

М.Х. Шульман

(www.timeorigin21.narod.ru, shulman@dol.ru)

Основные тезисы:

- На всех уровнях в нашей Вселенной мы наблюдаем процессы, далекие от приближения к тепловому равновесию. Логично предположить, что энтропия Вселенной **НЕ НАРАСТАЕТ**, а убывает.
- Убывание энтропии во Вселенной возможно только в том случае, если она является термодинамически **ОТКРЫТОЙ** системой, и при этом отток энтропии больше, чем приток.
- В такой системе прогрессивная эволюция (регулярное удаление от состояния равновесия) не только возможна, но и **НЕОБХОДИМА**.

- 1 -

План выступления

- **Жизнь с точки зрения Шрёдингера**
- **Потоки энергии и энтропии в системе звезда-планета-космос.**
- **“Накачка” негэнтропией как основа эволюции планет**
- **Конфликт реальности с “теорией тепловой смерти” Вселенной**
- **Альтернативная космологическая модель. Источник и стоки для энергии во Вселенной**
- **Оценка баланса энтропии**

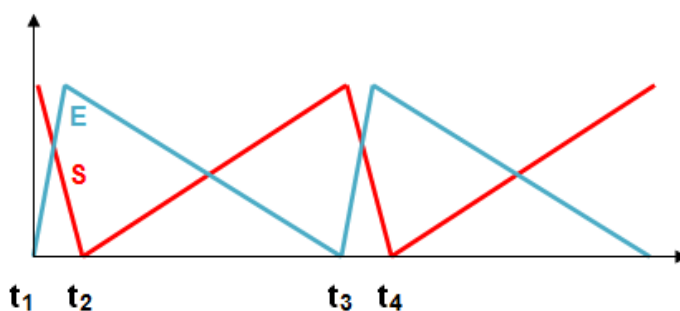
- 2 -

Жизнь с точки зрения физика Шрёдингера

Э. Шредингер, рассматривая функционирование живого организма, указывает, что живой организм непрерывно увеличивает свою энтропию и, таким образом, регулярно приближается к опасному состоянию максимальной энтропии, представляющему собой смерть. Он может избежать этого состояния, то есть оставаться живым, только постоянно извлекая из окружающей его среды энергию и отрицательную энтропию (продукты питания, кислород), выполняя работу и рассеивая тепло (а также углекислый газ и другие отходы жизнедеятельности) в окружающую среду. Когда речь идет, например, о человеке, то потребляемая им энергия идет не только на поддержание текущей жизнедеятельности, но и на создание “прибавочного” продукта, т.е. на общие нужды сообщества (эволюция социума).

- 3 -

Циклы жизнедеятельности организма



Этапы $t_1 - t_2$, $t_3 - t_4, \dots$ – периоды извлечения энергии **E** извне, падения энтропии **S** внутри организма. Этапы $t_2 - t_3, \dots$ – периоды расходования энергии **E** на производство работы/конденсацию потенциальной энергии с последующим выделением тепла и ростом энтропии **S** внутри организма.

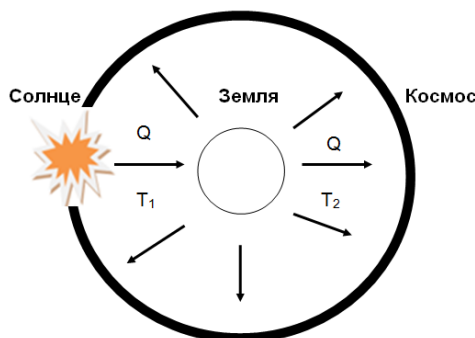
- 4 -

Потоки энергии и энтропии в системе “звезда-планета-космос”

Что происходит в системе “Звезда (Солнце) — планета (Земля) — Космос”? Солнце — это горячее пятно на небе! Небо находится в термодинамически неравновесном состоянии: небольшой участок — тот, который занимает Солнце, — имеет температуру, намного превышающую температуру оставшейся его части. Благодаря этому мы и оказываемся обеспечены мощным источником низкой энтропии. Земля получает энергию от этого горячего пятна в низкоэнтропийной форме (сравнительно немного фотонов видимого света) и переизлучает ее в холодные области неба в высокоэнтропийной форме (много инфракрасных фотонов). Входящая и уходящая тепловая энергия Q примерно одинакова, но температура T_1 “нагревателя” близка к 6000К, тогда как температура T_2 “охладителя” составляет около 3К, поэтому поток поступающей на Землю энтропии меньше, чем поток покидающей ее энтропии.

- 5 -

“Накачка” негэнтропией как основа эволюции планет - 1



T_1 - температура “нагревателя”, T_2 - температура “охладителя”

$$dS = \frac{dQ}{T_1} - \frac{dQ}{T_2}. \quad \text{Поскольку } T_1 > T_2, \text{ то } dS < 0.$$

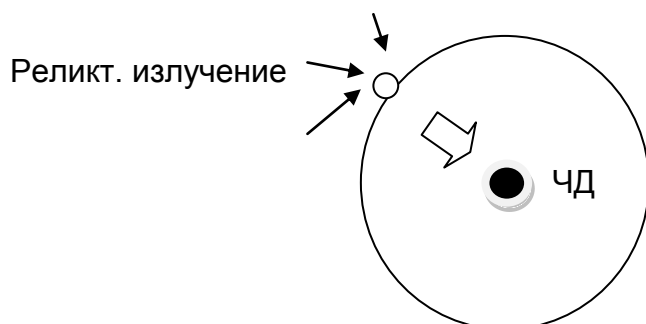
Здесь процессы потребления и отдачи энергии разделены не во времени, а в пространстве.

Часть получаемой энергии идет на создание запасов “свободной” энергии, которая может быть преобразована в полезную работу.

-6 -

“Накачка” негэнтропией как основа эволюции планет - 2

В недавно вышедшей статье [arXiv:1601.02897v1] обсуждается любопытная возможность, когда в роли Солнца выступает микроволновое (реликтовое) излучение, а вместо Космоса излучение поглощается черной дырой.



Планета, покрытая концентраторами света, получает высокоэнергичные фотоны из окружающего пространства и посылает низкоэнергичные фотоны в черную дыру.

“Накачка” негэнтропией как основа эволюции планет - 3

Зеленые растения, потребляя энергию в низкоэнтропийной форме, одновременно обеспечивают себя необходимой низкой энтропией, а нас — жизненно необходимым разделением углерода и кислорода. **Благодаря поглощению фотонов электроны достигают наивысшего биопотенциала в фотосистемах растений.** С этого высокого энергетического уровня они дискретно (по ступенькам) спускаются на самый низкий в биосфере энергетический уровень - уровень воды. Энергия, отдаваемая электронами на каждой ступеньке этой лестницы, превращается в энергию химических связей и, таким образом, движет жизнью животных и растений.

Электроны воды связываются растениями, а клеточное дыхание вновь порождает воду. Этот процесс образует электронный кругооборот в биосфере, источником которого служит солнце.

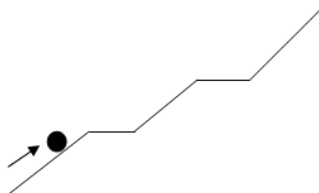
[Коротков К. Г., Виллиамс Б., Виснески Л.А. “Энтропия и энергия в биологических системах...”]

<http://www.madra.dp.ua/archives/kirlian/korotkov1/index.html>]

“Накачка” негэнтропией как основа эволюции планет - 4

В действительности некоторая (сравнительно небольшая) доля поступающей от Солнца энергии не переизлучается в космос, а в виде т.н. “свободной” (упорядоченной) энергии накапливается на Земле и может быть преобразована в полезную работу. Благодаря этой энергии различные химические, биологические и социальные системы на Земле получают возможность **удаляться от состояния равновесия**, заполняя все новые неравновесные ниши. В частности, накапливаемые запасы различных видов энергии позволяют человечеству создавать сооружения, средства транспорта, преобразовывать природную среду, накапливать информационные ресурсы.

- 9 -

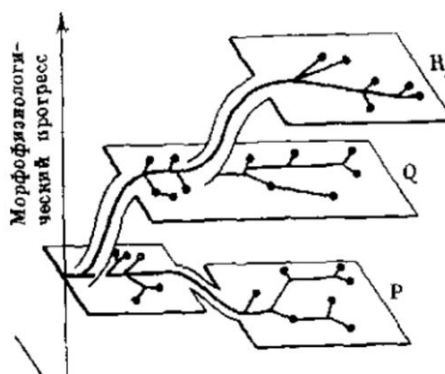
“Накачка” негэнтропией как основа эволюции планет - 5

Поступление энергии извне поднимает системы на потенциальную “горку”, удаляя их от равновесного “наинизшего” энергетического состояния. Например, недавний эксперимент – мощный луч лазера, имитирующий удар метеорита в смесь формамида с глиной (химическая среда древней Земли) – запустил множество химических реакций, в результате которых, в том числе, появились все четыре нуклеотидных основания РНК (аденин, цитозин, гуанин, урацил). [<http://lenta.ru/news/2014/12/09/praguelaser/>]

При этом законами природы предусмотрены метастабильные ниши (горизонтальные участки) – правила отбора, подобные таблице Менделеева, локально препятствующие возвращению системы в исходное состояние и, тем самым, нарушающие обратимость малого перемещения вдоль “горки”. Это хорошо изученная ситуация в теории диссипативных процессов.

- 10 -

Эволюция морфофизиологии (по А.Н. Северцеву)



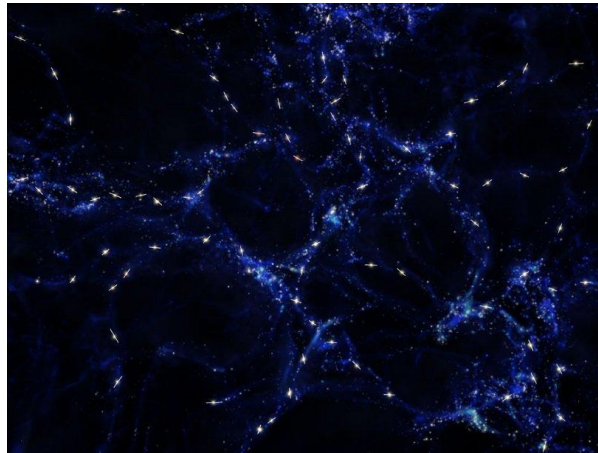
Биологическая аналогия: когда на одном уровне конкурентные направления эволюции исчерпаны, происходит переход на следующий уровень.

Конфликт реальности с “теорией тепловой смерти” Вселенной

Применение второго начала термодинамики к миру в целом как к *замкнутой* системе приводит к разительному противоречию между теорией и опытом. Вселенная должна была бы быть близкой к состоянию полного физического равновесия, однако реально наблюдаемые свойства природы убеждают нас в том, что свойства природы (всей наблюдаемой части Вселенной) не имеют ничего общего со свойствами равновесной системы. Более того, сегодняшнее состояние Вселенной должно было возникнуть из состояния с более низкой энтропией, и т.д. Следовательно, исходное ее состояние должно было иметь крайне низкую энтропию, т.е. иметь крайне малую вероятность реализации, что пока не имеет никакого объяснения. Современная физика предлагает в качестве “соломинки” ОТО - общее космологическое расширение Вселенной означает зависимость ее метрики от времени, так что “внешние” условия для нее не являются стационарными, мир как целое должен рассматриваться как система в переменном гравитационном поле, для которой второе начало термодинамики может и не выполняться [Ландау и Лифшиц, Теория поля].

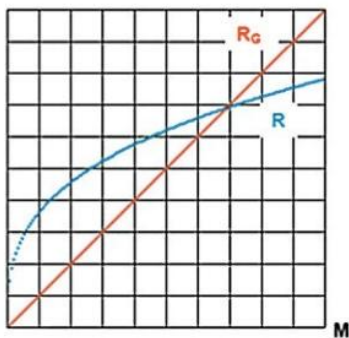
Крупномасштабная структура Вселенной

(http://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2014/12/aa24631-14/aa24631-14.html)



Оси вращения квазаров коррелированы на огромных расстояниях более 650 Мпк

Альтернативная космологическая модель - 1.
Наша Вселенная – черная дыра



Изменение гравитационного (R_g) и геометрического (R) радиусов объекта с ростом его массы M при заданной плотности $\rho = const$.

Отношение (ρ/ρ_{cr}) для различных астрофизических объектов

Объект	Масса M (кг)	Радиус R (м)	Гравитационный радиус R_g (М)	$(\rho/\rho_{cr}) = (R_g/R)^2$
ЗЕМЛЯ	$6 \cdot 10^{24}$	$6 \cdot 10^6$	10^{-2}	$\sim 10^{-26}$
СОЛНЦЕ	$2 \cdot 10^{30}$	$7 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^3$	$\sim 10^{-16}$
МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ	$3 \cdot 10^{42}$	$\sim 10^{19}$	$\sim 10^{15}$	$\sim 10^{-12}$
ВСЕЛЕННАЯ	$\sim 10^{68}$	$\sim 10^{26}$	$\sim 10^{26}$	~ 1

“Наука и жизнь”, № 7, 2011, стр. 77-80

Альтернативная космологическая модель - 2.

Группа физиков из Института теоретической физики Периметр (Канада) во главе с Н. Афшорди предположила, что вселенная может быть трехмерным миром, созданным на горизонте событий четырехмерной звезды, коллапсирующей в черную дыру. Наша Вселенная может быть лишь одной мембраной, существующей в «объемной вселенной» с четырьмя измерениями. Они решили, что если эта объемная вселенная также содержит четырехмерные звезды, они могут вести себя подобно своим трехмерным коллегам в нашей вселенной — взрываясь в сверхновые и коллапсируя в черные дыры. Трехмерные черные дыры окружены сферической поверхностью — горизонтом событий. Когда команда Афшорди смоделировала смерть четырехмерной звезды, она обнаружила, что извергаемый материал образовал трехмерную брану (мембрану) вокруг горизонта событий и медленно расширился. [arXiv:1309.1487 22 Sep 2013].

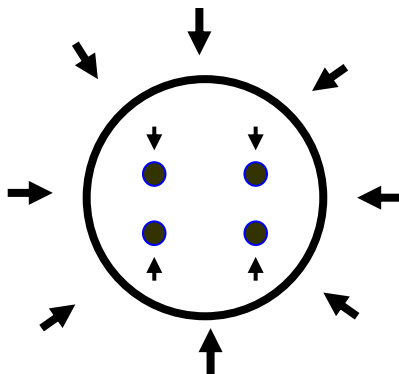
Другая группа физиков (Испания, США) с участием А. Виленкина описала зарождение пузыря новой вселенной внутри черной дыры на ранних этапах развития старой вселенной, которое зависит от массы черной дыры и приводит к появлению доменных стенок [arXiv:1512.01819].

Альтернативная космологическая модель - 3.

Источники и стоки энергии

Автором предлагается альтернативная космологическая модель нашей Вселенной (см. www.timeorigin21.narod.ru), в которой она является черной дырой (ЧД) во внешней гипер-вселенной и представляет собой однородную 3-мерную гиперсферическую поверхность 4-мерного шара. Будучи ЧД, она поглощает энергию/материю из внешней гипер-вселенной и вследствие этого непрерывно растет – такой процесс можно отождествить с хорошо известным фактом расширения нашей Вселенной и объяснить им само **течение** времени. С другой стороны, для нашей Вселенной не только имеется вышеописанный источник энергии, но существуют также стоки для энергии. В этом качестве выступают “обычные” ЧД, т.е. внутренние по отношению к нашей Вселенной.

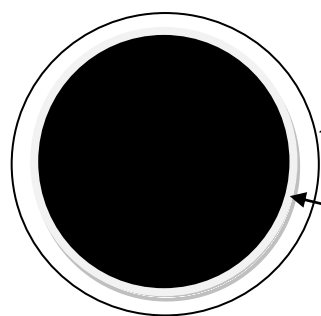
Альтернативная космологическая модель - 4.



Наша Вселенная как рабочее тело тепловой машины:
потоки энергии извне и во внутренние ЧД

Модифицированная космологическая модель

Внешнее 4-мирие
(Белая дыра, будущее)



Горизонт событий ЧД
(наша 3-мерная Вселенная)

Черная дыра
(прошлое нашей Вселенной)

Наша Вселенная как рабочее тело тепловой машины:
поток энергии поступает извне, а затем - во внутреннюю ЧД

Оценка баланса энтропии - 1

Если наша Вселенная является черной дырой и растет, то ее энтропия, казалось бы, должна увеличиваться. Как же это согласовать с утверждением, что энтропия Вселенной должна убывать? Дело в том, что из общей энтропии необходимо **вычитать** энтропию внутренних черных дыр, которая, согласно недавним оценкам [Egan and Lineweaver, arXiv:0909.3983v1], сейчас на 5 порядков превышает энтропию всей остальной материи в наблюдаемой части Вселенной. Если число и размер внутренних ЧД достаточно велики, то их суммарная энтропия растет **быстрее**, чем внешняя энтропия Вселенной. Например, полагая, что число внутренних ЧД $N \sim R^3$, а поверхность каждой дыры растет не медленнее, чем $\sim R^2$, получим оценку для суммарной энтропии внутренних ЧД $S_{\text{int}} \sim R^5$. В то же время сама Вселенная должна иметь энтропию $S_{\text{ext}} \sim R^2$ (или, по некоторым соображениям, $\sim R^3$). Здесь R – радиус Вселенной.

Оценка баланса энтропии – 2

[Egan and Lineweaver, arXiv:0909.3983v1]

Компонент	Энтропия S [K]
Космический горизонт событий	2.6×10^{122}
Сверхмассивные черные дыры	1.2×10^{103}
ЧД с массой 42 – 140 $M_{\text{солн}}$	1.2×10^{98}
ЧД с массой 2.5 – 15 $M_{\text{солн}}$	1.2×10^{96}
Фотоны	2×10^{88}
Реликтовые нейтрино	1.9×10^{88}
Темная материя	6×10^{86}
Реликтовые гравитоны	2.3×10^{86}
Материя межзвездной среды	2.7×10^{80}
Звезды	3.5×10^{78}
ИТОГО	2.6×10^{122}

Принципы эволюционной динамики

Чтобы процессы самоорганизации и упорядочения возникали в сложной системе, она **должна быть открытой**, т.к. **закрытая** система в соответствии с законами термодинамики должна в конечном итоге прийти к состоянию с максимальной энтропией и прекратить любые эволюции. В **неравновесных** условиях относительная независимость элементов системы уступает место корпоративному поведению элементов.

В состояниях, далёких от равновесия, появляются точки бифуркации и аттракторы. Фундаментальным принципом самоорганизации служит возникновение нового порядка и усложнение систем через **флуктуации**: в сложных открытых системах, благодаря **притоку энергии** извне и усилению неравновесности, отклонения со временем возрастают, накапливаются, вызывают эффект коллективного поведения элементов и подсистем. Этап самоорганизации наступает только в случае преобладания положительных обратных связей, действующих в открытой системе, над отрицательными обратными связями. Таковы, к примеру, механизмы фазовых переходов вещества или образования новых социальных формаций.

Самоорганизация в сложных открытых системах приводит к появлению «стрелы времени» в Природе, противоположной направлению «стрелы времени» в замкнутой системе, ведущей к «тепловой смерти».

Заключение

Итак, в предложенной модели энтропия Вселенной **уменьшается**, а не возрастает. Космологическая стрела времени в нашей Вселенной имеет термодинамическое происхождение и первична по отношению к другим стрелам времени – биологической (направление эволюции) и психологической.

Заметим, что сильно гравитирующие физические системы обладают **отрицательной** теплоемкостью. Иными словами, звезды излучают свою энергию и нагреваются, а ЧД поглощают эту энергию и охлаждаются. Из этого также следует, что различие температур и удаленность от равновесного состояния в галактиках в течение миллиардов лет должны не уменьшаться, а нарастать.

Наконец, 3-мерная гиперсферическая поверхность, представляющая собой нашу Вселенную, в каждой своей точке контактирует с внешней гипер-вселенной, т.е. материя, энергия и информация “рождается” (поступает извне) в каждой точке нашей Вселенной.

Благодарю за внимание!

Авторский сайт:

www.timeorigin21.narod.ru,
раздел “Время и космология”

Написать мне: shulman@dol.ru