полностью стирается, закон полураспада не действует, но распад определяет направление времени уничтожения (диссипации, “смерти”) этих колебаний и вращений.

Классическая электродинамика, описывающая взаимодействия нескольких электрически заряженных частиц с электромагнитным полем, не имеет стационарных решений. В силу дальнего действия электрически заряженные частицы взаимодействуют друг с другом, излучают электромагнитные волны, теряют энергию и не могут сохранять прямолинейные движения. При этом противоположные заряды электрона и протона не могут образовать связанные состояния (это возможно только в квантовой физике). Одинаково заряженные частицы должны были бы разлететься на бесконечные расстояния, образуя противоположно заряженные области Вселенной. Это разрушило бы возможность существования массовых объектов (планет, звёзд, галактик) в силу превышения электромагнитного взаимодействия единственных массовых, электрически заряженных стабильных частиц, протонов и электронов, в  $10^{40}$  раз по сравнению с их гравитационным взаимодействием<sup>4</sup>. Это означает, что все

---

<sup>4</sup>Отношение кулоновского взаимодействия протонов и электронов к их гравитационному взаимодействию равно  $e^2/(Gm_p m_e) = 10^{40}$ ,  $e$  – электрический заряд,  $e^2 = \hbar c \alpha$ ,  $\alpha = 1/137$  – безразмерная постоянная тонкой структуры,  $\hbar \equiv h/(2\pi)$  – угловая (универсальная) постоянная Планка,  $c$  – скорость света,  $m_p$  и  $m_e$  – массы протона и электрона,  $G$  – гравитационная постоянная. Это означает, что гравитация проявляется только при взаимодействии с

протоны и электроны локально связаны между собой с общим зарядом, равным нулю, и разность числа протонов  $B$  и электронов  $L$ , т.е. слабый гиперзаряд  $Y_w = B - L$  в современной далекодействующей Вселенной равен нулю с точностью  $10^{-40}$ . Причина этого не менее важна, чем отсутствие античастиц во Вселенной.

Единственные безмассовые стабильные частицы – фотоны – взаимодействуют с гравитационным полем звёзд и планет. Стабильность фотонов следует из факта видимости звёзд на расстоянии более  $10^{15}$  световых лет с доплеровским сдвигом всех известных атомных и молекулярных частот излучений в соответствии с хаббловским расширением Вселенной. Любая теория должна учитывать наблюдаемый факт стабильности фотонов.

Уравнения движения заряженных частиц в классической электродинамике, используемые в цивилизации, задаются начальными условиями и определяют конечные условия. Электроэнергия и генераторы электромагнитного излучения в технике получены путём использования энергии ископаемого топлива, гидроэнергии, атомной и солнечной энергии, т.е. путём приготовления начального, способного к распаду состояния. Вся используемая в технике электроэнергия подвергается диссипации с переходом

---

космическими массами, в частности, через ускорение свободного падения на земной поверхности, где существует жизнь и цивилизация. Фундаментальная постоянная скорости света  $c = 3,00 \times 10^8$  м/с должна была бы быть основой выбора размерности не скорости, а измеримых величин длины и времени, определённого в предшествующих разделах. Постоянная Планка, вторая фундаментальная постоянная, определяет размерности квантованного микромира. Отметим, что  $e$  не имеет линейной размерности в системе СИ (кг, м, с). Линейную размерность посредством произведения  $\hbar c$  в этой системе имеет только  $e^2$ . Существуют две массы, определяемые только величинами физических констант. Это масса Кулона:  $m_C^2 = e^2/G = (e^2/\hbar c)(\hbar c/G)$ ;  $m_C = (e^2/G)^{1/2} = 1,86 \times 10^{-9}$  кг; и масса Планка  $m_P^2 = \hbar c/G = (\hbar c/e^2) m_C^2 = m_C^2/\alpha = 137 m_C^2$ ;  $m_P = (\hbar c/e^2)^{1/2} = 2,18 \times 10^{-8}$  кг.



в тепловое излучение. В используемой в технике классической электродинамике время имеет только одно направление – от начала приготовления начального генерирующего электроэнергию состояния к его концу – распаду этого состояния в конце.

В квантовой механике и квантовой электродинамике определены основные и возбуждённые связанные состояния атомов и молекул. Найдены их радиационные спектры и вероятности переходов возбуждённых состояний атомов и молекул в менее возбуждённые и основные состояния. Величины вероятностей этих переходов (резонансные ширины возбуждённых состояний, определяющие величины скорости их распада) рассчитываются теоретически и связываются с обратным временем жизни возбуждённых состояний.

Благодаря малости постоянной тонкой структуры  $\alpha = 1/137$  – безразмерной величины связи электрически заряженных частиц с электромагнитным полем – все процессы квантовой электродинамики в области энергий в окружающей человека среде можно считать с хорошей точностью происходящими в вакууме вне взаимодействия с окружающей средой без связи с другими наблюдаемыми заряженными частицами и электромагнитным полем (Горшков и др., 1966; Frolov et al., 1967; Горшков, 1967; 1969). Виртуальные фотоны и электроны графиков Фейнмана, возникающие при разложении процесса по степеням  $\alpha$  или в точных решениях, включая состояние вакуума, не представляют собой элементы окружающей среды. Только благодаря этому в квантовой электродинамике продолжает действовать квантовый закон полураспада и сохраняется информация о начальном состоянии.

В большинстве теоретических работ по физике обсуждается проблема, является ли время в квантовой механике и теории поля классическим параметром, или времени может быть сопоставлен квантовый оператор, обладающий собственными значениями (Heisenberg, 1927; Mandelstam, Tamm, 1945; Pauli, 1990; Aharonov, Bohm, 1961; Briggs, 2008; Bauer, 2017).

В этой заметке мы не будем касаться вопроса, является ли время классическим параметром и может ли оно быть описано квантовым оператором. Мы сосредоточимся на вопросе, можно ли принять изотропию времени как основу для возможности производить изменение направления времени, или же наблюдаемое, определённое выше, направление времени, основанное на квантовом законе полураспада, следует рассматривать как закон природы.

Пространство может быть подвергнуто операции зеркального отражения, которое переводит правую руку в левую и наоборот. Эту операцию нельзя получить поворотами пространства на любые углы. Существует экспериментальная возможность провести операцию зеркального отражения пространства, заменив все правые системы на левые и наоборот. Но если считать, что отражение в зеркале не меняет законы природы, то многие процессы оказываются запрещёнными. Наблюдение запрещённых процессов свидетельствует о нарушении инвариантности законов природы относительно операции отражения в зеркале, называемой  $P$  инверсией. Это нарушение было обнаружено в слабых распадах (Lee, Yang, 1956). Нарушение  $P$  чётности должно проявляться в атомах и молекулах в области близко расположенных друг к другу уровней энергии с противоположной пространственной чётности (Горшков, Лабзовский, 1975).

В природе было эмпирически обнаружено существование античастиц, с изменением знака заряда: для электрона с отрицательным зарядом найден позитрон с той же массой и положительным зарядом. При взаимодействии электрона и позитрона может произойти их аннигиляция – исчезновение массы с образованием нескольких безмассовых фотонов. Наоборот, при испускании безмассового гамма-кванта ядром, последний в кулоновском поле ядра может образовать электрон-позитронную пару (Крутов, Горшков, 1960).

Атомы, кроме электрического положительного заряда протонов в ядре и отрицательного электрического заряда электронов, обладают отличными от электрического гиперзарядами, различными для барионов (протонов и нейтронов) и для электронов (лептонов). Сохранение этих гиперзарядов в форме числа барионов  $B$  и числа лептонов (электронов)  $L$  не допускают аннигиляции электрического заряда в атомах и обеспечивают устойчивое существование атомов и молекул. Операция изменения знаков у всех зарядов частицы с превращением её в античастицу называется  $C$  инверсией. Взаимодействие любой массовой частицы с античастицей может вызвать их аннигиляцию с превращением в безмассовые фотоны, как и в случае электрон-позитронной пары.

Операцию  $C$  инверсии, как и  $P$  инверсии, также можно осуществить эмпирически, заменив все частицы на античастицы и наоборот. Сохранение инвариантности относительно  $C$  или комбинированной  $CP$  инверсии, как и в случае  $P$  инвариантности, запрещает некоторые процессы. Отметим, что в дальнодействии электродинамики и гравитации нет процессов, нарушающих инвариантность по отношению к инверсии  $P$  и  $C$ .

В противоположность инверсии  $P$ ,  $C$  и  $CP$  инверсию направления времени –  $T$  инверсию – невозможно осуществить эмпирически. Время, определяемое законом полураспада, течёт только в одном направлении. Но формальная инверсия времени, аксиоматически определенное как расстояние, делённое на скорость, как и при  $P$ ,  $C$  и  $CP$  инверсии, запрещает некоторые процессы или существование особых свойств частиц. Однако до сих пор явления, связанные с нарушением аксиоматической  $T$  инверсии, определяемого таким образом времени нигде не обнаружены.

Время существует в процессе приготовления встречных пучков электрически заряженных частиц и генерации всех резонансов высоких энергий за счёт распада электроэнергии цивилизации. В физике высоких энергий

измерениям доступны только энергия и импульсы частиц. В представлении энергии и импульсов пространство и время отсутствуют. Переход от одной к другой системе отсчета (например, от лабораторной к системе центра масс) происходит с учётом изменяющихся векторов энергии–импульса, инвариантности масс и законов сохранения энергии, импульса, углового момента и зарядов частиц.

Основной результат специальной теории относительности состоит в открытии энергии, связанной с инвариантной массой  $m$  частицы, не зависящей от системы отсчёта и равной  $mc^2$ . Релятивистская связь энергии  $E$  с импульсом  $p$  имеет вид  $E^2 = m^2c^4 + p^2c^2$ , что означает, что у фотонов с  $m = 0$  имеет место  $p = E/c$ , т.е. скорость фотонов равна  $c$ . У ультрарелятивистских массовых частиц при  $p \gg mc$  всегда выполняется условие  $E > pc$  и  $p < E/c$ , т.е. массовые частицы всегда движутся со скоростями меньшими скорости света. В ядерных реакциях был обнаружен "дефект массы", связанный с переходом энергии обладающих массой объектов в безмассовые  $\gamma$ -лучи, высокоэнергетические фотоны. Все эти проверенные на опыте следствия специальной теории относительности не связаны с определением времени и лоренц-инвариантностью, основанной на аксиоматическом понятии времени, определяемом как расстояние, делённое на скорость<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> У фотонов и ультрарелятивистских частиц не существует понятие распада. Для них время не может быть определено с помощью закона полураспада. Поэтому при приближении к скорости света исчезают распады. Любые распады возбуждённых состояний должны зануляться, а время полураспада обращаться в бесконечность, что соответствует наблюдениям. Закон исчезновения распада и времени, определенного с помощью закона полураспада, с приближением скорости массовой частицы к скорости света не связан с лоренц-инвариантностью и может отличаться от лоренц-инвариантности основанного на аксиоматическом введении бесконечно малого инвариантного четырёхмерного пространственно-временного интервала  $(x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2)$ , при котором время определяется через расстояние, делённое на скорость. Неизвестно, существует ли пространство и размеры

Общая теория относительности (теория гравитации) не имеет стационарного решения и начинается с Большого Взрыва. Этот Большой Взрыв представляет собой приготовление начального, способного к распаду, состояния. Неизвестно, существует ли пространство и время в области большого взрыва. Поэтому определение времени как расстояния, делённого на скорость света, невозможно. Остается определение времени только через закон полураспада. Вся наблюдаемая последовательность событий развития Вселенной не противоречит определению времени через закон полураспада, если верна общая теория относительности (теория гравитации).

В основном, в физике высоких энергий рассматриваются стационарные состояния, не содержащие времени. Время, аксиоматически определяемое как расстояние, делённое на скорость, и координаты, соответствующие наблюдаемым значениям энергии и импульсов, получаются с помощью интегральных преобразований Фурье (с использованием постоянных Планка и скорости света) и не содержат дополнительной информации<sup>6,7</sup>. Возникающее

---

для фотонов и ультрарелятивистских частиц, и возможно ли выполнить расчёты с ними при аксиоматическом определении времени.

Облёты Земли на самолетах по и против суточного вращения в силу большой погрешности измерения пролета, скоростей воздуха и неинерциальности пути облета вдоль круговой земной поверхности не дают ответа на то, согласуются временные различия в облётах Земли с лоренц-инвариантным аксиоматическим определением времени с приближением к не содержащим времени фотонам и ультрарелятивистским частицам или нет.

<sup>6</sup>Фотоны не наблюдаемы ни в пространстве, ни во времени до их взаимодействия с массами единственных стабильных частиц: электрона, протона и нейтрона в стабильных ядрах и атомах. А без пространства и времени невозможно наблюдать и постоянную скорость фотонов, которая доступна только вычислениям при аксиоматическом определении времени как расстояния, делённого на скорость.

при этом пространственно-временное представление обладает лоренц-инвариантностью, которое является следствием аксиоматического определения времени, не содержащего информации о необратимости распада и рассеяния частиц с асимптотически расходящимися волнами.

Из лоренц-инвариантности следует инвариантность относительно суммарной инверсии всех трёх характеристик  $P$ ,  $C$  и  $T$ , имеющая вид  $CPT = 1$ : инверсия всех трёх величин переводит состояние само в себя. Это соотношение получено Паули (Pauli et al., 1955) и Людерсом (Lüders, 1954) и имеет статус общей для всех теорий теоремы (в случае аксиоматического определения времени как расстояния, делённое на скорость). Из  $CPT = 1$  теоремы следует равенство масс и ширин резонансов всех частиц и античастиц, а также отсутствие антигравитации, где не бывает сходящихся волн. Аксиоматическое определение времени как отношения расстояния к скорости противоречит определению необратимости времени на основе закона полураспада. Таким

---

<sup>7</sup>Если бы солнечные нейтрино были безмассовыми как фотоны или массовыми ультрарелятивистскими частицами, то распад электронных солнечных нейтрино на мюонные с возникновением слабо затухающих осцилляций, как в колебаниях маятника, был бы невозможен. Осцилляции могут объяснить ослабление потока солнечных нейтрино на Земле только для массовых нерелятивистских нейтрино, для которых время определено с помощью закона полураспада. Приготовление солнечных нейтрино происходит в недрах Солнца. Наблюдаемое ослабление потока солнечных нейтрино позволяет оценить величину массы нейтрино (Биленький, 2003). В отсутствие слабого затухания нейтринных осцилляций распада нет, время не существует, как в незатухающих колебаниях маятника. Таким образом, время в осцилляциях солнечных нейтрино, согласованное с замедлением распада Солнца, Таблица 1, определено с помощью процесса полураспада, имеет строго определённое направление и не может быть обращено.

образом, существуют две различные физические характеристики, называемые временем: аксиоматическая и наблюдаемая, см. Приложение<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup>Открытие Хабблом универсального красного смещения означает увеличение расстояния между всеми излучающими массивными объектами.

В силу бесконечной длины свободного пробега массовые объекты с наибольшими скоростями пролетают большие расстояния и демонстрируют наибольшую величину красного смещения. При этом плотность в единице объема массовых объектов с наибольшими скоростями уменьшается. В силу сохранения энергии сумма плотности в единице объема кинетической энергии массовых объектов, энергии безмассовых фотонов и потенциальной гравитационной энергии остается постоянной. С расширением Вселенной при постоянном обмене между ними фотонами должна увеличиваться плотность гравитационной потенциальной энергии и настолько же уменьшаться плотность кинетической энергии массовых объектов. Следовательно, открытие Хаббла означает непрерывное уменьшение кинетической энергии в единице объема всех массивных объектов (в основном, звёзд) и компенсирующее это уменьшение рост потенциальной гравитационной энергии.

К чему приводит и как можно наблюдать рост потенциальной гравитационной энергии во Вселенной. Массивные объекты строго электрически нейтральны (замечание 4), изначально сформированы из водорода с последующим образованием нейтронов и нуклеосинтезом при термоядерных реакциях. Массивные объекты водорода в околоземных условиях не подвергаются аннигиляции в фотоны с исчезновением электрического заряда за счёт независимого сохранения барионного числа протонов и лептонного числа электронов. Нулевой слабый гиперзаряд (нулевая разница числа протонов и электронов) определяются далекодействием электродинамики и гравитации и не должны быть связаны с физикой короткодействия.

Как в случае колебания маятника и замкнутых планетарных орбит, кинетическая и потенциальная гравитационная энергии в среднем совпадают. Можно считать также, что подобное совпадение соответствует наиболее устойчивому состоянию Вселенной. В слабом гравитационном поле межзвёздного пространства фотоны обнаруживаются только при взаимодействии с массами. Проверено, что изолированные протоны и электроны стабильны с высокой точностью в околоземных условиях. Однако в сильном гравитационном поле

Нётер (Noether, 1918) доказала теорему, согласно которой наблюдаемые фундаментальные законы сохранения энергии, импульса и углового момента

---

Вселенной (например, внутри светящихся и нейтронных звезд или наблюдаемом при взаимодействии Меркурия с Солнцем) фотоны способны взаимодействовать между собой и могли бы образовывать массы электрически нейтральной пары электрон-протон водорода за счёт локализации в масштабах Вселенной и рождения пары протона и электрона с нулевым слабым гиперзарядом.

Таким образом, водород в любых состояниях стабильный в околоземных условиях становился бы нестабильным в сильных гравитационных полях. При усилении сильного гравитационного поля из кинетической энергии фотонов образовалась бы масса водорода, компенсирующая излишек гравитации. При ослаблении сильного гравитационного поля излишки массы водорода превращались бы в кинетическую энергию безмассовых фотонов в соответствии с принципом Ле-Шателье.

Если бы нестабильность водорода в сильном гравитационном поле была бы прямо или косвенно обнаружена в наблюдениях, то образование массы водорода из безмассовых фотонов можно было бы рассматривать как закон природы без дальнейшего выяснения его содержания (спонтанного нарушения симметрии, совокупности угловых моментов, сложных систем квантовых чисел, сильно запрещающих распад объединившихся в массу фотонов и пр.).

В этом случае решались бы задачи компенсации нарастания гравитации при хаббловском разлете Вселенной путём 1) образования масс пар  $e^- p^+$  водорода, которые по величине  $m_e c^2 + m_p c^2$  компенсировали бы уменьшение плотности кинетической энергии, переводя ее в потенциальную энергию конечных масс при хаббловском расширении, в результате чего плотности кинетической гравитационной энергии совпадают, 2) сохранение точного равенства нулю электрического заряда Вселенной, 3) образование масс в безмассовой далекодействующей Вселенной, 4) служило бы приготовлением начальных условий для распада в термоядерных реакциях массы водорода при излучении звёзд, в соответствие со временем полураспада. Образование водорода представляло бы дополнительное термоядерное топливо звёзд, которое увеличивало бы продолжительность их жизни и массу для экскреции и образования новых звёзд. А с последующим образованием нейтронов определяло бы нуклеосинтез наблюдаемых атомных ядер.



вытекают из однородности (изотропии) времени, однородности времени и пространства и однородности времени и вращения в любой точке пространства. Если принять наблюдаемое определение времени, связанное с распадом приготовленного начального состояния, не являющимся однородным и изотропным, то теорема Нётер перестаёт существовать, а все перечисленные фундаментальные законы сохранения продолжают соответствовать наблюдениям. Аналогично при отказе от изотропии и однородности времени, аксиоматически определённого из лоренц-инвариантности как расстояние, делённое на скорость, перестаёт существовать и теорема Паули-Людерса, хотя наблюдаемые равенства масс, ширин резонансов, сечений реакций при сохранении  $CP$  инвариантности и отсутствие антигравитации сохраняются в неизменном виде<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> В физике высоких энергий наблюдаются только стационарные, без использования времени, резонансы нестабильных состояний. Знание продуктов распада этих состояний и частоты их появления в наблюдениях позволяют подобрать общие групповые свойства этих процессов.

Большой Взрыв начала развития Вселенной построен полностью на короткодействии высоких энергий. Короткодействие Большого Взрыва вызвало несохранение барионного  $B$  и лептонного  $L$  чисел, предотвращающее обратное рождение античастиц, а также сильное нарушение  $CP$  инвариантности, что привело к исчезновению всех античастиц в современной Вселенной (Сахаров, 1967). Но в современной далекодействующей Вселенной могло остаться несохранение водородоподобной электрон-протонной пары в сильных гравитационных полях, который может рождаться из фотонов и исчезать, превращаясь в фотоны.

Как и почему может возникнуть далекодействие гравитации и электродинамике в Большом взрыве. Можно ли применять для описания Большого Взрыва наблюдаемое трёхмерное пространство, определяющее далекодействие электродинамики и гравитации, без введения аксиоматического лоренцевого определения времени и математического многомерия. Построение общей теории электрослабого взаимодействия не обеспечивает неизбежность возникновения далекодействия электродинамики. Однако законы полураспада и определённое по этим законам время должны присутствовать в Большом Взрыве.

В физике высоких энергий предполагается асимптотическая свобода – уменьшение константы связи всех взаимодействующих ненаблюдаемых (виртуальных) элементарных частиц (кварков, глюонов) в области энергий, на много порядков величины превышающих энергии взаимодействия ядер в окружающей среде земной поверхности. Нейтроны, экспериментально обнаруженные Чедвиком (Chadwick, 1932) и теоретически описанные Иваненко (Iwanenko, 1932), существуют в нерелятивистской окружающей среде ядерной материи стабильных ядер атомов и молекул. Внутри стабильных ядер конечных размеров нейтрон оказывается единственной стабильной электрически нейтральной обладающей массой частицей, как и протон, не подвергающейся распаду. Электрически нейтральные нейтроны, возникающие из протонов в процессе нуклеосинтеза в термоядерных реакциях, связывают электрически заряженные протоны в ядрах. Без нейтронов ядра атомов и молекул, больших водорода, не существовали бы из-за барьера кулоновского отталкивания протонов. Это утверждение не зависит от того, правильна или нет стандартная модель физики высоких энергий, построенная на сложной системе цветных, ароматов квантовых чисел наблюдаемых кварков и глюонов. Все процессы взаимодействия ненаблюдаемых элементарных частиц при высоких энергиях можно считать происходящими в теоретико-полевым вакууме (в отсутствие других ненаблюдаемых частиц), как и в квантовой электродинамике в окружающей среде земной поверхности.

При определении времени  $T$  через полураспад возбуждённого состояния соотношение  $CPT = 1$  либо  $CP = T$ , как указывалось ранее, не существует в силу невозможности инверсии времени. Измерения дипольного момента нейтрона (Шабалин, 1983; Фёдоров, 1999) в условиях приготовления нейтронов, выпускаемых из реактора, где начальное состояние измерения не совпадает с конечным, может не иметь отношения к нарушению  $CP$  инвариантности, так как  $T$  инверсия принципиально не выполнима. Наблюдаемая  $CP$  неинвариантность не означает существование дипольного момента нейтрона.

Это утверждение относится также к измерению дипольных моментов возбуждённых атомов и молекул. Основные состояния атомов и молекул, так же как и нейтроны в стабильных ядрах, не содержат времени, определенного по закону полураспада. Существование дипольного момента в них запрещено, что не связано с нарушением  $CP$  инверсии.

#### *б. Заключение*

Таким образом, время имеет направление, определяемое квантовым полураспадом изначально приготовленного упорядоченного состояния, способного к распаду на менее упорядоченные состояния. Время, определяемое из закона полураспада, не может быть обращено. В отсутствие распада реальное время не существует, а конечные периоды колебаний, не имеющие направления времени и физически осмысленные только по абсолютной величине, также не могут быть обращены ни в каких наблюдениях. Эти абсолютные периоды времени используются как масштабы для количественного измерения реального наблюдаемого времени. Масштаб измерения времени может быть также взят из реперного распада возбуждённого атома, молекулы или атомного ядра. Время не может быть обращено ни в каких наблюдениях.

Эта ситуация аналогична упорядоченной, способной к распаду и производству работы энергии, используемой жизнью и цивилизацией людей, и тепловой энергии, не пригодной к использованию для производства работы. Как было доказано в девятнадцатом веке, упорядоченная энергия переходит в тепло и имеет одинаковую размерность. Тепло, измеряемое в калориях, эквивалентно джоулям упорядоченной энергии, переходящей в тепло при распаде и производстве работы. Но тепло не может быть обращено во времени и переведено в упорядоченную энергию, производящую работу.

## Приложение

Уравнения Шредингера и Дирака для волновой функции в экспоненциально обрезанным с помощью введения конечной массы фотонов  $\lambda \rightarrow 0$ , на больших расстояниях кулоновском поле ядра в импульсном пространстве имеют известный вид интегрального уравнения со свободным членом, представляющем собой не возмущенную ядром плоскую волну (см., напр., Крутов, Горшков, 1960; Горшков, 1961, уравнения (1), (24), (27)). Все члены разложения в ряд теории возмущений могут быть получены путём использования графиков Фейнмана. Суммируя все графики Фейнмана теории возмущений в нерелятивистском случае, получаем известное выражение для волновой функции сплошного спектра, в котором все инфракрасные расходимости при  $\lambda \rightarrow 0$ , связанные со стремлением обрезания к нулю, суммируются в мнимый безразмерный фазовый множитель  $e^{i\lambda/k}$ . Решение существует при  $\lambda = 0$  (фазовый множитель не играет роли), что означает наличие дальнего действия заряженных частиц в электродинамике. Связанные состояния функций дискретного спектра соответствуют полюсам волновой функции сплошного спектра, расположенные под разрезом на втором листе.

Характерной особенностью использования графиков Фейнмана заключается в том, что сумма всех графиков Фейнмана теории возмущений соответствует либо расходящимся (out) волнам, либо сходящимся (in) волнам сплошного спектра. Эти функции связаны соотношением, в котором функция с расходящимися волнами (out) с заменой направления импульса и комплексным сопряжением, переходит в функцию со сходящимися (in) волнами. Замена соответствует изменению направления времени при определении времени как расстояние, делённое на скорость. Поэтому при образовании любых матричных элементов процессов, получаемых из диаграмм Фейнмана начальной функцией (бра  $\langle$ ) является функция со сходящимися (in) волнами, а конечная функция (кет  $\rangle$ ) (out) соответствует расходящимся волнам с учётом комплексного

сопряжения. Отсюда следует, что все матричные элементы, получаемые из графиков Фейнмана, не содержат мнимых фаз с инфракрасными расходимостями и инвариантны относительно инверсии времени, определяемого как расстояние, делённое на скорость.

Однако в процессе рассеяния и распада необходимо учитывать приготовление способного к распаду состояния, т.е. приготовление начального состояния в виде плоских волн, переходящих после рассеяния с учётом кулоновского поля в расходящиеся волны. Сходящихся волн не должно возникать в начальном состоянии при определении времени из закона полураспада. Матричные элементы рассеяния и распада содержат мнимые фазы с инфракрасными расходимостями, которые исчезают лишь в наблюдаемых величинах рассеяния и распада при образовании произведения матричных элементов на свои комплексно сопряжённые значения.

В любых наблюдениях в физике и других естественных науках не существует мнимых чисел. Эти числа вводятся только в математике для замыкания процесса вычислений при возникновении квадратных корней из отрицательных чисел вида  $i \equiv \sqrt{-1}$ . В большинстве разделов физики, в частности, теории ураганов и смерчей появление мнимостей в решении задачи означает ограничение физической области и невозможности физического процесса, см. например, Makarieva et al. (2011). Физического смысла в мнимых и комплексных числах в теории комплексных переменных и математических геометрических комплексных фазах в квантовой механике не существует (см., например, Горшков, 1964). Это удобная математическая форма промежуточных физических вычислений, в которых все мнимые и комплексные величины исчезают в физических результатах. Удобство использования комплексных чисел основано на соотношении  $\exp i\pi = -1$ , что связано с равенством  $\exp ix = \cos x + i \sin x$ . Осцилляции  $\cos x$  и  $\sin x$  удобно записывать через экспоненты от комплексных энергий  $x \equiv iEt$ , при этом мнимые энергии  $E \equiv i\lambda$  соответствуют

затухающей экспоненте и распаду. Наиболее изящная формула распада содержится в так называемой оптической теореме, согласно которой мнимая часть упругого рассеяния вперёд равна сумме всех неупругих процессов распада. То, что из процесса рассеяния вперёд выпадают все неупругие процессы распада, физически очевидно. Одно из доказательств оптической теоремы с использованием комплексных чисел содержится в работе Горшков (1973).

### *Цитированная литература*

Aharonov A. and Bohm D. (1961) Phys. Rev. 122 1649.

Bauer M. (2017) Eur. J. Phys. 38 0355402.

Briggs J.S. (2008) J. Phys. Conference Series 99 012002.

Chadwick J. (1932) Possible existence of a neutron. Nature, 129(3252), 312.

Frolov G.V., Gorshkov V.G., Gribov V.N. (1967) Backward scattering. *Ann. Phys.*, 23, 201-227. Горшков В.Г. (1969) Пуассоновское распределение тормозного излучения при больших энергиях. *ЖЭТФ*, 56(2), 597-604.

Heisenberg W. (1927) Zeits. F. Phys. 43 172.

Iwanenko D. (1932) The neutron hypothesis. Nature, 129(3265), 798.

Lee T.D., Yang C.N. (1956) Phys. Rev. 104: 254.

Lüders G. (1954). "On the Equivalence of Invariance under Time Reversal and under Particle-Antiparticle Conjugation for Relativistic Field Theories". *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Matematisk-Fysiske Meddelelser*. 28 (5): 1–17.

- Makarieva A.M., Gorshkov V.G. (2009a) Condensation-induced dynamic gas fluxes in a mixture of condensable and non-condensable gases. *Physics Letters A*, 373, 2801-2804.
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G. (2009b) Condensation-induced kinematics and dynamics of cyclones, hurricanes and tornadoes. *Physics Letters A*, 373, 4201-4205.
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G. (2011) Radial profiles of velocity and pressure for condensation-induced hurricanes. *Physics Letters A*, 375, 1053-1058.
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G., Nefiodov A.V. (2011) Condensational theory of stationary tornadoes. *Physics Letters A*, 375, 2259-2261.
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G., Nefiodov A.V. (2014) Condensational power of air circulation in the presence of a horizontal temperature gradient. *Physics Letters A*, 378, 294-298.
- Makarieva A.M., Gorshkov V.G., Nefiodov A.V., Sheil D., Nobre A.D., Bunyard P., Nobre P., Li B.-L. (2017) The equations of motion for moist atmospheric air. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 122, 7300-7307.
- Mandelstam L. and Tamm. I. (1945) *J. Phys. (USSR)* 9 249.
- Noether E (1918) “*Invariante Variationsprobleme*”. *Nachr. D. König. Gesellsch. D. Wiss. Zu Göttingen, Math-phys. Klasse.* 1918: 235–257.
- Pauli W. (1990) *Die Allgemeinen Prinzipien der Wellenmechanik* (Springer, Berlin 1990, p. 84).
- Pauli, W.; Rosenfeld, L.; Weisskopf, V., eds. (1955). *Niels Bohr and the Development of Physics*. McGraw-Hill.
- Ансельм А.А. (1999) Что такое время? Материалы XXXIII Зимней Школы ПИЯФ РАН, стр. 33-37, 52-60.

- Биленький С.М. (2003) Массы, смешивание и осцилляции нейтрино. УФН, 173, 1171-1186.
- Горшков В.Г. (1961) К релятивистской теории возмущений кулоновского поля. ЖЭТФ, 40(5), 1481-1490.
- Горшков В.Г. (1964) О кулоновской функции Грина. ЖЭТФ, 47(1), 352-359.
- Горшков В.Г., Грибов В.Н., Фролов Г.В. (1966) Дважды логарифмическая асимптотика Комpton-эффекта при рассеянии на большие углы. ЖЭТФ, 51(4), 1093-1106.
- Горшков В.Г. (1967) Дважды логарифмическая асимптотика процессов рассеяния на произвольные углы. ЯФ, 6(3), 579-586.
- Горшков В.Г. (1973) Электродинамические процессы во встречных пучках. УФН, 110(1), 45-75.
- Горшков В.Г., Лабзовский Л.Н. (1975) Эффекты несохранения чётности в атомах и ионах. ЖЭТФ, 69(4), 1141-1147.
- Горшков В.Г. (1983) Мощность и скорость передвижения животных разных размеров. Журнал общей биологии, 44(5), 661-678.
- Горшков В.Г. (1984) Энергетическая эффективность полёта и плавания. Журнал общей биологии, 45, 779-795.
- Горшков В.Г. (1990) Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды, стр. 47-48. М. ВИНТИ.
- Горшков В.Г. (1995) Физические и биологические основы устойчивости жизни, стр. 42. М. ВИНТИ.



Горшков В.Г., Макарьева А.М., Нефёдов А.В. (2012) Конденсация водяного пара в гравитационном поле. ЖЭТФ, 142, 817-823.

Горшков В.Г., Макарьева А.М. (2016) Программа устойчивости жизни. Биология в школе, №8(2016), 10-20.

Крутов В.А., Горшков В.Г. (1960) Высшие борновские приближения в парной конверсии. ЖЭТФ, 39(3), 591-599.

Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Динамика сплошных сред, ГИТТЛ, Москва, 1954.

Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая механика, т.1., стр.18, ГИФМА, М, 1958.

Сахаров А.Д. Нарушение CP-инвариантности, C-асимметрия и барионная асимметрия Вселенной, ЖЭТФ/ Письма в редакцию 1967, т.5, вып.1, 32-35.

Фёдоров В.В. (1999) Электрический дипольный момент нейтрона: новые возможности поиска. Природа, 1999 №6, 74-83.

Шабалин Е.П. (1983) Электрический калибровочный дипольный момент нейтрона в калибровочной теории. УФН, 139(4), 561-585.

Таблица 1. Взрывы и замедление энергопотребления биоты и цивилизации

Вид энергозапаса и мощности	Дальнейшее действие от термоядерных реакции слияния при производстве фотонов			Электромагнитное дальнейшее действие							Гравитационное дальнейшее действие		Короткое действие распада урана	
	Солнце			Биота				Биота			Пивилизация			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	Взрыв	Замедление	Замедление	Взрыв	Замедление	Взрыв	Замедление	Взрыв	Замедление	Взрыв	Замедление			
	Одна Царь-бомба АН 602	На Солнце	На земной орбите	ТНТ (войны, терроризм, учения, охота)	Потребление энергии цивилизацией	Пожары, рубка леса (без контроля)	Лесной насос (биотический контроль ветра)	Ураганы, смерчи, наводнения (без контроля биотой)	Лесной насос (контроль, замедление осадков)	Взрыв в Нагасаки	Замедление			
2	$4 \times 10^{14}$	$10^{12}$	0 (безмасс. фотоны)	$10^7$	$10^7$	$4 \times 10^6$	$4 \times 10^6$	ураганы, смерчи 10 наводн. $10^5$	$3 \times 10^4$	$2 \times 10^{12}$	$10^{11}$			
3	Полный запас, Дж	$10^{17}$	$10^{40}$	0 (безмасс. фотоны)	$10^{13}$	$10^{20}$	$4 \times 10^{22}$	$4 \times 10^{22}$	ураганы, смерчи $10^3$ наводн. $10^9$	$10^{21}$	$10^{13}$	$10^{20}$		
4	Среднегодовая (локальная) мощность на единицу площади поверхности, Вт/м <sup>2</sup>	$10^{19}$	$6 \times 10^7$	340	$10^5$ ( $10^{19}$ )	Автомобили, отопление, производство: все порядка $10^5$ ( $10^3$ )	рубка, вывоз леса 0,06 (10) пожары $10^7$ ( $10^{-7}$ )	1	ураганы, смерчи 0,1 ( $10^9$ ) наводн. 10 ( $10^8$ )	3,4	$10^7$	( $10^8$ ) $10^{-3}$		
5	Глобальная мощность, Вт	$10^{25}$	$4 \times 10^{26}$	$1,7 \times 10^{17}$	$10^{19}$	$1,6 \times 10^{13}$ электричество: $10^{12}$	рубка, вывоз леса $6 \times 10^{12}$ пожары $10^6$	$10^{14}$	ураганы $10^{13}$ наводн. $10^8$	$2 \times 10^{15}$	$10^9$	$4 \times 10^{11}$ вся урановая энергетика		
6	Время распада, сек, сутки, годы	$10^{-8}$ сек	$6,5 \times 10^9$ лет	$6,5 \times 10^9$ лет	$10^6$ сек	10 час 10 лет	1 мин – 10 сут	300 лет	3 сут	10 сут	$10^6$ сек	40 лет		

### *Примечания к Таблице*

1 столбец: термоядерный взрыв "Царь-бомбы" АН602. Вес бомбы 24 т.

Плотность принята равной плотности Солнца, близкой к плотности воды.

Выделение энергии 58,6 Мегатонн ТНТ. Запас энергии  $2,4 \times 10^{17}$  Дж, дефицит массы 2,65 кг (ушедшей на производство безмассовых фотонов). Время распада оценено по скорости света в объёме бомбы. Начальный радиус взрыва 4,6 км.

Мощность на единицу площади поверхности в начале взрыва:  $2,4 \times 10^{17} \text{ Дж} / [10^{-8} \text{ с} (4,6 \times 10^3 \text{ м})^2] = 10^{18} \text{ Вт/м}^2$ . Полная (глобальная) мощность  $2,4 \times 10^{17} \text{ Дж} / 10^{-8} \text{ с} \approx 2 \times 10^{25} \text{ Вт}$ .

2-ой столбец: данные взяты из Аллен К.У. Астрофизические величины (справочник), Мир, 1977. Отметим, что полная мощность взрыва термоядерной "Царь-бомбы" всего в 20 раз меньше мощности, выделяемой с поверхности Солнца. Единственный известный способ замедления термоядерной реакции – это расположение термоядерного топлива в объёме Солнца.

3-ий столбец: данные взяты из Аллен К.У. Астрофизические величины (справочник), Мир, 1977.

4-ый столбец: средний запас энергии на килограмм в 2 раза больше, чем в условном топливе. Стратегический запас взрывчатых веществ в различных формах принят равным 3 месяцам использования на взрывы, что соответствует двукратной мощности взрывов за 3 месяца. Среднеглобальная (и локальная) мощность взрывов определена с помощью времени взрыва и средней массы взрываемого ТНТ. Глобальная мощность взрывов ТНТ на всей Земле равна  $10^{13} \text{ Дж} / 10^{-6} \text{ с} = 10^{19} \text{ Вт}$ .

5-ый столбец: запас энергии на килограмм органического происхождения имеет тот же порядок величины, что в 4-ом столбце. Глобальный запас ископаемого топлива определён по мощности потребления в предположении, что стратегический запас ископаемого топлива равен 3-х месячному потреблению цивилизации. Локальная и средняя мощность на единицу земной поверхности предполагается равной мощности автомобилей, такие же по порядку величины характеризует энергопотребление отопления и

промышленного производства. Глобальная мощность потребления ископаемого топлива известна и равна  $1,6 \times 10^{13}$  Вт.

6-ой столбец: не управляемая биотой рубка леса и пожары определяются универсальным запасом энергии в живой массе, равной  $1,6 \times 10^6$  Дж/кг.

Глобальный запас энергии в биомассе леса получен из соотношения  $1 \text{ кг } C^+ \approx 10 \text{ кг живой массы} = 4 \times 10^7 \text{ Дж}$  и оценки массы леса величиной  $10^{15}$  кг живой массы. Запас массы леса на квадратный метр площади земной поверхности в 100 раз больше слоя живой биомассы, равной  $1 \text{ кг/м}^2$ . Валка леса на  $1 \text{ м}^2$  в течение минуты соответствует мощности 10 Вт. Сжигание древесины во время пожара на  $1 \text{ м}^2$  за один час составляет  $10^7 \text{ Вт/м}^2$ . Среднегодовая мощность пожаров по всей площади земной поверхности  $10^{-8}$  Вт получены из предположения, что общая площадь пожаров составляет  $10^{-7}$  часть площади леса, подверженной рубке. Воздействие рубки леса на сокращение ненарушенных территорий суши является главным и составляет  $6 \times 10^{12}$  Вт, т.е.  $0,06 \text{ Вт/м}^2$  на территории суши (рассчитано по скорости разрушения естественных экосистем в 19-20 веках по данным Hurtt, G.C., Chini, L.P., Frohling, S. et al. (2011) Harmonization of land-use scenarios for the period 1500–2100: 600 years of global gridded annual land-use transitions, wood harvest, and resulting secondary lands. Climatic Change 109: 117). Среднегодовой сбор зерновых по крайней мере на порядок меньше  $2 \times 10^{11}$  Вт, т.е.  $0,01 \text{ Вт/м}^2$  на территории суши. Среднегодовое разрушение пожарами не превышает  $10^6$  Вт, т.е.  $10^{-8} \text{ Вт/м}^2$  на всей территории суши.

7-ой столбец: Управляемое лесным насосом замедление нарушения биомассы неподвижной жизни определяется запасом энергии и мощностью не меняющейся во времени биомассы живого слоя толщиной в 1 мм.

8-ой столбец: "Взрывы" не контролируемых биотой ураганов, смерчей и наводнений получены из запасов энергии в ветровой стенке  $\rho V^2$  ( $V = 100 \text{ м/с}$ ,  $\rho = \rho_{\text{воды}} \approx 1 \text{ кг/м}^3$ ), мощность энергии на единицу площади земной поверхности  $\rho V^3 \text{ Вт/м}^2$ . Запас энергии в наводнениях  $\rho gh$  ( $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  $h \approx 25 \text{ м}$ ,  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ ).

Мощность наводнений оценена по времени подъёма и спуска воды ~ 3 суток. Глобальная оценка энергии и мощности ураганов, смерчей и наводнений получена по приближенному числу этих явлений в течение 1 года =  $3 \times 10^7$  с. Реки составляют лишь 1% суши. Наводнения увеличивают площадь рек вдвое до  $10^{12}$  м<sup>2</sup>, подъем воды происходит за 10 суток на 5 м. Это даёт мощность наводнений порядка  $10^8$  Вт на всей суши. (Douben K.-J. (2006) Characteristics of river floods and flooding: A global overview, 1985-2003. Irrigation and Drainage, 55: S9-S21.)

9-столбец: Управление лесным биотическим насосом, осадками и ветром. При подъёме весь сухой воздух поднимается и затем опускается в гравитационном поле Земли без затрат энергии. Водяной пар при подъёме и охлаждении воздуха конденсируется, исчезает из газовой фазы и падает на земную поверхность в виде капель дождя. Исчезновение водяного пара создаёт вертикальный градиент давления, отклонение от гидростатического равновесия и дополнительную силу, действующую на весь воздух вверх. Эта сила создаёт гравитационную мощность осадков. Мгновенное восстановление гидростатического равновесия воздуха происходит за счёт горизонтального притока влажного воздуха, в основном, с поверхности океанов, увеличивающее осадки над лесом на величину речного стока в океан. Выравнивание величины испарения и осадков до компенсации речного стока при максимально возможном отсутствии ураганов, смерчей и наводнений представляет собой наиболее сложный процесс биотической регуляции. Запас гравитационной энергии осадков получен из полной энергии осадков, равной массе столба водяного пара в атмосфере на  $g$  и средней высоты столба конденсации водяного пара  $h$ , составляющего половину (5 км) высоты равномерноплотной атмосферы (~10 км), что даёт  $m, gh = 5 \times 10^{18} \text{ м}^3 (5 \times 10^{18} \text{ м}^3 - \text{объём атмосферы}) = 10^{21} \text{ Дж}$ . Деля на массу водяного пара, составляющую  $10^{-2}$  объёма атмосферы, получаем гравитационный запас энергии на кг водяного пара, равный  $3 \times 10^4 \text{ Дж/кг}$ . Время оборота водяного пара в атмосфере имеет порядок 10 суток. Деля полный запас энергии водяного пара на 10 суток, получаем  $2 \times 10^{15} \text{ Вт}$ . Деля последнюю

величину на площадь поверхности Земли  $5 \times 10^{14} \text{ м}^2$ , получаем мощность атмосферы, связанную с конденсацией водяного пара, вызывающей горизонтальный ветер, величину  $2 \times 10^{15} \text{ Вт}$ . Эта же величина характеризует по порядку величины мощность осадков. Около десяти процентов тропических осадков (в основном, над океанами) производят ураганы, т.е.  $\sim 10^{13} \text{ Вт}$ .

10-ый столбец: Оценены характеристики атомной бомбы распада урана, сброшенной на Нагасаки.

11-ый столбец: Оценено замедление распада урана в реакторах с учётом массы реакторов.