

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЗОН С АНОМАЛЬНЫМ ХОДОМ ВРЕМЕНИ

Николенко А. Д.

Институт исследований природы Времени

E-mail: alniko@ukr.net

Рассмотрена возможность реального существования локальных стационарных Зон на поверхности Земли с измененным ходом времени. Показано, что допущение о существовании таких Зон влечет за собой проверяемые физические следствия. Сформулирован принцип относительности в темпоральной формулировке. Рассмотрены возможности моделирования Зон с измененным ходом времени. Отмечено, что изменение хода времени может быть описано как временное масштабное преобразование. Рассмотрены две версии возникновения Зон – как физических феноменов и как психофизиологических феноменов. Показано, что существование локальных стационарных областей пространства с измененным ходом времени в рассматриваемых условиях противоречит существующим физическим концепциям пространства-времени. Рассмотрены эпизоды, по мнению авторов связанные с измененным ходом времени. Показано, что их описания отвечают психофизиологическому феномену и не укладываются в предположение о возможности реального физического изменения хода времени.

Доклад построен с учетом междисциплинарного характера Семинара с возможностью понимания его содержания специалистами различных дисциплин, в том числе и гуманитарного характера.

Ключевые слова: теория времени, аномальный ход времени, изменение темпов течения времени, управление течением времени.

Меня увлекали парадоксы Времени...

Г. Уэллс. «Новейший ускоритель».

I. Введение

Одним из первых, кто описал удивительные явления, сопровождающие изменение хода времени, был великий английский писатель Герберт Уэллс. Стоит привести выдержки из его известного рассказа «Новейший ускоритель»:

«... Из всех чудес, которые я испытал на себе, о которых фантазировал или читал в книгах, эта небольшая прогулочка по Фолкстону в обществе профессора Гибберна после приема «Новейшего ускорителя» была самым странным, самым невероятным приключением за всю мою жизнь.

Мы выбежали из садика Гибберна и стали разглядывать экипажи, неподвижно застывшие посреди улицы. Верхушки колес того самого омнибуса, ноги лошадей, кончик хлыста и нижняя челюсть кондуктора (он, видимо, собирался зевнуть) чуть заметно двигались, но кузов этого неуклюжего рыдвана казался окаменевшим. И *мы не слышали ни звука*, если не считать легкого хрипа в горле кого-то из пассажиров. Кучер, кондуктор и остальные одиннадцать человек словно смерзлись с этой застывшей глыбой. Сначала такое зрелище поразило нас своей странностью, а потом, когда мы обошли омнибус со всех сторон, нам стало даже неприятно. Люди как люди, похожие на нас, и вдруг так нелепо застыли, не завершив начатых жестов! Девушка и молодой человек, улыбаясь, делали друг другу глазки, и эта улыбка грозила остаться на их лицах навеки; женщина во вздувшейся мешком накидке сидела, облокотившись на поручни и вперив немигающий взгляд в дом Гибберна; мужчина закручивал ус — ни дать ни взять восковая фигура в музее, а его сосед протянул окостеневшую руку и растопыренными пальцами поправлял съехавшую на затылок шляпу.

...В музыкальной раковине *играл оркестр, но мы услышали не музыку, а какое-то шипение или предсмертные вздохи, временами переходившие в нечто вроде приглушенного тиканья огромных часов*. Люди вокруг кто стоял навтыжку, кто, словно какое-то несуразное немое чучело, балансировал на одной ноге, прогуливаясь по лугу. Я прошел

мимо пуделя, который подскочил кверху и теперь спускался на землю, чуть шевеля лапками в воздухе...

...Позы тех, кто сидел в этих креслах, большей частью казались почти естественными, зато на искаженные багровые физиономии музыкантов просто больно было смотреть. Апоплексического вида джентльмен застыл в неподвижности, пытаясь сложить газету на ветру. Судя по всему, *ветер был довольно сильный, но для нас его не существовало.*

...Не успел я остановить его, как он (Гибберн) ринулся вперед, схватил злосчастную собачонку и со всех ног помчался с ней к скалистому берегу. И удивительное дело! Собачонка, *которую, кроме нас, никто не мог видеть,* не выказала ни малейших признаков жизни — даже не залаяла, не трепыхнулась...

— Гибберн! — продолжал я, настигая его. — Отпустите собачонку. Бегать в такую жару! Ведь мы делаем две-три мили в секунду. Сопротивление воздуха! — заорал я. — Сопротивление воздуха! Слишком быстро движемся. Как метеориты! Все раскалилось! Гибберн! Гибберн! Я весь в поту, у меня зуд во всем теле. Смотрите, люди оживают. Ваше зелье перестает действовать. Отпустите наконец собаку!

Мы, наверное, *пустились бы бежать, но тогда нас охватило бы пламенем.* Тут и сомневаться нечего. А тогда нам это и в голову не пришло.

...С помощью «Ускорителя» можно будет осуществить множество поистине удивительных вещей, ибо и самые ошеломляющие и даже преступные деяния удастся тогда совершать незаметно, так сказать, ныряя в щелки времени» [1].

В этом отрывке автором статьи выделены фразы, показывающие существование физических явлений, которые, по мнению Г. Уэллса, сопровождают ускорение хода времени в описанной ситуации.

Фантастический сюжет этого рассказа можно было бы списать на фантазию автора, если бы не периодически появляющиеся сообщения о вполне реальных проявлениях изменения хода времени в экстремальных ситуациях. Ряд свидетельств авторитетных очевидцев приводились в документальном фильме реж. Александра Милославова «Тоннели времени», вышедшем на экран 16 марта 2012 года по московскому каналу «РЕН-ТВ», некоторые случаи были описаны в книге «Тайны Времени» В. Чернобровом [2], описания таких ситуаций появлялись и в иных публикациях.

Возможно ли в реальности существование зон на Земле, в которых происходило аномальное течение времени? С чем может быть связано возникновение таких зон? Можно ли дать обоснованное заключение о достоверности сообщений о подобного рода явлениях?

Выделим ряд характерных эпизодов, которые, по мнению авторов, являются вполне достоверными, и проанализируем возможность их реального существования с физической точки зрения. Интересно выявить проверяемые физические следствия, которые помогли бы сделать обоснованные заключения по сути происходивших явлений, связанных с возможным аномальным изменением хода времени.

Эпизод 1. «...У заслуженного летчика-испытателя, Марка Галлая при испытаниях истребителя Ла-5 пожар в воздухе все же произошел. В книге "Испытано в небе" он так описывал это летное происшествие: "Откуда-то из-под капота выбило длинный язык пламени... Снизу в кабину пополз едкий сизый дым... Дрогнул, сдвинулся с места и пошел по какому-то странному двойному счету масштаб времени. Каждая секунда обрела способность неограничено, сколько потребуется, расширяться: так много дел успевают сделать человек в подобных положениях. Кажется, ход времени почти остановился!" Заметьте, испытатель пишет "кажется", хотя тут же утверждает, что за считанные секунды сумел проделать огромное количество дел... Спустя много лет, в декабре 1996 года, в разговоре с Галлаем мы вспомнили этот случай, и я попросил его сказать испытывал ли он за годы своей богатой летной практики впоследствии что-либо подобное, а если да - то

сколько примерно раз. "Да раз десять,- был ответ, - наверное, многие летчики, особенно испытатели, сталкиваются с этим не единожды!.." [2].

Эпизод 2. В документальном фильме реж. Александра Милославова «Тоннели времени», вышедшем на экран 16 марта 2012 года по московскому каналу «Рен-ТВ», показано интервью с известным летчиком-испытателем, Героем России Магомедом Талбоевым. Он рассказал о катастрофе самолета МиГ-29, происшедшей в 1989 году во время полетов на авиасалоне в Ле Бурже. На сверхмалой высоте у тяжелой машины произошел помпаж правого двигателя, и он вышел из строя. Самолет клюнул носом, ушел в сторону от людей и взорвался.



Рис.1. Катастрофа самолета МиГ-29. По утверждению М. Талбоева, в этот момент течение времени для летчика ускорилось в 15-20 раз. Никаких внешних проявлений возникновения Зоны с аномальным течением времени не наблюдается.

В последний момент перед взрывом летчик-испытатель А. Н. Квочур успел катапультироваться и остался жив только благодаря тому, что взрывная волна наполнила раскрывающийся купол парашюта. «Черный ящик» погибшего самолета засвидетельствовал, что летчик за секунду до катапультирования успел сделать так много операций по управлению неисправным самолетом, что в нормальной обстановке на это могли бы уйти минуты.

В книге В. Черноброва [2] приводится цитата из рассказа самого летчика: "...Отчетливо увидел, как почему-то медленно стала сминаться, пошла гофром носовая

часть фюзеляжа, как ударил огонь, но взрыва не слышал. Наверное, потому, что в эти секунды старался сгруппироваться, чтобы как-то смягчить неизбежный удар о землю... После взрыва самолета - кстати, он показался мне как бы растянутым во времени и беззвучным, как в немом кино, - ударная волна пошла в стороны и вверх. Она-то и развернула меня так, что ноги оказались сверху, и я довольно здорово приложился к земле спиной, на мгновение отключился, но сразу пришел в себя...". По оценке М. Талбоева, для летчика время ускорило в 15-20 раз.

Эпизод 3. В июле 1941 года штурмовик Ил-2, пилотируемый Сергеем Ивановичем Колыбиным, атаковал вражескую переправу и был подбит. Фашистские солдаты уже бежали к месту его предполагаемой посадки. Колыбин круто развернул Ил-2 и врезался в мост. Это мгновение он запомнил на всю свою жизнь и о нем впоследствии рассказывал часами. Самолет перед взрывом задел за конструкцию моста крылом и перевернулся, Колыбин вылетел из кабины... и время в его восприятии остановилось: он рассмотрел выражение лиц всех окружающих его гитлеровцев, видел, как некоторые из них пытались выбраться из танковых люков, другие бежали, ложились, хотели спрятаться от языков пламени, и все их движения были чересчур медленными...

Эпизод 4. "...Я так залюбовался красивым полетом летящей прямо в меня пули, что даже увернуться не догадался, хотя времени для этого у меня было достаточно!" (капитан Н.З.)...

Эпизод 5. Когда 4 февраля 1940 года расстреливали осужденного днем раньше наркома внутренних дел Николая Ивановича Ежова, тот метался в тесной камере так, что ни одна пуля в него не попадала! Финал этой истории известен - Ежова все-таки "достали", а расстрельная команда впоследствии дала ход легенде-были о способностях своего бывшего руководителя. Эпизоды 3,4,5 приведены по книге В. Чернوبرова [2].

Эпизод 6. Бывший военный советской армии Федор Никитович Филатов из города Балашева во время Великой Отечественной войны пережил удивительные мгновения. Во время одного из боев в пяти метрах от него упал снаряд, и время словно замедлило свой бег!

«Я четко видел (и никогда не забуду!), - пишет Филатов, - как таял снег вокруг раскаленной болванки, как по стальной поверхности зазмеились огненные трещины, как, наконец, зловеще полыхнуло из них пламенем, как медленно начали отделяться и плавно подниматься осколки. Все это происходило бесшумно, словно в немом кино... И тут все обрело привычный ритм. Яростно взметнулся столб взрыва, рывкнуло, будто доской ударило по ушам, и я потерял сознание...» [3].

Безусловно, не всем свидетельствам такого рода можно доверять. В частности, эпизод 5, скорее всего, выдуман перепуганной расстрельной командой, приводившей в исполнение смертный приговор в отношении бывшего всемогущего наркома. Если предположить, что находившийся в состоянии смертельного ужаса Ежов мог уворачиваться от пуль, то нужно сделать вывод, что скорость его движений была того же порядка, что и скорость летящей пули. А это значит, что он должен был периодически исчезать из поля зрения своих палачей подобно тому, как становится невидимой вылетевшая из ствола пуля. Об этом упоминаний не было, что сводит на нет достоверность этого эпизода.

В то же время ряд свидетельств о замедлении хода времени принадлежит авторитетным источникам, в частности заслуженным и широко известным летчикам-испытателям, в искренности которых можно не сомневаться.

Общим во всех таких свидетельствах является то, что изменение хода времени инициировалось стрессовой ситуацией, в которой оказывался автор рассказа. Может ли психологическое воздействие влиять на протекание объективных физических процессов, тем более таких фундаментальных, как течение времени? Или это сугубо субъективные проявления особенностей человеческой психики? Здесь нужно принять во внимание то, что после соответствующей психологической подготовки некоторые индивидуумы могут

без каких-либо последствий для себя ходить по раскаленным углям, тогда как любой неподготовленный человек получил бы в этом случае сильнейший ожог ступней [4]. Следовательно, возможность психологического воздействия на ход физических процессов нельзя отменить сразу.

В общем случае можно определить следующие вида явлений, которые могут оцениваться наблюдателями как изменение хода времени.

A. Возникновение на определенный период времени локальной Зоны с реальным изменением *физического хода времени* в ней.

B. Возникновение на определенный период времени Зоны, охватывающей системы зрительного и слухового восприятия наблюдателя, включая его мозг, в которой они находятся в режиме работы, резко отличающийся от штатного (обычного). При этом реального изменения физического хода времени не происходит, а проявляющиеся в этой ситуации феноменальные возможности человека (воспринимаемые им как изменение хода времени) связаны с его *психофизиологическими возможностями*.

C. Ощущение измененного хода времени возникает *после* совершения события, как специфическое воспоминание о пережитой стрессовой ситуации.

D. Использование *технических средств наблюдения*, позволяющих изменять временной масштаб наблюдаемых явлений (подобно тому, как микроскопы и телескопы изменяют пространственные масштабы объектов наблюдения для того, чтобы перевести их в диапазон наблюдаемых размеров). В данном случае имеется в виду скоростная/замедленная кино- и видеосъемка. Ее удобно применять как инструмент для изучения упомянутых эпизодов с точки зрения соответствия описанных ситуаций процессу замедления времени.

II. Что такое «изменение темпов течения времени»?

Под изменением хода (или темпов) течения времени будем понимать ситуацию, когда интервалу времени dt (или Δt) в одной системе отсчета тем или иным образом ставится в соответствие интервал времени $d\tau$ (или $\Delta\tau$) в другой системе отсчета; либо когда интервалу времени dt (или Δt) в исследуемой системе отсчета в некоторый момент времени t_1 ставится в соответствие интервал времени $d\tau$ (или $\Delta\tau$) в этой же системе отсчета, но в иной момент времени t_2 . Соответствие интервалов определяется с помощью некоторых эталонных процессов, в частности с помощью предварительно синхронизированных идеальных часов (аналогично тому, как это делается в специальной теории относительности (СТО), см. например [5]).

Таким образом, взаимосвязь темпов течения времени в соответствующих системах отсчета (или в рассматриваемые моменты времени) задаются в следующем виде:

$$\eta = \frac{d\tau}{dt}, \text{ или } \eta = \frac{\Delta\tau}{\Delta t}. \quad (1)$$

Здесь η – коэффициент, показывающий замедление или ускорение темпов течения времени. Подчеркнем, что изменение темпов течения времени также понимается в смысле специальной теории относительности и в использовании вызывающего споры термина «скорость течения времени» необходимости нет.

III. Управление Временем и Машина Времени

Говоря об изменении хода времени, необходимо различать понятия *управления Временем* и *Машины Времени*.

1. Под *управлением Временем* будем понимать управляемое изменение темпов течения времени для некоторого объекта, и при этом сам объект все время продолжает оставаться в Настоящем.
2. Под *Машиной Времени* будем понимать гипотетическую возможность с помощью некоторого аппарата покинуть Настоящее и перемещаться в Прошлое или Будущее с сохранением своей идентичности. В рамках настоящей работы вопросы, связанные с проблематикой Машины Времени, затрагивать не будем.

IV. Управление Временем на базе современных физических представлений

Современная физика дает нам три возможности управления Временем.

Возможность первая. Специальная теория относительности [5] установила связь между нормальным течением времени dt в лабораторной системе отсчета K и течением времени $d\tau$ в движущейся (сопутствующей) системе отсчета K' (обе системы отсчета полагаем инерциальными). Эта связь задается следующим выражением:

$$d\tau = dt \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (2)$$

Здесь v – скорость движения сопутствующей системы отсчета K' относительно лабораторной K , c – скорость света в вакууме. В СТО часто употребляется величина, которую называют гамма-фактор, или Лоренцев фактор:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (3)$$

Взаимосвязь темпов течения времени в сопутствующей системе отсчета по отношению к темпам течения времени в лабораторной системе отсчета дается соотношением (1). Величина η показывает замедление или ускорение темпов течения времени в системе K' по отношению к нормальному ходу времени в инерциальной лабораторной системе отсчета K . Сопоставляя формулы (1), (2), (3), можно записать:

$$\eta = \gamma^{-1}. \quad (4)$$

Чтобы изменить темп течения времени, нужно разогнать систему отсчета K' до нужной скорости v . Это повлечет за собой изменение гамма-фактора γ , который в соответствии с соотношением (4) изменит темп течения времени в сопутствующей системе отсчета.

Покажем, как управление временем с использованием такой возможности может быть реализовано на практике. Рассмотрим следующий пример. В дальнем космосе на космическом корабле установлена электромагнитная пушка, способная выстреливать снаряд со скоростью 250 000 км. сек. Чтобы выпущенный неудачно снаряд не наделал бед, он снабжен устройством самоликвидации: вмонтированные в снаряд часы через 2 секунды после выстрела запускают механизм самоподрыва снаряда. Допустим теперь, что на расстоянии в 800 000 км. от корабля обнаружилась цель – вражеский корабль. Можно ли поразить эту цель с такой дистанции?

Скорость снаряда $v = 250\,000$ км. сек, время полета до подрыва $\Delta\tau = 2$ сек. Следовательно, он пролетит расстояние $s = v\Delta\tau = 250\,000$ км. сек \cdot 2 сек = 500 000 км и самоликвидируется. Значит, снаряд не преодолеет дистанцию до цели до самоликвидации и она поражена не будет. Однако этот расчет не учитывает релятивистское замедление времени. В соответствии с формулой (2) от момента выстрела до момента

самоликвидации с точки зрения пилота космического корабля пройдет не 2 секунды, а больше:

$$\Delta t = \frac{\Delta \tau}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2 \text{сек}}{\sqrt{1 - \frac{(2,5 \cdot 10^5)^2}{(3 \cdot 10^5)^2}}} = 3,7 \text{ сек.}$$

Следовательно, с учетом замедления времени снаряд пролетит большее расстояние: $s = v\Delta t = 250\,000 \text{ км. сек} \cdot 3,7 \text{ сек} = 925\,000 \text{ км}$, цель будет достигнута и поражена. Таким образом, пилот воспользуется таким замедлением времени для уничтожения противника.

То, что расчеты пилота правильные и результат будет достигнут, сомнения не вызывает, так как этот пример построен по схеме удачных экспериментов, проводимых на ускорителях и связанных с увеличением пробега пучка элементарных частиц – пионов в результате релятивистского увеличения их времени жизни [6].

Итак, можно сделать вывод, что замедление времени приводит к реальным физическим результатам (в нашем примере – уничтожению вражеского корабля), и в связи с этим такое замедление времени нельзя расценивать как «кажущееся».

По сути, в нашем примере возникает локальная зона с замедленным течением времени, имеющая форму снаряда и движущаяся вместе с ним.

На свойстве релятивистского замедления времени основан знаменитый парадокс близнецов, в соответствии с которым брат-близнец, улетевший с большой скоростью на ракете и потом вернувшийся обратно, застанет оставшегося брата постаревшим по сравнению с собой. Заметим, что этот механизм нельзя расценивать как Машину Времени, так как оба брата могут во время всего полета наблюдать друг за другом, т.е. оба в течение всего полета будут находиться в одном и том же Настоящем.

В настоящее время практического значения описанная возможность управления временем не имеет, так как для реального изменения темпов течения времени нужны субсветовые скорости v , труднодостижимые на практике (за исключением экспериментов с элементарными частицами).

Возможность вторая. Гравитационное замедление времени. Общая теория относительности (ОТО) показала еще одну возможность управления течением времени: чем больше гравитация, тем медленнее течет время. Различие в темпах течения времени у массивных и легких объектов проявляется в наличии красного или синего смещения (в зависимости от положения наблюдателя) в спектрах излучаемого ими света. Эйнштейн впервые предположил, что потерю энергии фотоном при переходе в область с более высоким гравитационным потенциалом можно объяснить через разность хода времени в точках приёма и передачи сигнала. В отличие от предыдущего случая, здесь источник изменения хода времени может быть стационарным.

Эту возможность можно проиллюстрировать следующим примером. Положим, что трое братьев-близнецов начали работать в космической отрасли: один остался работать в Центре управления полетами (ЦУПе), второй стал космонавтом и отправился в полет на Юпитер, а третий – на малую планету на дальней периферии Солнечной системы. Когда оба близнеца-космонавта прилетели и расположились на своих планетах и приступили к исследованиям, близнец в ЦУПе обнаружит странную вещь: космонавт-близнец на Юпитере станет соображать хуже, в то время как близнец на периферии солнечной системы явно поумнел. Если бы братья решили поступить заочно в институт, и принялись отвечать на тесты, которые им транслировал брат-близнец в ЦУПе, то близнец на малой планете быстрее бы справился с экзаменационным заданием, чем его брат в ЦУПе, а брат на Юпитере вообще может провалить экзамены. Зато после возвращения на Землю, сверяя часы, они обнаружат, что брат с Юпитера моложе остальных, а прилетевший с малой планеты теперь может считаться их старшим братом.

В настоящее время уже нашел экспериментальное подтверждение тот факт, что у подножия небоскреба время течет медленнее, чем на его крыше (это явление в 2010 году зарегистрировано специалистами Национального института стандартов и технологий (NIST) с помощью сверхточных атомных часов на основе ионов алюминия).

Практического интереса рассматриваемая возможность также не представляет: для этого нужно научиться сначала эффективно управлять гравитацией в земных условиях, а как это сделать, никаких разумных возможностей не просматривается.

Реальность гравитационного и релятивистского изменения хода времени было подтверждено в эксперименте Дж. Хафеле (J.C. Hafele) и Ричарда Китинга (Richard E. Keating) в октябре 1971 года [7]. Они дважды облетели вокруг света с четырьмя комплектами цезиевых атомных часов, после чего сравнили их показания с часами, оставшимися неподвижными в Военно-морской обсерватории США. Средняя скорость относительно поверхности Земли составляла 243 м/с, средняя высота над уровнем моря 8,90 км. Результаты показали, что при полете на восток разность движущихся и покоящихся часов составила -59 ± 10 (расчетная: -40 ± 23) наносекунд, а при полете на запад 273 ± 7 (расчетная: 275 ± 21) наносекунд. Эти результаты хорошо совместимы с предсказаниями теории относительности. Расчет эффектов велся по следующим уравнениям:

Общее отставание часов:

$$\tau = \Delta\tau_v + \Delta\tau_g + \Delta\tau_s.$$

1. Вклад специальной теории относительности (по скорости):

$$\Delta\tau_v = -\frac{1}{2c^2} \sum_{i=1}^k v_i^2 \Delta\tau_i.$$

2. Вклад общей теории относительности (по гравитации):

$$\Delta\tau_g = \frac{g}{c^2} \sum_{i=1}^k (h_i - h_0) \Delta\tau_i.$$

3. Поправка на эффект Саньяка - появление фазового сдвига встречных электромагнитных волн во вращающемся кольцевом интерферометре:

$$\Delta\tau_s = -\frac{\omega}{c^2} \sum_{i=1}^k R_i^2 \cos^2 \varphi_i \Delta\lambda_i.$$

Здесь h — высота, v — скорость, ω — угловая скорость Земли, а $\Delta\tau_i$ и $\Delta\lambda_i$ представляют собой продолжительность i -го участка полёта и изменение географической долготы для него; R_i — расстояние от центра Земли на этом участке, φ_i — географическая широта; g — ускорение свободного падения, c — скорость света. Эффекты суммируются в течение всего полёта, так как параметры со временем изменяются.

Возможность третья. Эта единственная практически осуществимая и очень важная возможность управления временем, также связанная с теорией относительности. Такой вид управления течением времени распространен очень широко, приборы для управления течением времени установлены практически в каждой квартире, и управлять ими могут даже дети. Речь идет о реализации реакций, при которых происходит излучение или поглощение света. Когда мы щелкаем выключателем, нить накаливания электрической лампочки начинает испускать свет, который можно рассматривать как поток фотонов,

движущихся со скоростью света c (влияние среды не учитываем). Или, другими словами, часть вещества нити накаливания превращается в фотоны. Поскольку для фотонов $v = c$, то в соответствии с соотношением (1) темпы течения времени dt для фотонов падают до нуля. Можно сказать, что, включив свет, мы тем самым останавливаем течение времени для части вещества нити накаливания, в результате чего оно трансформируется в поток фотонов. Аналогичным образом можно трактовать и поглощение фотонов как обратный процесс, связанный с запуском течения времени. Такая ситуация происходит, в частности, при поглощении фотонов сетчаткой глаза [8].

Однако управление течением времени по этим схемам дискретно, и связано с трансмутациями элементарных частиц, что ограничивает его применимость на практике. Возможность на этой базе управлять течением времени для сложных систем с сохранением их идентичности отсутствует.

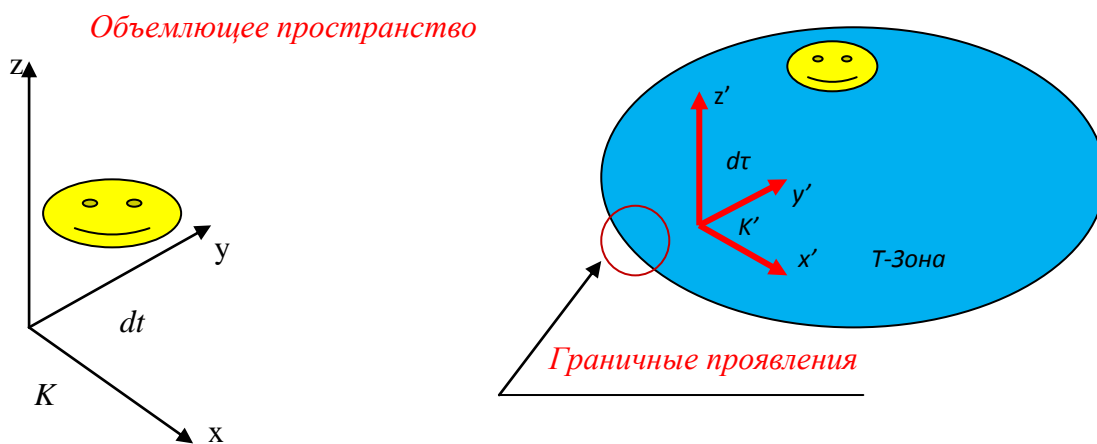
Никаких иных возможностей для управления течением времени современная физика не предлагает.

V. Модель T-Зоны

Далее нам потребуется достаточно общая модель, которая пригодна для исследования локальных T-Зон (или просто Зон) с аномальным ходом времени. Построим ее следующим образом. Пусть на поверхности Земли (т.е. на пространстве с одинаковой гравитацией) задана лабораторная система отсчета K с часами и наблюдателем. Положим теперь, что в непосредственной близости от системы K в некоторый момент времени возникает ограниченная, замкнутая, однородная фиксированная область пространства - T-Зона. Внутри Зоны зададим неподвижную систему отсчета K' с часами и наблюдателем. Время жизни Зоны ограничено. Ход времени в Зоне $d\tau$ отличается от хода времени dt в лабораторной системе отсчета K (двое идентичных и изначально синхронизированных часов, одни из которых размещены в лабораторной системе отсчета, другие - внутри Зоны, будут иметь разный ход времени). Следовательно, во время жизни Зоны $\eta \neq 1$.

Возможны два эквивалентных подхода для сопоставления хода часов в рассматриваемой ситуации. Можно говорить о том, что в некоторой точке до возникновения Зоны ход времени определялся обычным образом - dt . После возникновения Зоны рассматриваемая точка оказалась внутри Зоны, и ход связанных с ней часов изменился с dt на $d\tau$. С другой стороны, можно сопоставлять ход часов, одни из которых находятся вне зоны, а вторые внутри Зоны, в один и тот же момент времени.

Предлагаемая модель позволяет использовать ее для исследования всех вышеприведенных эпизодов, в том числе и тех, в которых имеются движущиеся объекты (в частности аварийные самолеты), так как такие объекты не являются релятивистскими (их скоростью можно пренебречь по сравнению со скоростью света).



Фиг. 2. Модель T-Зоны с измененным ходом времени.

Сразу отметим, что специальная теория относительности запрещает существование T -Зон в областях с фиксированной гравитацией (или там, где она отсутствует или ее влиянием можно пренебречь). Действительно, в модели T -Зоны относительная скорость v систем отсчета K и K' равна нулю, что сразу дает значение гамма-фактора, равное единице (3). Но Зона определена только тогда, когда $\eta \neq 1$ и его значение может меняться в момент возникновения и исчезновения T -Зоны. В итоге соотношение $\eta \neq 1$ ни при каких условиях выполняться не может, что и порождает запрет на существование таких Зон.

Чтобы разблокировать ситуацию и иметь возможность исследования рассматриваемых эпизодов, мы вынуждены ввести дополнительный π -фактор следующим образом. Соотношение (2) преобразуем, приведя его к виду:

$$d\tau = \pi dt \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (5)$$

Тогда соотношение (4) будет записываться следующим образом:

$$\eta = \pi \gamma^{-1}. \quad (6)$$

Положим, что π -фактор при $v = 0$ может принимать значения, отличные от единицы, и он учитывает гипотетические воздействия, способные изменить темпы течения времени. Т.е. он отражает некую нерелятивистскую возможность изменения темпов течения времени. Введением π -фактора мы попробуем обойти релятивистский запрет на существование T -Зон.

Когда правомерно говорить об увеличении темпов течения времени, а когда о замедлении? Вопрос не такой простой, как кажется на первый взгляд. Из релятивистской теории следует, что если обе системы отсчета K и K' инерциальны и движутся друг относительно друга, то в силу принципа относительности и следующей из него симметрии между этими системами отсчета, каждый из наблюдателей зарегистрирует одно и то же *замедление* темпов течения времени в иной системе отсчета в соответствии с формулой (2). Т.е. замедление времени будет иметь место сразу в обеих системах отсчета, движущихся друг относительно друга..

В нашем случае обе системы отсчета также инерциальны, но неподвижны по отношению друг к другу. Поэтому гамма-фактор равен единице, и уже не оказывает влияние на относительное течение времени. Изменение темпов течения времени теперь определяется соотношением $\eta = \pi$. Поскольку обе системы отсчета неподвижны, вполне правомерно говорить, что если $\eta < 1$, т.е. $d\tau < dt$, то в T -Зоне темпы течения времени будут меньше по сравнению с лабораторной системой, а наблюдатель внутри T -Зоны отметит повышенные темпы хода времени вне Зоны по сравнению со своими часами.

И наоборот, если $\eta > 1$, т.е. $d\tau > dt$, то в T -Зоне темпы течения времени будут выше по сравнению с лабораторной системой, а наблюдатель внутри T -Зоны отметит замедление хода времени вне Зоны по сравнению со своими часами. Именно такие ситуации описаны в рассказе Герберта Уэллса и приведенных эпизодах.

Иными словами, ускорение темпов течения времени в Зоне означает, что если часы в лабораторной системе отсчета отмерили интервал времени Δt , то за этот период часы в Зоне отсчитают больший интервал своего времени:

$$\Delta\tau = \eta \Delta t, \eta > 1. \quad (7)$$

Т.е. пока для наблюдателя в лабораторной системе отсчета пройдет секунда, наблюдатель в Зоне переживет η секунд по своим часам.

Теперь необходимо определить границы T -Зоны. В рассказе Герберта Уэллса ускоренным течением времени были охвачены оба путешественника, а время вне их шло обычным образом. Поэтому естественно полагать, что Зона ускоренного хода времени совпадала с конфигурацией их тел, включая одежду (в противном случае одежда не поспевала бы за их движениями и они оказались бы обнаженными в толпе, что для викторианской Англии было бы весьма неприлично). Но это заведомая фантастика. А вот в случае с Филатовым (эпизод 6), который в оцепенении наблюдал за разрывом снаряда, вполне естественно принять, что Зона охватывала мозг, который стал ускоренно воспринимать события вокруг. В этом случае будем считать, что Зона была ограничена телом бойца. Подчеркнем, что возникновение границ Зоны ни в одном из перечисленных эпизодов не обнаруживалось какими-либо наблюдаемыми физическими проявлениями.

Целесообразно этот эпизод выбрать базовым для дальнейшего рассмотрения, так как схемы всех остальных эпизодов при определенных допущениях могут быть сведены к нему.

В связи с тем, что мы тем или иным способом определяем границы Зоны, возникает новый класс явлений, которые нужно будет исследовать – пограничные явления, т.е. явления, происходящие в местах соприкосновения областей с разным ходом времени. Их наглядным примером в рассказе Герберта Уэллса является эпизод, когда одежда на героях рассказа начала тлеть и возникла опасность ее загорания.

Отметим, что наши возможности для математического описания процессов, которые могут происходить в Зоне, очень ограничены. Остановимся на этой проблеме подробнее.

VI. Принцип относительности в темпоральной формулировке

Фундаментальный принцип относительности, лежащий в основе СТО, позволяет нам сразу сделать некоторые выводы о протекании процессов, связанных с замедлением хода времени.

Сам принцип относительности [6] для инерциальных систем можно сформулировать следующим образом: *находясь в замкнутой физической системе, никакими экспериментами невозможно определить, покоится эта система или равномерно движется.*

Пусть некоторый космонавт на инерциально движущемся космическом корабле заснул (или был погружен в анабиоз). Все иллюминаторы задраены, внешней связи нет, т.е. система является полностью замкнутой. Допустим, что космонавт в нужное время проснулся, и захотел узнать, изменился ли для него ход времени (что могло быть результатом ускорения, с которым двигался корабль во время сна космонавта). Наружу выглянуть он не может. Сможет ли он провести какие-либо эксперименты внутри корабля и обнаружить, что для него ход времени изменился? Ответ следующий:

Никакими экспериментами в замкнутой инерциальной системе невозможно установить, изменился ли в ней ход времени.

Действительно, если бы существовали эксперименты, с помощью которых мы бы смогли определить изменение темпов течения времени в замкнутой инерциальной системе (т.е. зарегистрировать отклонение от единицы значения коэффициента η), то, привлекая формулы (2), (3), (4), можно было бы обнаружить ее движение (получить значение скорости движения v), а это невозможно в силу принципа относительности СТО.

Значит, *в инерциальных системах отсчета законы природы выполняются одинаково независимо от темпов течения времени в ней.*

По сути, мы получили принцип относительности в темпоральной формулировке. Здесь нужно сделать оговорку: мы говорим об изменениях темпов течения времени *по отношению* к течению времени в некоторой исходной инерциальной системе отсчета, находящейся на бесконечной удаленности от гравитирующих масс. И на основании полученного принципа мы ничего не можем сказать, что произойдет, если изменение

темпов течения времени будет следствием изменения фундаментальной скорости, определяющей скорость света в вакууме c .

Получается, что если рассматривать Зону с релятивистской точки зрения, то никаких особых явлений, которые помогли бы нам обнаружить, что мы попали в T -Зону, происходить не будет. Однако принцип относительности в темпоральной формулировке выполняется исключительно в одном случае: если все рассматриваемые системы являются абсолютно инерциальными.

На практике же такого практически не бывает, все физические системы охватываются различного рода воздействиями, кроме того, мы допускаем возможность гипотетического существования отличного от единицы π -фактора. В этом случае темпоральный принцип относительности может не срабатывать, что повлечет за собой возможность отклонений от обычного протекания физических процессов в результате изменения хода времени.

Ограниченность темпорального принципа относительности вынуждает искать новые теоретические подходы к изучению процессов, происходящих в результате возможного изменения темпов течения времени в T -Зонах. Одним из таких подходов является применение для этих целей теории масштабных преобразований (теории подобия). Покажем, как это может происходить на практике.

VII. Использование теории подобия для моделирования измененного хода времени в T -Зоне

Напомним некоторые положения теории подобия и масштабных преобразований. *Масштабирование (scaling)* представляет собой анизометрическое аффинное преобразование. При таком преобразовании каждая точка $A_i(x_i, y_i, z_i)$, принадлежащая некоторому объекту F , отображается в точку $A_i'(x_i', y_i', z_i')$, которая принадлежит образованному из таких точек объекту F' . В заданной системе отсчета одноименные координаты этих точек связаны масштабным преобразованием следующего вида:

$$\begin{cases} x_i' = k_x x_i, \\ y_i' = k_y y_i, \\ z_i' = k_z z_i. \end{cases} \quad (8)$$

Здесь k_x, k_y, k_z – коэффициенты масштабирования, в общем случае между собой не равные. Преобразование масштабирования (8) увеличивает или уменьшает размеры объектов, «растягивая» или «сжимая» его в том или ином направлении. Такое преобразование сопровождается сдвигом объекта и сохраняет неподвижную точку (начало отсчета координатной системы).

Если все коэффициенты масштабирования равны между собой, т.е. $k_x = k_y = k_z = k$, то мы получаем преобразование подобия, а вновь образованная фигура F' является подобной исходной F . В этом случае k называют *коэффициентом подобия*. Например, если имеется треугольник со сторонами l_1, l_2, l_3 , то в результате преобразования подобия он преобразуется в треугольник со сторонами l_1', l_2', l_3' . Сходственные стороны этих треугольников, т.е. стороны, лежащие напротив одинаковых углов, связаны между собой через один и тот же коэффициент подобия:

$$\frac{l_1'}{l_1} = \frac{l_2'}{l_2} = \frac{l_3'}{l_3} = k. \quad (9)$$

Вместо сходственных сторон можно использовать любые *сходственные параметры* объектов, например расстояния (интервалы) между любыми двумя точками исходного треугольника и аналогичными точками подобного ему треугольника – они также будут связаны между собой через коэффициент подобия соотношением, аналогичным соотношению (9).

Важнейшим обобщением понятия геометрического подобия является *физическое подобие* объектов. Две и более физические системы называют подобными, если при их эволюции сохраняется постоянное отношение между некоторыми измеряемыми сходственными величинами, которые характеризуют данные системы.

Теория физического подобия (тесно связанная с теорией моделирования), оказалась очень плодотворной при исследовании объектов и явлений, для которых не удавалось построить достаточно полного математического описания, а их воспроизведение в реальных масштабах невозможно [9,10]. Эффективность этой теории демонстрирует следующий случай. В 1870 году ожидался спуск на воду сверхсовременного по тем временам броненосца «Кэптэн». Английские ученые-кораблестроители Фруд и Рид в это время создавали теорию корабельного моделирования на основе теории подобия (далее значительно развитую академиком А.Н. Крыловым). Эксперименты на небольшой модели, полностью подобной новому броненосцу, показали, что даже при небольшом волнении он должен опрокинуться. В Адмиралтействе эти опыты на «игрушечных моделях» не сочли за серьезное доказательство и проигнорировали. И при выходе в море огромный броненосец перевернулся в точном соответствии с предупреждениями ученых. Дорогостоящий броненосец ушел на дно, забрав с собой 523 человеческие жизни [10]. С тех пор хорошо разработанная теория подобия и моделирования прочно заняла свое место в ряду наиболее практичных физических теорий.

Однако теория моделирования может дать надежные результаты только в том случае, если имеется физическое подобие реального явления и его модели. В соответствии с теорией, необходимым и достаточным условием подобия систем и явлений является равенство (инвариантность) для них одностипных *критериев подобия* - безразмерных величин, зависящих от физических (в т.ч. геометрических) параметров, которые характеризуют исследуемое явление или систему.

Можно сказать, что физически подобные явления или системы обладают свойством калибровочной инвариантности, т.е. они обладают свойствами, которые не зависят от их размеров (если под «размерами» понимать величину их параметров в фазовом пространстве).

Как можно применить теорию подобия в нашем случае? Основная идея заключается в следующем. Пусть в некоторой области пространства в момент времени t_1 протекали некоторые явления обычным образом. Начиная с момента t_2 в этой области возникла *T-Зона*, т.е. изменился темп течения времени, и интервалу времени Δt до возникновения Зоны теперь соответствует интервал времени $\Delta \tau$ после ее возникновения. Если полагать эти интервалы времени сходственными параметрами явлений, которые имели место до и после возникновения Зоны, то появляется возможность исследовать их физическое подобие. Действительно, уравнение (1) можно рассматривать как уравнение масштабного перехода по временному параметру явлений, происходящих до и после возникновения Зоны, а коэффициент η в этом случае будет играть роль масштабного коэффициента.

Мы не можем исследовать замедление (и ускорение) времени в реальном эксперименте (мы даже не знаем, возможно ли в принципе такое изменение темпов течения времени в локальной Зоне), поэтому такой подход по крайней мере в настоящее время представляется единственно возможным методом исследования.

Нужно отметить, что релятивистское замедление времени дает хороший пример масштабного преобразования по временному параметру. Если две идентичные системы находятся в инерциальном движении друг относительно друга, то при релятивистском замедлении хода времени между ними сохраняется их полное физическое подобие.

Подчеркнем, что сохранение физического подобия этих систем в данном случае связано с необходимостью одновременного изменения в них пространственных масштабов.

VIII. Изменение временного масштаба изучаемых явлений с помощью ускоренной/замедленной кино- видеосъемки

Впервые изменение темпов течения времени позволило решить сложнейшую физическую и политическую проблему в конце XIX века. Во время франко-прусской войны 1870 - 1871 годов огнестрельные ранения, полученные немецкими солдатами во время боев, стали значительно более тяжелыми, чем раньше. Немецкое командование стало подозревать, что французы использовали разрывные пули, что по международным законам ведения войны было признано варварским и запрещено. Но чтобы предъявить претензии французской стороне, нужны были доказательства, получить которые было поручено известному австрийскому физика и философу Эрнсту Маху (тому самому, нещадно руганному Лениным, автору знаменитого принципа Маха).

Движение пуль и снарядов после выстрела было невидимым для глаза, и поэтому представляло собой загадку. Настолько, что как-то в пылу философской полемики Мах задал вопрос своему собеседнику: "А ты действительно веришь, что артиллерийский снаряд существует в полете? Ты его видел? Может быть он вообще исчезает после выстрела из орудия и затем появляется лишь у цели, где предписывают ему оказаться законы механики?" Пораженный собеседник покрутил пальцем у виска, что не показалось Маху убедительным контраргументом.

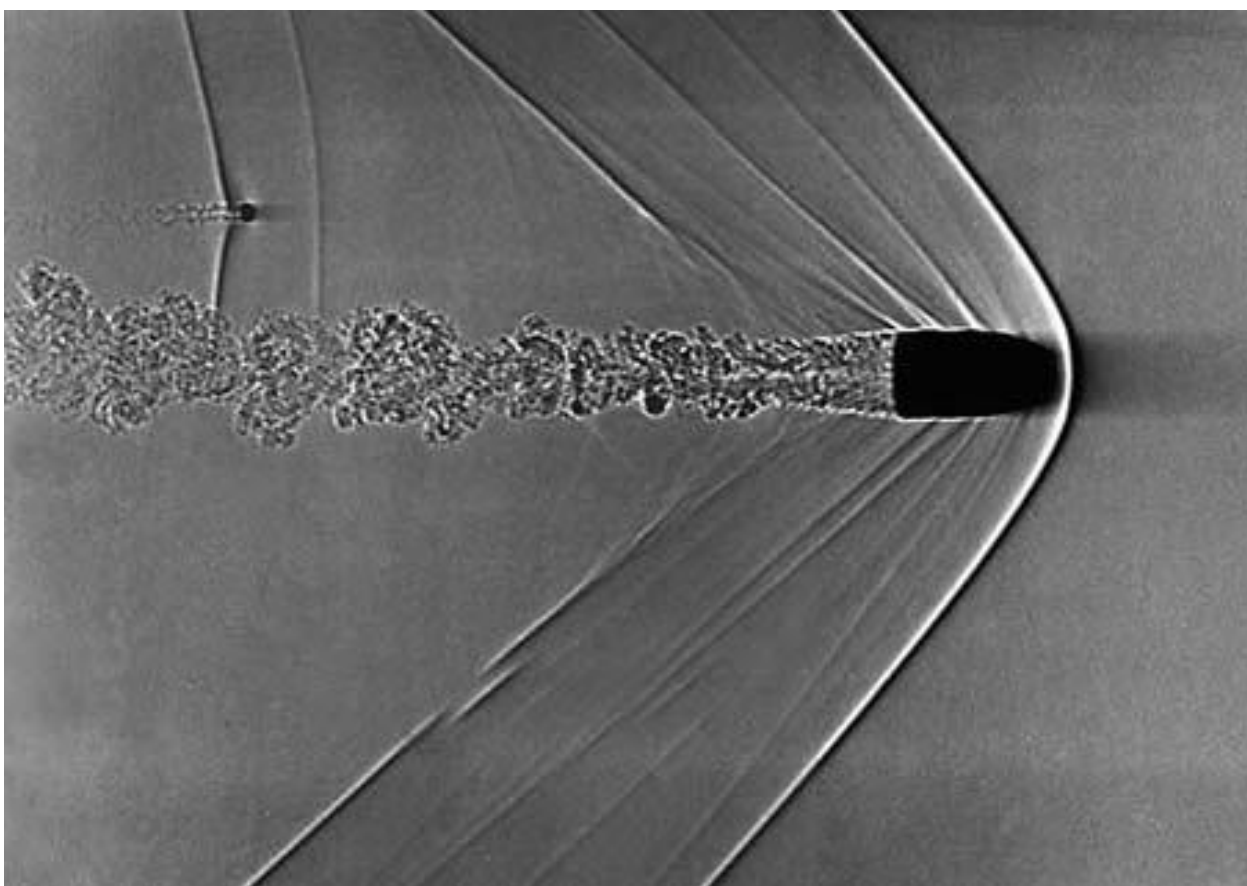


Рис. 3. Вид пули в полете.

Мах вместе со своими коллегами Петером Зальхером и Шандором Риглером из Военно-морской академии в Фиуме построил высокоскоростную камеру для съемки и

впервые в мире сумел с ее помощью рассмотреть пулю в полете. Он увидел, что от ее головной части расходились странные полосы, а в пространстве, где пролетела пуля, возникло вихревое движение воздуха.

Первая высокоскоростная съемка дала возможность понять, что длинные "усы" - это конус ударной волны (ныне называемый конусом Маха), вызываемый движением пули в воздухе быстрее скорости звука, а также связать угол этого конуса (угол Маха) с отношением скорости снаряда к скорости звука (числом Маха). Это было крупнейшее научное открытие, значение которого даже сам Мах не осознавал: его важность стала особенно понятной после Второй мировой войны, когда начался тяжелый и кровопролитный штурм открытого им звукового барьера реактивной авиацией.



Рис. 4. Конус Маха.

С помощью сделанного открытия Мах выполнил поставленную перед ним задачу и обнаружил причину повышенной убойной силы французских пуль. Как выяснилось, они летели со сверхзвуковой скоростью, и возникающая при этом ударная волна значительно повышала их убойную силу.

Приведем несколько примеров «застывшего времени» из журнала «Химия и химика» [11].



Рис. 5. Остановленное мгновение выстрела и снаряд в полете.



Рис. 6. Полет пули сквозь каплю воды. Фото Alexander Augusteijn.

Между микроскопом (или телескопом) и системой ускоренной/замедленной кино- и видеосъемки имеется важная аналогия: с помощью этих устройств происходит

преобразование пространственных в первом случае и временных во втором случае масштабов объекта к соответствующему диапазону восприятия органами чувств человека.

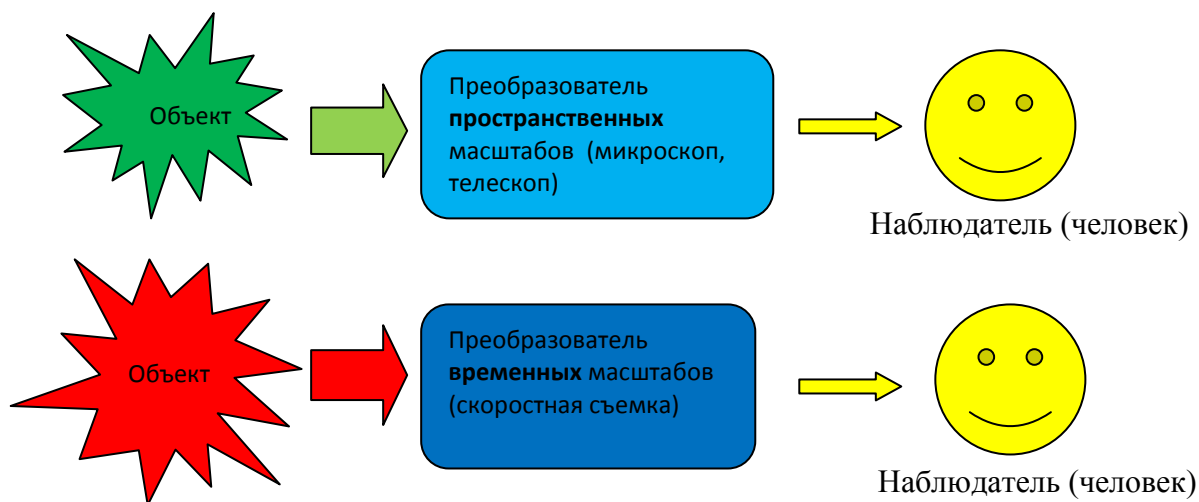


Рис. 7. Схема масштабных преобразований параметров объектов к соответствующим диапазонам восприятия человека с помощью технических устройств.

Такие устройства позволяют заглянуть в иные невидимые миры, загадочные и таинственные. С помощью микроскопа мы можем проникнуть в мир микроскопических существ, а с помощью временного преобразователя мы можем проникнуть в тайны сверхскоростных или сверхмедленных процессов, остающихся за пределами возможностей человеческого восприятия. Вообще говоря, нельзя исключить существование мира существ, находящихся в непрерывном движении, подобно броуновскому, с высокими скоростями, что делает их невидимыми (например, в результате ускоренного течения времени для них). Заглянуть в него можно только с помощью таких преобразователей хода времени. Или увидеть, как растут и общаются между собой деревья и растения в лесу.

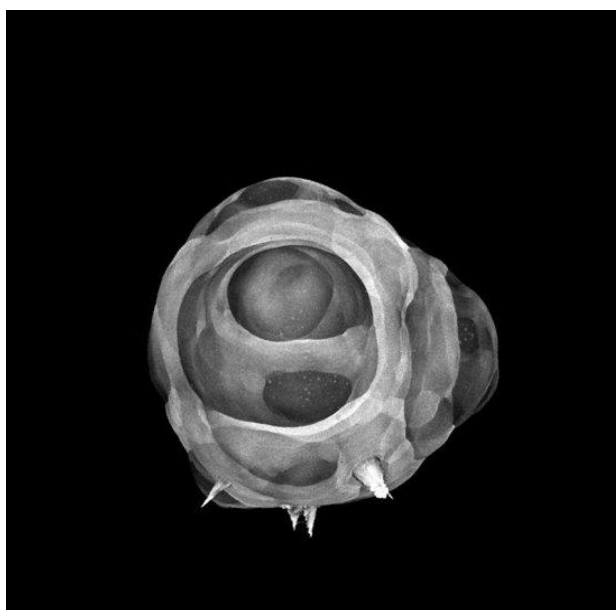


Рис. 8. Ядерный взрыв в первые мгновенья. В таком виде он ненаблюдаем для невооруженного глаза.

Рассмотрим более детально процесс ускоренной кино- видеосъемки и его возможности. В настоящее время на практике используется *ускоренная*, или рапид-съемка, с частотой кадров от 32 до 300 кадров в секунду, т.е. превышающая стандартную частоту съемки и воспроизведения (проекции) в 24 кадра в секунду. *Сверхскоростная киносъемка* — киносъемка с частотой от 200 до 10 000 кадров в секунду. *Высокоскоростная киносъемка* (ультра-рапид съемка) — киносъемка с частотой кадров от 10^4 до нескольких миллионов кадров в секунду. Киноплёнка в этом методе съемки остаётся неподвижной в процессе экспонирования, а движутся образующие изображение пучки света, сформированные оптической системой. Обычно для этого применяют вращающуюся зеркальную призму.

Важной характеристикой является *масштаб времени*. Это количественная мера замедления движения, равная отношению проекционной частоты кадров к съёмочной. Так, если проекционная частота кадров стандартная и равна 24 кадрам в секунду, а киносъемка производилась с частотой 72 кадра в секунду, масштаб времени составит 1:3. Такой масштаб на маркировке обозначают как 3x. Здесь напрашивается аналогия с возможностями кино- и фотокамер по оптическому или электронному приближению (удалению) снимаемых объектов (эта система называется Zoom), т.е. изменению их пространственного масштаба на получаемом изображении. Аналогия с микроскопом обосновывается тем, что в обоих случаях выполняется *масштабное преобразование*.

А можем ли мы моделировать различные темпы течения времени с помощью ускоренной/замедленной кино- и видеосъемки? Это позволило бы предсказывать, как поведут себя те или иные объекты, попав в Зону с аномальным ходом времени.

Ответ на этот вопрос следующий. Моделирование ситуаций с аномальным ходом времени с помощью ускоренной/замедленной кино- и видеосъемки будет адекватно отображать реальность тогда и только тогда, когда имеет место временная масштабная инвариантность. Действительно, в этом случае изменение временного масштаба не должно сказываться на протекании физических процессов, и будет иметь место их физическое подобие.

Насколько широко распространена в природе масштабная инвариантность? Чтобы разобраться, что будет происходить при масштабном преобразовании времени, удобнее вначале рассмотреть, что будет происходить при более наглядном масштабном преобразовании пространства. Такой подход оправдывается тем, что пространство и время являются частями единого пространственно-временного континуума, и поэтому они должны иметь общие черты.

IX.О самочувствии Алисы и о пространственной масштабной инвариантности

Что общего в рассказе Г. Уэллса «Новейший ускоритель» [1], сказке «Алиса в стране чудес» Льюиса Кэрролла [12] и романе Джонатана Свифта «Путешествия Гулливера»[13]?

Ответ заключается в том, что в основе этих историй лежат масштабные преобразования – в рассказе Уэллса описывается изменение временных масштабов хода времени (временных интервалов), а у Кэрролла и Свифта – изменяются пространственные размеры персонажей (пространственные интервалы). Подчеркнем, что во всех случаях все фигуры в результате преобразований оставались себе подобными.

Вспомним Алису из замечательной книги Льюиса Кэрролла. Попав в страну чудес, она принялась изменять свои размеры с помощью разных штучек: выпив жидкость из пузырька, она уменьшилась, съев пирожок - увеличилась, принявшись обмахиваться найденным веером – уменьшилась настолько, что стала плавать в собственных слезах. Как она себя будет чувствовать при этом? По Кэрроллу, вполне хорошо. Однако это не совсем так: пропорциональное уменьшение размеров ее тела приведет к резкому ухудшению ее самочувствия и поставит на грань жизни и смерти. Действительно, пусть Алиса уменьшилась настолько, что стала плавать в собственных слезах (в эпизоде с веером). Т.е.

ее размеры стали сопоставимыми с размерами крупного насекомого. Значит, диаметр ее аорты уменьшился настолько, что она превратилась в капиллярную трубочку. Но через капилляры жидкость течет не так, как по обычной трубке, начнут действовать капиллярные явления. Только за счет этого сопротивление току крови должно было вырасти примерно в полтора раза, гемодинамика будет серьезно нарушена, крохотное сердечко перестанет получать кровь по аорте в тех объемах, которые ему нужны, и бедная девочка окажется на грани инфаркта.



Рис. 9. Алиса в стране чудес собирается «дринкнуть» и уменьшится (рисунок Джона Тэнниэла).

А как она себя будет чувствовать, если она станет очень большой, т.е. если размеры ее тела пропорционально возрастут? Плохо – у бедной девочки сразу заболят ноги и резко подскочит артериальное давление – это как минимум. Так что хорошего самочувствия ей не дожидаться – разве что сразу вернуться в свои нормальные размеры.

Рассмотрим эту ситуацию более подробно. Впрочем, здесь удобно вспомнить о романе Джонатана Свифта. Его герой, Гулливер, в числе прочих совершает путешествие в страну Лилипутию. Там живут очень маленькие люди – лилипуты, по отношению к которым он предстает как человек-гора. Потом судьба заносит его в государство Бробдингнейг, населенное великанами. И для них он сам оказывается лилипутом.

Из текста видно, что в Лилипутии размеры Гулливера примерно в 12 раз превышали размеры лилипутов, а в Бробдингнейге великаны были в 12 раз больше нашего героя. И, соответственно, лилипуты были в 24 раза меньше, чем великаны [14]. И при этом все они оставались людьми, внешне были похожи друг на друга, т.е. геометрически их тела были полностью подобными. Свифт полагал, что пропорциональное увеличение тела человека в таких масштабах оставит их вполне жизнеспособными (т.е. для них будет выполняться пространственная масштабная инвариантность). Однако так ли это на самом деле?

Сравним лилипута с геометрически подобным ему великаном. Как уже отмечалось выше, подобие – это такое преобразование пространства, при котором все линейные размеры подобных фигур изменяются в одной и той же пропорции. При переходе от одной фигуры к подобной ей все линейные размеры умножаются на коэффициент подобия k – см. соотношения (9). В нашем случае коэффициент подобия $k = 24$. В соответствии с теорией подобия, отношения линейных размеров подобных фигур равно k , отношение площадей – k^2 , отношение объемов – k^3 .



Рис. 10. Гулливер в стране лилипутов (рисунок Натальи Демидовой).

Сердце человека играет ключевую роль в его жизнедеятельности и должно обеспечивать кровью все его органы. Сила F , с которой сердце гонит кровь по кровеносной системе, пропорциональна его мышечной массе. А мышечная масса растет пропорционально ее объему V , т.е. можно записать: $F = aV$, где a – не зависящий от размеров коэффициент пропорциональности. С другой стороны, давление крови P , которое развивается в сосуде человека (аорте, в частности), пропорционально силе F , деленной на площадь сечения сосуда S , т.е. $P = F/S$.

Посмотрим теперь, как будет изменяться артериальное давление при пропорциональном увеличении размеров тела человека. Параметры тела после пропорционального увеличения тела выделим штрихованными символами. Обозначим исходный рост человека до увеличения как l , после - l' . Выполним оценочный расчет.

$$\frac{l'}{l} = k,$$

где k – коэффициент подобия. Изменение артериального давления в результате увеличения размеров можно оценить следующим образом:

$$\frac{P'}{P} = \frac{F'S}{S'F} = \frac{aV'S}{S'aV} = \frac{V'S}{VS'}.$$

Но

$$\frac{V'}{V} = k^3; \frac{S'}{S} = \frac{1}{k^2}.$$

Отсюда имеем:

$$\frac{P'}{P} = \frac{k^3}{k^2} = k.$$

Итак, при увеличении роста человека в k раз, его артериальное давление подскочит ориентировочно тоже в k раз. Организм человека сможет выдержать такой рост давления только в очень ограниченной области, а при значении k в 12-24, как у Свифта, разрушение кровеносной системы произойдет неизбежно. Чтобы этого не допустить, организму человека придется существенно перестроить кровеносную систему, но тогда о подобии говорить не приходится.

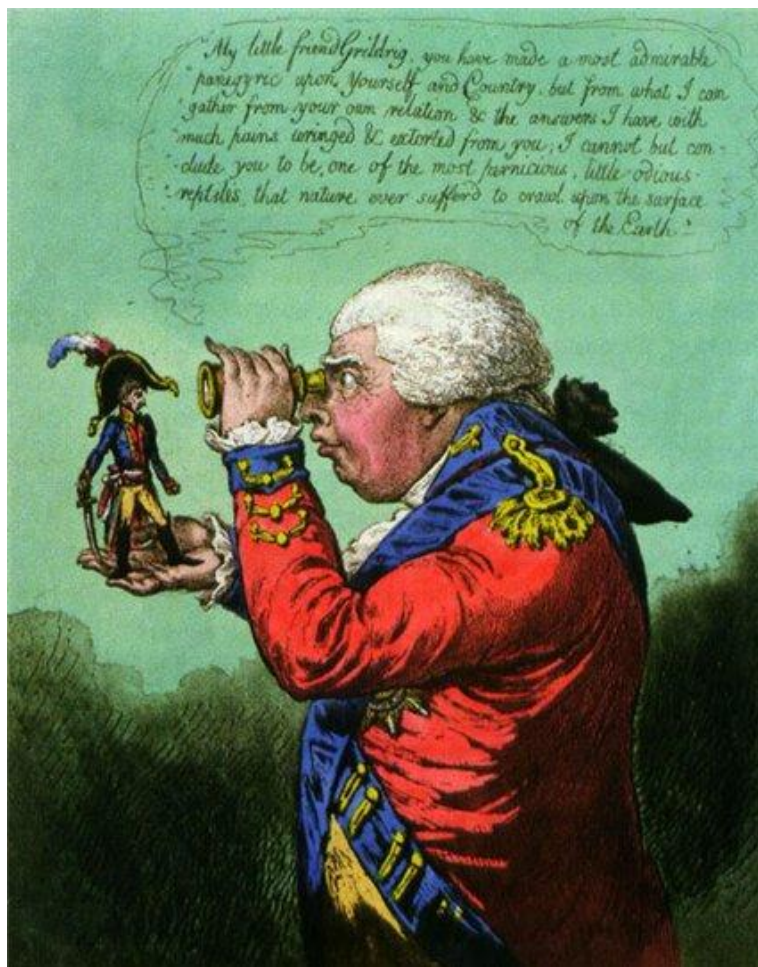


Рис. 11. Король великанов разглядывает Гулливера (английская карикатура начала XIX века).

Рассмотрим теперь, возможно ли, чтобы при существенном изменении роста человека он сохранил свои внешние формы. Другими словами, останется ли Алиса столь же изящной, если ее рост существенно возрастет после приема увеличительного пирожка. Ноги человека рассчитана на то, чтобы в комфортном режиме выдерживать заданную нагрузку – давление на ноги P , порождаемое несущим весом тела M . При поперечном сечении ног S давление будет равно: $P = M/S$. Выполняя расчеты, аналогично предыдущему, увидим, что пропорциональное увеличение размеров человека с коэффициентом подобия k приведет к увеличению нагрузки на ноги в k^3 раз, тогда как несущее поперечное сечение ног человека возрастет только в k^2 . И с увеличением роста человека давление на ноги будет возрастать в k раз, и довольно скоро станет невыносимым для него. Итак, либо у бедной Алисы произойдет перелом ног, либо она

должна будет в ущерб своей красоте непропорционально увеличивать их толщину в ущерб своему изяществу.

Из приведенных примеров видно, что масштабное преобразование размеров человека неизбежно приведет к дезорганизации его внутренних органов и необходимости существенного изменения своих внешних форм. Или, другими словами, масштабная инвариантность при преобразовании подобия выполняется только в очень ограниченном диапазоне.

Все биологические виды организмов занимают свои пространственные ниши, к которым они адаптировались, и увеличение (или уменьшение) их пространственных размеров (т.е. масштабное преобразование) сверх определенных границ будет для них фатально. Поэтому ни лилипуты, ни великаны в романе Свифта не могут быть похожими на обычных людей, так как они занимают разные пространственные ниши, в пределах которых они чувствуют себя комфортно. Они никак не могут быть подобны нам, как считал Свифт.

Этот вывод подтверждается также анализом структур биологических организмов. Здесь масштабная инвариантность имеет ограниченное применение, а господствует иерархическая структура. Т.е. при росте размеров организмов четко выделяются иерархические уровни, и ни один организм одного уровня не может быть преобразован преобразованием подобия в организм другого уровня. Действительно, уровень микроорганизмов не совместим с уровнем насекомых и подобных им организмов, уровень млекопитающих никак не совместим с уровнем насекомых. В частности, насекомые и им подобные существа имеют не менее 6 тонких по отношению к своему телу ног, на следующем размерном уровне млекопитающие имеют не более 4 более толстых по отношению к своему телу ног, да и сами структуры организмов совершенно разные.





Рис. 12. Как бы мы не старались, богомол из одного размерного уровня никакими преобразованиями подобия не сможет быть преобразован в белого медведя, т.е. существо другого размерного уровня (фото из журнала «Химия и химики» [11]).

Получается, что исследуя, как устроен тот или иной живой организм, мы можем определить, к какому иерархическому пространственному уровню он относится, и таким образом, оценить его размеры.

Иерархическая структура имеет место не только для биологических форм. Структура астрофизических объектов по мере возрастания размеров также построена не по принципу подобия, а имеет иерархическую структуру. Структура атома не аналогична структуре планеты, структура планеты существенно отличается от структуры звезды, обладающей планетной системой; структура галактик отличается от структуры галактических кластеров; Великая Стена Слоуна не имеет ничего общего со структурой галактик.

Если бы в природе господствовала масштабная инвариантность, то единственной системой уравнений можно было бы описать всю Вселенную, переходя от уровня к уровню с помощью масштабного преобразования. Но этого нет. В частности с помощью уравнения Шредингера невозможно описать крупномасштабные астрофизические объекты, в которых определяющими являются силы гравитации.

Итак, мы видим, что иерархическая структура разрушает полную пространственную масштабную инвариантность природы, существенно ограничивая сферу ее действия.

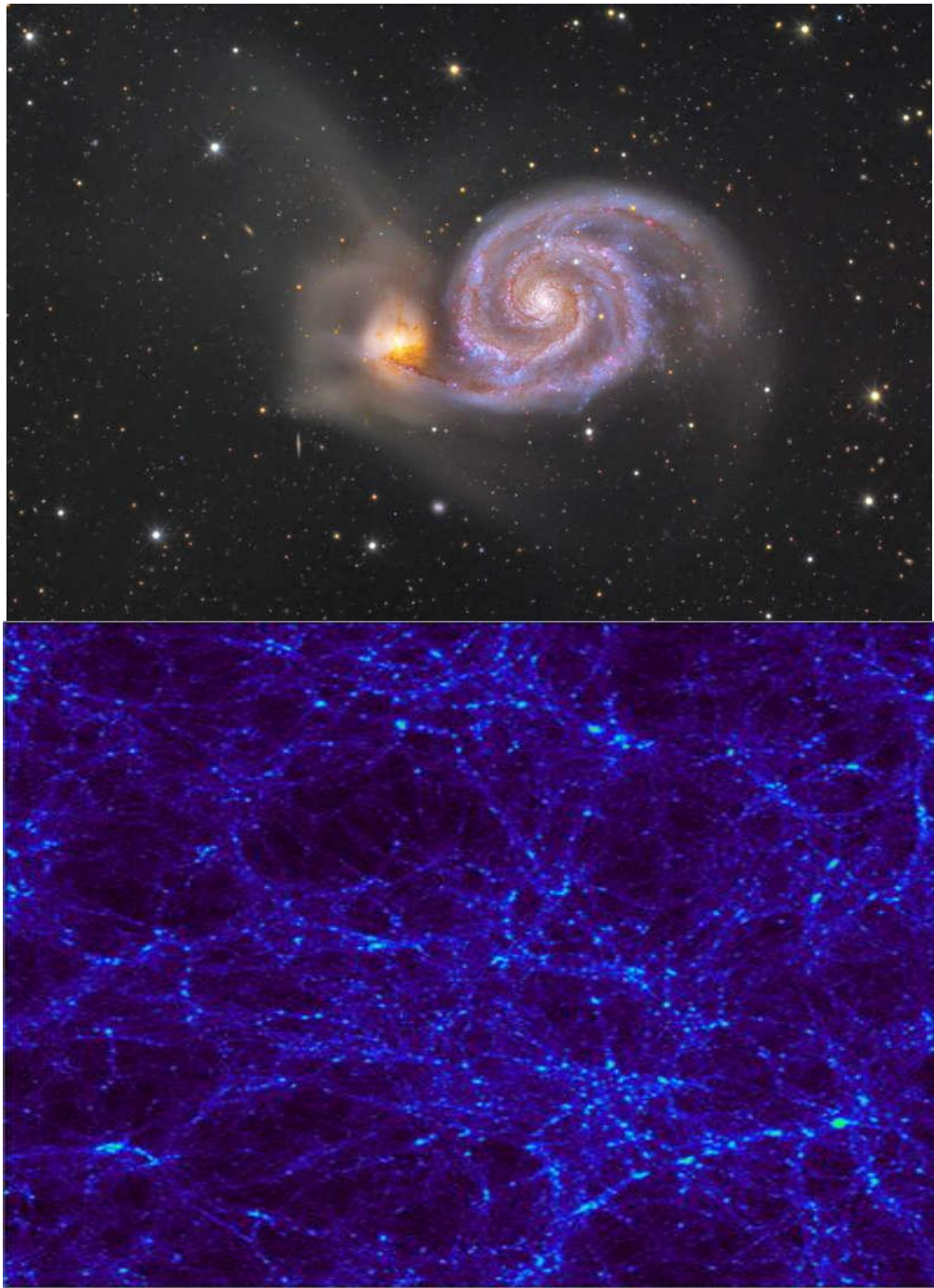


Рис. 13. Галактика Водоворот (телескоп Хаббл) и инфракрасный снимок крупномасштабного участка Вселенной «Дыра Локмана», сделанный космической обсерваторией «Гершель». Хорошо видна разница в структуре астрофизических объектов, находящихся на разных размерных уровнях.

Х.О временной и пространственно-временной масштабной инвариантности

Итак, мы пришли к выводу, что пространственная масштабная инвариантность не является всеобщим законом природы, и ее проявления на каждом размерном уровне ограничены определенным диапазоном размеров. Изучая структуру объекта, можно сделать определенные выводы о диапазоне пространственных размеров, в которых он находится.

Рассмотрим теперь временные масштабные преобразования. В каких случаях имеет место или нарушается временная масштабная инвариантность?

Остановимся на причинах изменения темпов течения времени в случае $\pi \equiv 1$. На рис. 14а, 14в, 14с изображены диаграммы Минковского в лабораторной системе отсчета для покоящегося наблюдателя (интервал мировой линии которого обозначен как AB). Соответствующие интервалы мировых линий наблюдателя в T -Зоне обозначены как $A'B'$.

Горизонтальные линии одновременности для покоящегося наблюдателя обозначены как G_1 и G_2 .

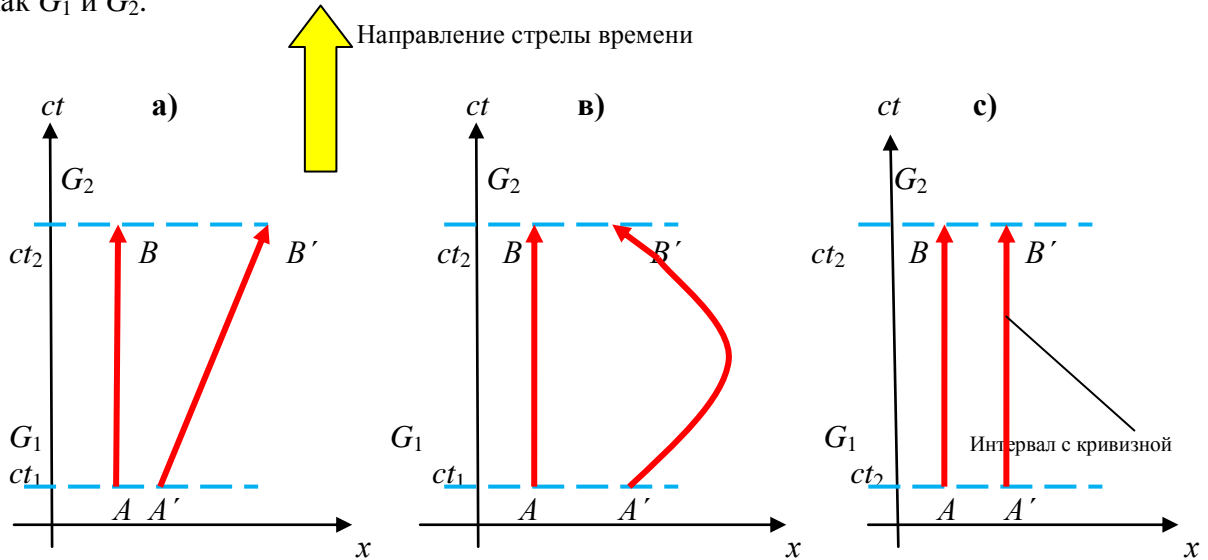


Рис.14. Возможные варианты изменения темпов течения времени.

Отсюда следуют такие выводы. Чтобы имело место изменение темпов течения времени, интервал мировой линии внешнего наблюдателя AB не должен быть равен интервалу мировой линии наблюдателя $A'B'$, который находится внутри T -Зоны (при условии, что скорость света в вакууме c в обеих системах одна и та же). Тогда для интервалов $c\Delta t \neq c\Delta\tau$, и $\Delta t \neq \Delta\tau$, т.е. в Зоне будет наблюдаться измененный ход времени. Интервалы будут не совпадать в следующих случаях.

1. Наблюдатель в T -Зоне инерциально движется в пространстве по отношению к внешнему наблюдателю с релятивистской скоростью. В этом случае его мировая линия будет непараллельной мировой линии внешнего наблюдателя и в результате этого соответствующий отрезок $A'B'$ оказывается не равным отрезку AB (рис.14а). С учетом метрики Минковского интервал $A'B'$ оказывается меньше интервала AB , и вследствие этого имеет место замедление темпов течения времени. При этом сохраняется полное физическое подобие в системах обоих наблюдателей (в силу принципа относительности). Внутренними экспериментами в T -Зоне такое замедление темпов течения времени обнаружить невозможно, временная инвариантность имеет место.
2. Наблюдатель в T -Зоне движется неинерциально. В этом случае, даже если отрезки AB и $A'B'$ параллельны, соответствующие интервалы мировых линий будут отличаться, что повлечет за собой изменение хода времени в T -Зоне (рис.14в). Замедление времени при неинерциальном движении будет сопровождаться наличием ускорений, поэтому наблюдатель в T -Зоне может обнаружить замедление времени в своей системе путем регистрации ускорений. Следовательно, временная инвариантность будет отсутствовать.
3. Наблюдатель в T -Зоне неподвижен в пространстве относительно внешнего наблюдателя. В этом случае интервал $A'B'$ не будет совпадать с интервалом AB в тогда, когда геодезическая линия наблюдателя в T -Зоне, включающая соответствующий интервал $A'B'$, будет иметь кривизну. Следовательно, замедление хода времени в T -Зоне должно влечь за собой возрастание

гравитации. Наблюдатель в T -Зоне сможет обнаружить изменение темпов течения времени путем регистрации уровня гравитации. Внешний наблюдатель сможет обнаружить замедление времени в T -Зоне по сопровождающему такое замедление красному смещению (сдвигу частот световых сигналов в инфракрасную область спектра). Наблюдаемое изменение частоты соответствует относительной разности хода часов в T -Зоне и у внешнего наблюдателя. Временная инвариантность отсутствует, как и в предыдущем случае.

4. Гипотетически возможно допустить еще один вариант разности хода времени при равных интервалах $A'B'$ и AB : если в T -Зоне произойдет изменение величины скорости света в вакууме. В этом случае можно записать: $c_1\Delta t = c_2\Delta\tau$, но при $c_1 \neq c_2$ величины временных интервалов будут отличаться: $\Delta t \neq \Delta\tau$. Коэффициент изменения хода времени будет равен:

$$\eta = \frac{\Delta\tau}{\Delta t} = \frac{c_1}{c_2}.$$

Можно не сомневаться, что изменение скорости света в T -Зоне повлечет значительные наблюдаемые последствия для внутреннего наблюдателя, так как эта физическая константа имеет фундаментальное значение и входит в большое число физических соотношений. Вследствие этого временная инвариантность отсутствует. Внешний наблюдатель также сможет обнаружить изменение темпов течения времени по крайней мере по следующему эффекту: все предметы на границе T -Зоны будут выглядеть переломленными. Действительно разность в скорости света при переходе извне в T -Зону можно моделировать переходом света в среду с иной оптической плотностью (скорость света в разных средах различна). Это будет выглядеть так:



Рис. 16. Зрительный эффект в T -Зоне, возникающий при отличии скорости света в ней по отношению к внешнему наблюдателю (и связанным с этим изменением хода времени в T -Зоне) можно моделировать прохождением света линии раздела сред с разной оптической плотностью.

Однако отличие скорости света для внешнего наблюдателя и для наблюдателя в T -Зоне означает различие для них метрики пространства-времени. А это для близкорасположенных наблюдателей нереально, так как одному и тому же месту пространства-времени не могут соответствовать две разных метрики.

Итак, во всех этих случаях (кроме первого), временная масштабная инвариантность не наблюдается, следовательно, в T -Зонах будут иметь место отличия в протекании физических процессов при изменении временных масштабов, т.е. при изменении темпов течения времени.

Необходимо отметить, что изменение временных интервалов во многих случаях связано с соответствующими изменениями пространственных интервалов. Если при этом уравнения физики, описывающие физические объекты, процессы и явления сохраняют свой вид, то говорят о масштабной инвариантности, или скейлинге, в общем смысле.

При масштабном преобразовании одни физические величины остаются неизменными, а другие изменяются в соответствии со своей размерностью. Безразмерные величины, масса частицы, электрический заряд и ряд других при масштабном преобразовании не изменяются.

Уравнения физики являются масштабно инвариантными, если в их решения не входят величины, не меняющиеся при масштабном преобразовании. К масштабно инвариантным законам физики относятся, например, законы электродинамики Максвелла, закон распространения нейтрино. Уравнения квантовой физики, в частности, уравнение Клейна-Гордона и уравнение Дирака, масштабно инвариантны только для расстояний, малых по сравнению с комптоновской длиной волны λ_c соответствующих частиц, и промежутков времени, малых по сравнению с λ_c/c . Вместе с тем, такая фундаментальная физическая теория, как общая теория относительности, не является масштабно инвариантной теорией.

В физике элементарных частиц имеют место несколько не масштабно инвариантных скейлингов: скейлинг Бьёркена, скейлинг Фейнмана, скейлинг Кобы-Нильсена-Олесена (KNO-скейлинг).

Таким образом, даже наиболее общие пространственно-временные масштабные преобразования не приводят к масштабной инвариантности всех законов природы в общем случае.

Следовательно, среда нашего обитания чувствительна к изменению пространственных и временных масштабов. Вот попробуйте увеличить муравья до размеров слона – и жить ему останется лишь мгновенья (мы на эту тему уже говорили выше). По сути нам посчастливилось попасть в комфортную для нас временную нишу (в смысле существующих темпов течения времени), благоприятную для существования жизни, и выход из нее может иметь для нас фатальные последствия.

Возникаем вопрос – а если изменение темпов течения времени Вселенной затронет всю Вселенную – сможем ли мы обнаружить этот факт? Если опираться на инвариантность пространственно-временного интервала, то изменение темпов течения времени (например – возрастание) должно сопровождаться соответствующим «растягиванием» всего пространства Вселенной. Но общая теория относительности не является масштабно инвариантной теорией, поэтому всеобщее изменение темпов течения времени во Вселенной не останется без последствий.

Перейдем теперь к анализу эпизодов, о которых шла речь вначале. Будем рассматривать две версии их реализации: версия физического ускорения времени в T -Зоне, и версия, связанная с особенностями психофизиологического восприятия течения времени в экстремальных ситуациях.

Для начала удобно выделить один эффект, связанный с T -Зонами, который будет иметь место в обеих версиях.

XI. Эффект «Немого кино»

При возникновении T -Зоны с ускоренным ходом времени любой звуковой сигнал, попадающий извне в эту Зону, по ощущениям наблюдателя внутри Зоны, будет сдвинут в сторону инфразвуковой части спектра. Если положить, что интервал Δt равен периоду одного звукового колебания T , то с точки зрения наблюдателя внутри Зоны период звукового колебания T' аналогичного звука внутри Зоны уложится в периоде T ровно η раз. Это соответствует падению частоты внешнего звука для наблюдателя внутри Зоны в η^{-1} раз, т.е. уходу звука в инфранизкую область звукового диапазона.

При соответствующем ускорении темпов хода времени весь спектр значимых для человека внешних звуков может уйти в неслышимую область звукового диапазона, и для наблюдателя в Зоне наступит почти полная тишина. Причем если внешние звуки уйдут в инфразвуковую область, наблюдателя может охватить внезапный всепоглощающий ужас и стремление куда-то убежать – это известный психологический эффект воздействия на человека инфранизких звуковых волн.

В то же время ультразвуковые колебания, неслышимые человеческим ухом, сместятся в слышимую область звукового диапазона. И если недалеко от Зоны пролетят стаи летучих мышей, на человека в Зоне обрушится необычная какофония звуков с интенсивностью отбойного молотка, издаваемых этими обычно бесшумными существами во время охоты. И в оглушительную шумовую волну врежутся странные звуки «генераторов помех», издаваемых насекомыми, прячущимися от этих ночных хищников.

Аналогичный эффект возникнет и при замедлении течения времени в T -Зоне, только теперь низкие звуки превратятся в писк, так как весь звуковой спектр сдвинется в направлении ультразвуковой области звукового диапазона.

Сдвиг звукового спектра в неслышимую область может привести к тому, что человек внутри Зоны перестанет слышать звуки голоса наблюдателя вне Зоны, и голосовое общение прервется.

Проявление эффекта «Немого кино» обладает очень полезным для исследования T -Зон свойством: его появление и исчезновение легко фиксируется наблюдателем и обозначает начало и конец жизни T -Зоны.

Отметим, что этот эффект упоминается в ряде эпизодов, приведенных в начале текста.

XII. Анализ эпизодов

T-Зона с изменением темпов физического течения времени. Напомним, что в данном случае мы вынуждены допустить возможность отклонения значения π -фактора от единицы, в результате чего нарушается релятивистский запрет на существование T -Зон.

Наиболее простым и удобным методом моделирования и исследования процессов с измененным течением времени представляется использование для этой цели ускоренной/замедленной кино- или видеосъемки с последующим воспроизведением снятого материала с нужной скоростью.

Попробуем использовать этот метод для исследования ситуации в рассказе Г. Уэллса. Чтобы увидеть происходящее глазами героев рассказа, нужно выполнить скоростную съемку гуляющей публики, и затем воспроизвести эту запись с обычной скоростью. И на экране мы действительно сможем увидеть то, что описано в рассказе. Скорость движений всех персонажей резко снизится, а многие из них практически остановятся и замрут в комических позах. Вследствие эффекта «Немого кино» резко изменится звуковой фон: весь звуковой ряд сместится в низкочастотную часть звукового спектра, а многие звуки вообще станут неслышимыми, так как выйдут за пределы диапазона человеческого восприятия (это соответствует тому, что звуковая дорожка будет воспроизводиться с замедленной скоростью по сравнению со скоростью записи).

Описание эпизода 6 с Федором Филатовым хорошо соответствует тому, что мы бы увидели бы при моделировании этого эпизода с помощью скоростной киносъемки.

С точки зрения гуляющих зрителей в рассказе Уэллса, с его героями произойдут странные изменения: их движения ускорятся, они примутся быстро моргать глазами, их голоса превратятся в писк и после этого они вообще исчезнут из поля зрения. Так это будет выглядеть в результате моделирования эпизода с помощью соответствующей киносъемки. Здесь наш метод моделирования себя оправдывает.

Однако рассматриваемый метод с использованием кино/видео- съемки не может в полной мере адекватно отражать ситуацию с ускорением или замедлением физического хода времени. На его применение накладываются серьезные ограничения. Существование таких ограничений хорошо видно уже из рассказа Уэллса. В приведенном отрывке рассказа упоминается о том, что нашим приятелям стало жарко, и их вот-вот могло охватить пламя – с этим трудно спорить. Допустим, что они все-таки побежали и их охватило пламя. И вот эту ситуацию мы никак не смогли бы промоделировать с помощью киносъемки. Действительно, мы должны сначала снять, как они движутся в обычном темпе, а затем воспроизвести запись в ускоренном режиме, что должно было бы стать эквивалентом ускоренного хода времени. Но в исходной записи загорания и языков пламени, охватывающих наших экспериментаторов, нет. И они никак не могут появиться при ускоренном воспроизведении записи, так как их изначально там не было. Эта ситуация отражает отсутствие временной масштабной инвариантности в реальной ситуации, что, как мы отмечали выше, ограничивает возможности использования киносъемки для моделирования ситуаций с *T*-Зонами.

Рассмотрим теперь достаточно грубые оценки явлений, возникающих при аномальном течении времени в локальной области пространства (*T*-Зоне), и которые не обнаруживаются методом кино/видео- съемки, на примере того, что бы произошло с героями рассказа Уэллса, если бы такой «Новейший ускоритель» был бы ими применен в реальности.

В тексте рассказа упоминается, что они двигались со скоростью 2-3 мили в секунду (т.е. примерно 4,8 км.сек). Заметим, что тело, движущееся с такой скоростью, несколько по иному будет воспринимать силу тяжести: это больше половины первой космической скорости (7,9 км.сек), и наши герои, удвоив свою скорость, вместо «небольшой прогулочки по Фолкстону» вполне могли бы оказаться на орбите вокруг Земли. А при увеличении скорости всего лишь в четыре раза их бы вообще выбросило за пределы Солнечной системы!

Кроме того, эффект разогрева был бы значительно сильнее, чем описано в рассказе – костюмы наших экспериментаторов должны были бы обладать термостойкостью того же порядка, что и термостойкость защитных керамических плиток, которыми облицована поверхность космических шаттлов.

Да и со встречным движением воздуха при перемещениях с такой скоростью возникли бы большие проблемы: это все равно, что в лицо стоящему человеку дует ветер со скоростью две-три мили в секунду. Сила ветра в 12 баллов по шкале адмирала Бофорта представляет собой ураган разрушительной силы со скоростью ветра 32,7 метра в секунду. Т.е. нашим резвым героям пришлось бы преодолевать сопротивление воздуха, более чем в 100 раз превышающее силу ветра при мощном морском урагане.

Режим движения с такой скоростью относится к гиперзвуковому. Если кто-то из наших бегущих приятелей просто подставил бы ладошки встречному потоку воздуха под некоторым наклоном к поверхности Земли, он мгновенно взлетел бы вверх, как сверхзвуковой истребитель на взлете.

Сам выход приятелей на улицу сопровождался бы невероятным грохотом – представьте, что прямо перед Вашим домом сверхзвуковой истребитель преодолел звуковой барьер – никому мало не покажется. А их скорость была не только сверхзвуковой, но и достигла гиперзвука. От мощной ударной волны при преодолении

звукового барьера всю мирную компанию на улице разбросало бы! Мы не будем дальше описывать возникающие при этом аэродинамические явления (волновой кризис) при преодолении скорости звука героями рассказа.



Рис.17. Истребитель F-18 в трансзвуковом режиме. Так внешне выглядит преодоление звукового барьера.

И еще один эффект – оба бегущих перестали бы вообще слышать друг друга – звуковые волны за ними не поспевали бы. Так что описанные в рассказе диалоги невозможны в принципе.

Поскольку по отношению к нашим героям время в окружающем их пространстве будет идти замедленно по сравнению с их часами, для них проявится оптический эффект – красное смещение, выражающееся в смещении светового спектра в длинноволновую область светового диапазона.

Мы уже не говорим об энергетических затратах на такое движение, и о целом ряде других явлений, которые неизбежно будут его сопровождать.

Конечно, многие отмеченные эффекты просто не были известны во времени Уэллса, но это не умаляет достоинств его рассказа. Таким образом, этот замечательный рассказ представляет собой прелестную фантазию, не имеющую с реальным миром ничего общего.

Отметим еще несколько эффектов, которые могут сопровождать появление *T*-Зоны с ускоренным течением времени. Рассмотрим ситуацию, возникшую в Эпизоде 6. В этом случае Зона должна была охватывать голову, в т.ч. черепную коробку Филатова. Темпы течения времени в ней, судя по тому, что он видел медленно разлетающиеся осколки взрывающегося снаряда, должны были возрасти по меньшей мере в несколько сотен раз. Примем наимизшую оценку и положим, что течение времени ускорилось в 100 раз ($\eta = 100$).

Дадим теперь достаточно грубую оценку некоторых физических явлений при гипотетическом изменении хода времени в T -Зоне в эпизоде 6.

Пусть в Зоне неподвижно размещены две параллельные отражательные поверхности (пластины) A и B . Положим теперь, что от поверхности A отделился упругий шарик, и пролетев без сопротивления расстояние S по прямой между пластинами, отразился от противоположной поверхности B . Поскольку расстояние S между неподвижными поверхностями неизменно и не зависит от темпов течения времени, то можно записать следующее соотношение:

$$S = v\Delta t = v'\Delta\tau.$$

Здесь $\Delta\tau$ – интервал времени по часам наблюдателя, находящегося в Зоне (т.е. в системе отсчета K'), которое необходимо шарика для преодоления расстояния между поверхностями, а v' – скорость шарика по измерениям этого наблюдателя (полагаем ее постоянной). Соответственно v и Δt – аналогичные параметры с точки зрения внешнего наблюдателя в системе отсчета K . Отсюда можно записать:

$$v = \frac{\Delta\tau}{\Delta t} v'.$$

Учитывая соотношение (1) получим:

$$v = \eta v'. \tag{10}$$

Следовательно при $\eta > 1$ скорость шарика, движущегося в Зоне с ускоренным течением времени, с точки зрения внешнего наблюдателя увеличится в η раз. Если допустить, что шарик движется между поверхностями по одной и той же прямой AB , поочередно отскакивая от них при упругом ударе (и совершая таким образом возвратно-поступательные движения), то можно сделать вывод, что поверхность A (так же как и поверхность B) при ускорении темпов течения времени в η раз в Зоне, станет испытывать удары шарика чаще в η раз.

После возникновения Зоны с ускоренным течением времени, охватывающей черепную коробку Филатова, количество вещества в ней и ее объем не изменились, однако в соответствии с соотношением (10) среднеквадратичная скорость молекул в ней вырастет в η раз. С некоторым приближением можно считать, что температура отражает кинетическую энергию, которой обладают молекулы в своем тепловом движении. Следовательно, ускоренное движение молекул при возрастании темпов течения времени приведет к росту температуры внутри Зоны. Оценку такого роста можно выполнить следующим образом. Среднеквадратичная скорость молекулярного движения связана с температурой соотношением вида:

$$\bar{v}^2 = \frac{3kT}{M_r},$$

где k – постоянная Больцмана, M_r – молярная масса, не меняющаяся при возникновении Зоны, T – абсолютная температура. Если рассматривать \bar{v} как скорость среднеквадратичного движения молекул до изменения темпов движения времени, а \bar{v} – после, т.е. наблюдаемую скорость после возникновения Зоны, то с учетом соотношения (10) можно записать:

$$\left(\frac{\bar{v}}{\bar{v}'}\right)^2 = \eta^2 = \frac{3kTM_r}{M_r 3kT_0} = \frac{T}{T_0}.$$

Здесь T_0 – абсолютная температура до возникновения Зоны, T – после. Следовательно, температура в черепной коробке Филатова после ускорения хода времени в ней должна возрасти следующим образом: $T = \eta^2 T_0$. Согласно исходному допущению, $\eta = 100$. Полагая, что абсолютная температура тела человека составляет около 310 К, получим, что после возникновения Зоны температура внутри черепной коробки нашего героя должна была подскочить до значения: $310 \text{ К} \cdot (100)^2 = 3100000 \text{ К}$. Вряд ли он будет чувствовать себя комфортно с такой температурой (справочно: температура поверхности Солнца составляет 6000 К). Нетрудно видеть, что возрастание темпов течения времени всего лишь на 25% приведет к тому, что внутренне содержание черепа просто вскипит. Другим словами, проявится своеобразный *эффект стерилизации T-Зоны* – ничто живое там уже не выживет.

Остановимся на внутричерепном давлении. Увеличение скорости движения молекул приводит к тому, что внутренние стенки черепа станут «бомбардироваться» молекулами значительно интенсивнее, чем до возникновения Зоны. Следовательно, давление внутри черепа вырастет. Этот рост можно рассчитать аналогично предшествующему расчету с температурой. В итоге получим: $P = \eta^2 P_0$, здесь P_0 – давление до изменения темпов течения времени, P – после. Если полагать, что в исходном состоянии давление примерно составляло 1 атмосферу, то после ускорения хода времени внутри черепа оно возрастет до 10 000 атмосфер при сохранении давления в окружающем пространстве в 1 атмосферу. В результате произойдет взрыв, по мощности превышающий взрыв снаряда, который рассматривал Филатов в этом эпизоде.

Таким образом, полученные результаты говорят о том, что в реальности физическое изменение хода времени в *T-Зоне* произойти не может, всегда выполняется $\pi \equiv 1$, и релятивистский запрет на их возникновение при оговоренных выше условиях нарушен быть не может.

В то же время ряд эпизодов с изменением течения времени весьма правдоподобен, в них упоминается эффект «Немого кино», что говорить в пользу их достоверности. Поэтому мы должны рассмотреть версию нефизического изменения хода времени как наиболее вероятную.

T-Зона с измененным психофизиологическим восприятием темпов течения времени. В рамках этой версии реального изменения хода времени не происходит, а сам эффект является субъективным проявлением человеческой психики. Вариант – ощущение изменения хода времени возникает при воспоминании о пережитой экстремальной ситуации.

Здесь нам придется совершить экскурс в физиологию зрительного восприятия и распознавания зрительных образов.

Зрительное восприятие человеком окружающего мира представляет собой процесс психофизиологической обработки зрительными участками головного мозга изображений внешнего мира, получаемого с помощью зрительного аппарата (глаз и проводящих путей). Зрительный аппарат тесно интегрирован с мозгом в единую зрительную систему.

Все мы немножко «циклопы» - у нас есть главный (ведущий) глаз и вспомогательный (ведомый), подобно левой и правой рукам, функционально несколько отличающихся между собой. Главный глаз можно определить так: если на расстоянии 20-30 см. держать лист бумаги с отверстием посередине, и посмотреть на удаленный предмет через это отверстие, закрывая поочередно правый и левый глаз, то для ведущего глаза изображение не сместится. При сильной усталости ведомый глаз может на время отключаться, порождая временное косоглазие.

Информация поставляется в мозг с помощью светочувствительных клеток – сетчатки, чувствительность которых просто поражает – они способны среагировать на один фотон света!

Осознание человеком полученной с помощью зрительной системы картинки представляет собой сложный и далеко неоднозначный процесс, порой сбивающий с толку и порождающий странные иллюзии.

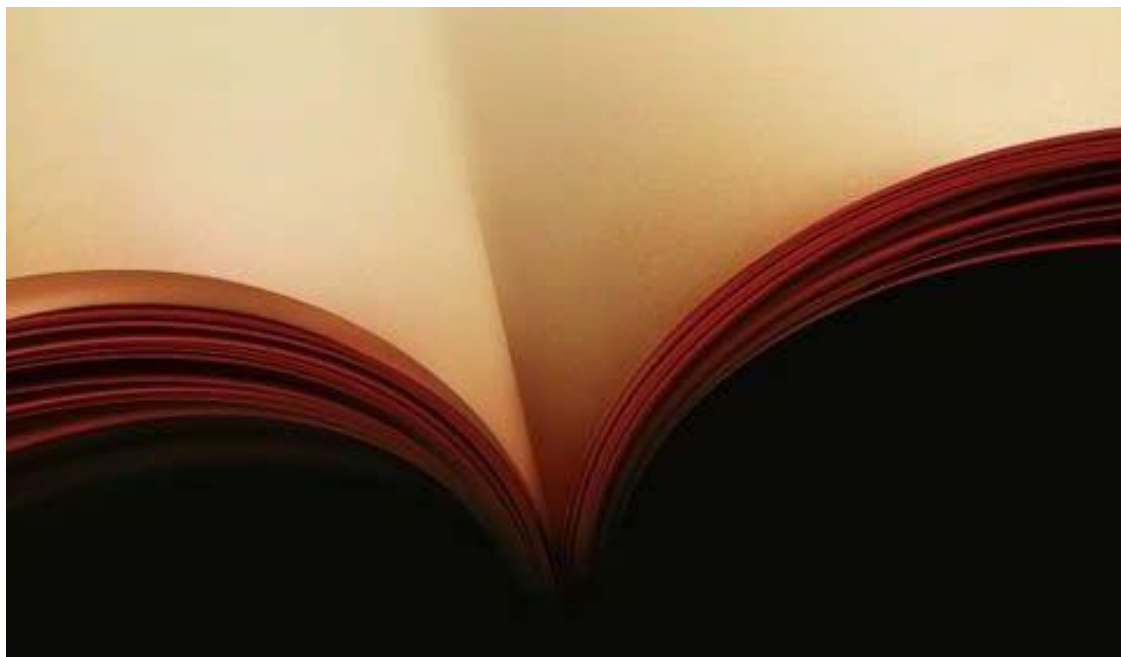


Рис. 18. Для одних здесь изображен женский бюст, для других – раскрытая книга (журнал «Макс», Украина).

Особенности зрительной системы человека сказываются и на восприятии им движения, порой приводя к ошибочным выводам: неподвижное может показаться движущимся.

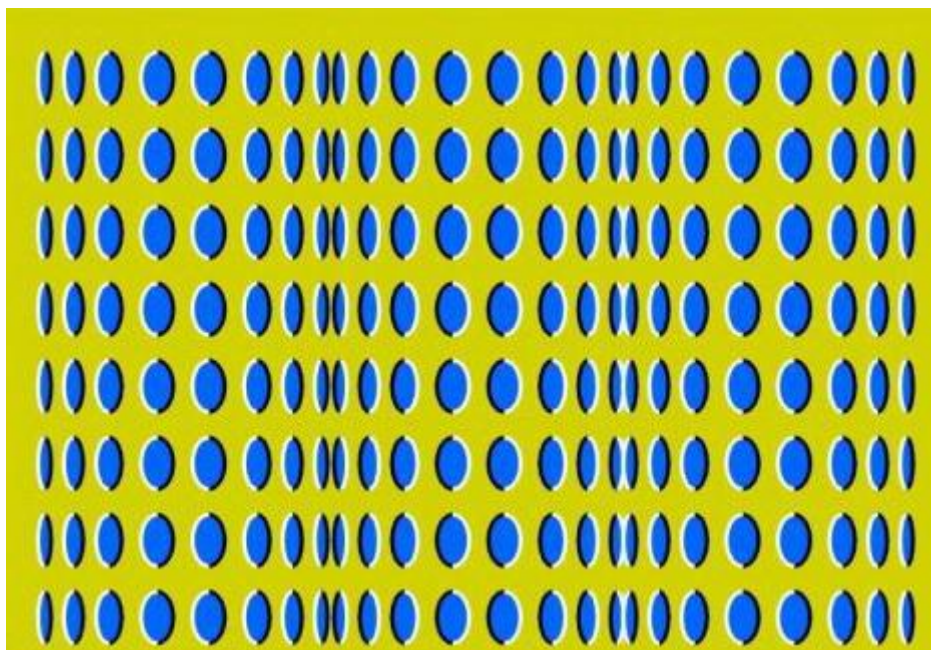


Рис.19. Неподвижная картинка, в которой глаз улавливает несуществующее движение, особенно периферическим зрением.

Это весьма существенно, потому что восприятие времени осуществляется через восприятие движения. В определенных ситуациях обычное восприятие течения времени может искажаться в результате особых психологических процессов. В так называемом *психоделическом состоянии* – специфическом переживании в сознании человека, ход времени замедляется, возникает ощущение выхода за его пределы, само понятие времени начинает терять смысл, возникает ощущение полного исчезновения времени.

В общем случае роль психологии проявляется в том, что восприятие длительности зависит от информационной заполненности интервалов времени [16]. В экстремальной ситуации интенсивность потока информации возрастает, что не может не сказываться на ощущениях, связанных с представлениями о темпах течения времени. В ходе эволюции сформировался ограниченный диапазон восприятия событий, происходящих во внешней среде. Воспринималось лишь то, что влияло на жизнедеятельность индивида [16]. Это в полной мере относится и к диапазону восприятия движущихся объектов: мы не замечаем движения часовой стрелки часов, с одной стороны, и бросок змеи в момент атаки – с другой стороны диапазона воспринимаемых скоростей. С этим восприятием тесно связано и восприятие темпов течения времени.

Вполне естественно допустить, что в моменты смертельной опасности в отдельных случаях мозг оказывается способен сместить этот диапазон в область быстрых движений, что психологически будет восприниматься как замедление темпов течения времени в окружающем мире. Такой дрейф диапазона восприятия в область быстропротекающих процессов дает мозгу дополнительный ресурс для оценки ситуации и выработки оптимальных решений. Это может касаться зрительной и слуховой системы, тесно связанных между собой.

Такое «ускоренное» течение психологического времени очень хорошо может моделироваться методом ускоренной/замедленной киносъемки. Однако от реального изменения темпов течения времени такая ситуация отличается так же, как отличается от него метод ускоренной киносъемки – мы об этом говорили ранее. Оно может соответствовать изменению течения времени только в той мере, в какой выполняется временная масштабная инвариантность, и не более того. Все явления измененного хода времени, проявляющиеся как результат такого изменения (т.е. нарушения инвариантности), обнаруживаться в нашем случае не будут. В то же время эффект «Немого кино», как нетрудно показать, будет иметь место.

Эффект ускорения течения времени такого рода обусловлен психофизиологическими особенностями восприятия, поэтому следующий этап – выполнение каких либо действий с привлечением эффекторной системы человека: включение – выключение каких либо органов управления, движения рычагами у летчика, физически будет осуществляться в рамках обычного течения времени. Психология не может повлиять на необходимое при этом преодоление инерции собственного тела и внешних органов управления, и поэтому никаких преимуществ дать не может, за исключением более рационального и экономного планирования действий в экстремальной ситуации.

Нужно отметить, что темпы восприятия действительности тесно связаны с таким явлением, как зрительная инерция. Инерция зрения – это запаздывание зрительной реакции по отношению к движущемуся предмету и эффект сглаживания и интеграции резких движений при условии, что их частота не менее 16 актов наблюдения в секунду. Это свойство тесно связано с восприятием обычного хода времени и определяет пороги восприятия скорости наблюдаемых движений. Инерция в отношении зрительных образов объясняется свойствами сознания, а не физиологическими свойствами сетчатки, как иногда полагают. Следовательно, теоретически можно допустить способность корректировки зрительной инерции при изменении работы сознания в экстремной ситуации. Каков физиологический механизм выполнения такой корректировки? Об этом мы можем пока только делать предположения. В работе [11] А.Т. Филиппов, обсуждая

природу распространения нервных импульсов, выдвигает очень интересную гипотезу: нервные волокна при определенных условиях могут проводить сверхбыстрые взрывные нервные импульсы, подобные ударным волнам, как это обнаружилось при изучении солитонов в различных физических средах; этими определенными условиями могут быть минуты смертельной опасности, когда включается механизм более быстрой передачи информации, и возникает ощущение, что время растягивается. Такой механизм может срабатывать и в момент умирания, когда перед мысленным взором умирающего мгновенно пробегают вся его жизнь.

Если с этих позиций вернуться к рассмотрению эпизодов изменения хода времени, перечисленных в первом разделе, то можно сказать, что имеются признаки того, что они действительно имели место (в частности проявление эффекта «Немого кино»), однако как ускорение психологического времени, а не физического. Нет оснований говорить о преодолении релятивистского запрета на кратковременное существование локальных и практически неподвижных относительно внешнего наблюдателя Зон с аномальным ходом времени. Ни в одном случае не была зарегистрирована разница в ходе часов внутри и вне Зоны, а без такого подтверждения доказательная сила утверждения о существовании таких Зон утрачивается.

Заключение

В тридцатых годах в СССР была очень популярна песня из кинофильма «Веселые ребята», в которой были слова: «...Мы покоряем Пространство и Время, ...». По поводу Пространства это в какой-то степени сказать можно, а вот о покорении Времени - еще очень и очень преждевременно. Мы освоили только очень ограниченный круг способов управления Временем. Мы даже приблизительно не можем сказать, возможны ли путешествия во Времени в принципе. И даже если возможны, даже если Прошлое существует до сих пор по отношению к нашему Настоящему, если допустить возможность «нырнуть» в Будущее с помощью анабиоза, то все равно это будут путешествия с билетом в один конец.

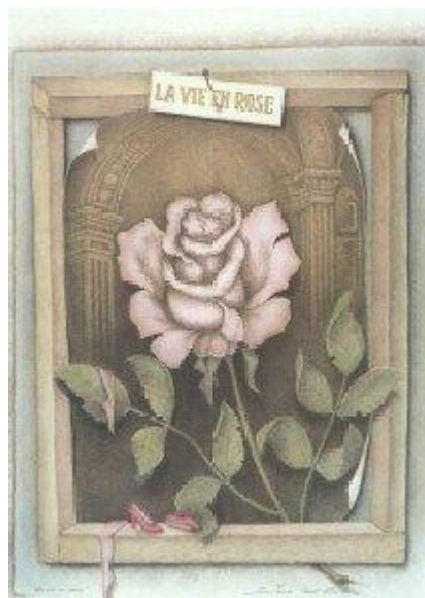
Возможности управления Временем с помощью создания реальных *T*-Зон, кроме упомянутых выше в разделе IV, пока не просматриваются. А рассмотренные эпизоды показывают потенциальную возможность мобилизации скрытых ресурсов человеческого организма в важнейшей сфере – скорости обработки информации.

В заключение хочу выразить благодарность доктору Левичу А.П. за предоставление возможности выразить свои взгляды по рассматриваемой проблеме на Российском междисциплинарном семинаре по темпорологии в МГУ.

Л и т е р а т у р а :

1. Г. Уэллс. Собрание сочинений, т.6, М., Правда, 1964 г.
2. В. Чернобров. Тайны Времени. М., «Олимп», 1999 г.
3. "Техника-Молодежи", 3, 57, 1980.
4. А. Николенко. Предвидение Будущего и его особенности. Эниология, 4(24), 2006.
5. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. М., Наука, 1967.
6. Ч. Куттель, У. Найт, М. Рудерман. Механика. М., Наука, 1971.
7. J. Hafele, R. Keating. Around the world atomic clocks: predicted relativistic time gains. *Science* 177 (4044) 1972.
8. А. Николенко. Тайны Времени. Эниология, 2(22), 2006.
9. А.А.Гухман. Введение в теорию подобия. М., Высшая школа, 1973.
10. В.А. Веников. Теория подобия и моделирования, М., «Высшая школа», 1976.
11. «Химия и химики», 4, 5, 2011.
12. Л. Кэрролл, Алиса в стране чудес. М. Махаон, 2011.

13. *Д. Свифт*. Путешествия Гулливера, М., Махаон, 2009.
14. *Н. Карпушина*. Задачки от Гулливера, или геометрия подобия в романах Джонатана Свифта. Наука и жизнь. **3**, 2010.
15. *Х. Р.Шиффман*. Ощущение и восприятие. М., Питер, 2003.
16. *В.А.Барабанчиков*. Динамика зрительного восприятия. М., Наука, 1990.
17. *А.Т.Филиппов*. Многоликий солитон. М.: Наука, 1990.



Зрительный эффект Сандро дель Прете “Life In The Rose”, демонстрирующий неоднозначность восприятия зрительной информации мозгом человека.