

ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИИ

Борис Ихлов

Часть пространства Вселенной заполнена галактиками, массы которых колеблются от 10^1 млрд. до 10^3 млрд. солнечных масс. Всего во Вселенной порядка $3 \cdot 10^{22}$ звезд в видимой части (в нашей галактике – 10^{11} звезд), порядка 10^{11} галактик. Галактики сцепляются в скопления, 90% галактик – в скоплениях. Из них 10^7 – сверхскопления из тысяч галактик, $2,5 \cdot 10^{10}$ – галактические группы, $3,5 \cdot 10^{11}$ - гигантские галактики, $0,7 \cdot 10^{13}$ - карликовые галактики, и это лишь малая часть, т.к. 9/10 галактик от нас скрыто. Число астероидов не поддается учету.

Масса межзвездного газа, включая излучение, составляет 99% всего обычного вещества во Вселенной (по другим данным – всего несколько процентов), 60% барионной материи – в межгалактическом пространстве. Пыль – 1% от массы газа, масса нейтрино – 0,1-3%, на реликтовое излучение приходятся сотые доли общей массы вещества. Обычное вещество Вселенной - 5%, темная энергия составляет 70-75% общей массы, темная материя - 25-20%.

Ранняя Вселенная

Согласно современным представлениям Вселенная возникла из планковского сверхплотного состояния. Время 10^{-43} – планковская эпоха. Первые 10^{-42} с - эпоха Великого объединения, GUT.

После планковской эпохи единое суперсимметричное поле вследствие спонтанного нарушения симметрии распадается, от него отделяется гравитационное взаимодействие.

Период 10^{-43} - 10^{-36} с соответствует эпохе объединения трех взаимодействий - слабого, электромагнитного и сильного, это эпоха космологической инфляции. В эпоху инфляции возникают массивные элементарные частицы. Вселенная разогревается.

После 10^{-36} с отделяется сильное взаимодействие, что и обуславливает окончание инфляции. Окончание GUT - при $T \sim 10^{28}$ К, при характерных энергиях частиц 10^{15} ГэВ и масштабах расстояний 10^{-29} см.

В этот момент Вселенная заполнена кварками, лептонами и переносчиками взаимодействий - векторными бозонами, включая глюоны и фотоны, и переносчикам сил GUT, X и Y бозонами. Все частицы безмассовые. В момент нарушения GUT X - и Y - бозоны приобретают массы $\sim 10^{15} - 10^{16}$ ГэВ/ c^2 , за счет аннигиляции и распада X - и Y - бозоны и их античастицы при $t > 10^{-36}$ с исчезают. Остальные частицы остаются безмассовыми вплоть до $t = 10^{-10}$ с, при $T = 10^{15}$ К, энергии частиц $\sim 0,1$ ТэВ и характерных масштабах 10^{-14} м, когда нарушается электрослабая симметрия и происходит разделение электромагнитного и слабого взаимодействий. При этом кварки, лептоны и W, Z бозоны за счет механизма Хиггса приобретают массы.

Период $10^{-31} - 10^{-12}$ с – эпоха кварк-глюонной плазмы. К моменту окончания эпохи кварков ($10^{-12} - 10^{-6}$ с) разделяются все известные взаимодействия (сильное, слабое, электромагнитное и гравитационное).

К моменту 10^{-6} с Вселенная охлаждается до $T = 10^{13}$ К, становится возможным слияние кварков в адроны. При этом плотность вещества достигала 10^{16} кг/ m^3 . Эпоха адронов начинается с t порядка 10^{-10} с и заканчивается к 10^{-4} с. Конец адронной эры наступает тогда, когда энергия излучения становится меньше массы покоя самого легкого адрона - π -мезона. К концу адронной эры температура падает до 10^{12} К, средняя плотность вещества - $10^5 - 10^7$ кг/ m^3 . Эпоха адронов 10^{-6} - 1 с.

В эру адронов большая часть адронов и антиадронов аннигилируют, образуя пары лептонов и антилептонов, их масса преобладает во Вселенной. Приблизительно через 3 с после Большого Взрыва температура опускается до уровня, при котором лептоны больше не образуются. Между 100 с и 3 мин после Большого Взрыва – эпоха лептонов. Размер наблюдаемой Вселенной – менее 10^{14} м.

Примерно через 10 с после Большого Взрыва температура падает до 10^{10} К, и начинается эпоха излучения.

Космологическая инфляция вызвана переходом из ложного вакуума в истинный при спонтанном нарушении симметрии GUT. Постулируется, что известные симметрии элементарных частиц происходят из некой группы симметрии G . При каждом фазовом переходе часть этой симметрии теряется, меняется группа симметрии. Сначала G переходит в $SU(3) \times SU(2) \times SU(1)$.

Группа $U(1)$ связана описывает электромагнетизм, $SU(2)$ - слабое взаимодействие, в рамках модели Вайнберга - Салама объединенные в электрослабое взаимодействие, описываемое группой $SU(2) \times U(1)$. Сильное взаимодействие описывается группой $SU(3)$. Модели, объединяющие сильное взаимодействие с электрослабым - теории GUT. Гравитация, несмотря на наличие группы симметрии Лоренца и других групп в ОТО не укладывается данную конструкцию.

Идею калибровочной гравитации выдвинули В. Гейзенберг и Е. Гапон. Для гравитационного поля существуют две калибровочные симметрии. Первая задаётся общими ковариантными преобразованиями тензорных величин. Поле калибровочной обще-ковариантной симметрии можно легко отождествить со связностью гравитационного поля (символами Кристоффеля). Действительно, выражения для ковариантной производной и калибровочных преобразований связности напоминают аналогичные выражения для поля Янга - Миллса. Однако очевидно, что отклонения от метрики Минковского не могут быть отождествлены с голдстоуновскими составляющими, бесконечное непрерывное многообразие не может быть изоморфным конечному дискретному. Кроме того, нет и аналогичного выражения для метрического тензора. Попытка описать произвольную метрику в рамках схемы Хиггса, то есть, дуалистически приравнять форму к содержанию, приводит лишь к переходу в тетрадный формализм.

Постулируется, что при охлаждении горячей Вселенной в пред-инфляционный период Вселенная была наполнена квантами полей GUT (например, в модели GUT Джорджи – Глэшоу $SU(5)$ поля с плотностью вакуума 10^{74} г/см³), т.е. не была пустой. После остывания Вселенной вакуум уже не был ложным, в нём начали образовываться пузырьки истинного вакуума размером $\sim 10^{-20}$ см, радиус которых увеличивался со скоростью света. Поскольку внутри вакуумные пузырьки пусты, их размеры увеличивались по экспоненциальному де-Ситтеровскому закону $R \sim e^{Ht}$. В конце инфляции размеры пузырьков составляли 10^{30} - 10^{38} м. Размеры видимой Вселенной 10^{26} м, если модель верна, наша Вселенная - один из таких пузырьков, образовавшаяся без «затравочных» полей GUT, оставшихся за ее пределами.

Звезды, стадия лямбда-доминирования

Эра первичного нуклеосинтеза - приблизительно с 100 с после Большого Взрыва, когда Вселенная остыла достаточно для образования стабильных нуклонов. В течение следующих 80 с образовался первичный состав звёздного вещества: 73% водород, 25% гелия, 1% дейтерия, следы элементов до бора. 3 – 20 минут - нуклеосинтез гелия, дейтерия, следов лития-7. Вещество начинает доминировать над излучением (70 000 лет), что приводит к изменению режима расширения Вселенной.

В конце эпохи (380 000 лет) происходит рекомбинация протонов и электронов в атомы водорода, и Вселенная становится прозрачной для фотонов теплового излучения.

Темные века - 380 000 - 550 млн лет после Большого взрыва, Вселенная заполнена водородом, гелием, реликтовым излучением, излучением атомарного водорода на волне 21 см (переходы между компонентами сверхтонкой структуры основного состояния $1^2S_{1/2}$). Звёзды отсутствуют.

Между 550 и 800 лет – образуются первые звёзды, галактики, скопления и сверхскопления галактик, излучение звезд ионизует атомы водорода (эпоха реионизации).

Начало формирования нашей Галактики - примерно 0,5 млрд. лет после Большого Взрыва. Межзвёздное газопылевое облако, давшее начало Солнечной системе, начало формироваться спустя примерно 8,9 млрд. лет после Большого Взрыва (4,9 млрд. лет назад).

По другим данным бариогенез происходит в период с 10^{-35} с до 10^{-32} с, по мнению Арефьевой эра адронов – с 10^{-6} с до 100 с, по Рубакову первичный нуклеосинтез начался в 1 с и продолжался до 5 мин.

Согласно Бронникову и Рубину время образования нуклонов – всего лишь точка, 3×10^5 с.

Или, например: температура эпохи рекомбинации – 4500-3000 K, что на два порядка ниже, чем температура, соответствующая энергии ионизации атома водорода, $1,6 \cdot 10^5$ K,

Образование звезд из газа молекул водорода и гелия происходит под действием гравитации. По теореме о вириале газовое облако устойчиво, если сумма потенциальной и удвоенной кинетической энергии равна нулю. Если сумма меньше нуля, возникает гравитационная неустойчивость. При постоянной плотности облака радиусом R модуль потенциальной энергии (сама она отрицательна)

растёт пропорционально R^5 , сумма значений кинетической энергии всех молекул — пропорционально объёму, R^3 . Следовательно, достаточно большое облако будет сжиматься.

Далее вокруг звезд возникают дискообразные планетные системы. Своему вращению эти диски обязаны исключительно искривлению пространства в ОТО [1]

В модели постоянно расширяющейся Вселенной белые карлики остынут до 1 К через 10^{17} лет. Через 10^{19} лет нейтронные звезды остынут до 30 К. Через 10^{32} лет вещество распадется на фотоны и нейтрино. Самые массивные черные дыры в центрах галактик испарятся в течение 10^{96} лет.

Противоречия моделей

1) Если перед инфляцией Вселенная охлаждалась, неясно, в какую форму энергии переходила тепловая энергия. Во-вторых, если размер пузырька на 4 – 12 порядков больше радиуса видимой Вселенной, то и масса ее должна быть больше на 12 – 36 порядков [2]. (Линде указывает и другие размеры - $l \approx 10^{10^2}$ [3]).

2) Обычно в качестве иллюстрации механизма Хиггса приводят пример разрыва нити в тонком месте, вскипания перегретой жидкости при вбрасывании в нее центра парообразования или спонтанной намагниченности после охлаждения металла ниже точки Кюри и т.п.

В первых примерах система изначально несимметрична. В третьем примере спонтанная намагниченность, т.е. дальний межатомный порядок, возникает как квантовое явление, обменный интеграл $a_s s_j$ (суммирование по ближайшим соседям), который на атомных расстояниях значительно больше магнито-дипольных взаимодействий, в случае параллельных спинов минимизирует энергию кристалла, что, в свою очередь, обусловлено наличием кристаллической решетки. Возникает энергия анизотропии, в зависимости от величины магнитной напряженности металл может не иметь метастабильных состояний, если же имеет – то не один, а два, чередующиеся с «истинными вакуумами». При увеличении объема металла, т.е. числа доменов, суммарному магнитному моменту энергетически выгодно быть равным нулю. То есть, во всех примерах присутствует сплошная среда. Можно ли использовать модели сплошных сред для инфляционной эпохи?

В случае потенциала Хиггса нарушение симметрии возникает лишь при наличии одной частицы, в системе многих частиц симметрия сохраняется.

3) В космической пыли должны возникать связанные квантовые состояния, для которых роль центрального поля играет гравитационное поле - массы частиц пыли вполне соответствуют формуле 1-го боровского радиуса, образованные частицами пыли пары не излучают электромагнитные волны, т.к. частицы пыли нейтральны, и не возбуждаются, если энергия кванта света меньше энергии перехода частицы пыли с орбиты на орбиту. Таким образом, космическая пыль может претендовать на роль темной материи. Возможно, что подобные темной материи области космической пыли возникают вследствие сепарирования по массам центробежной силой, возникающей при вращении галактик, таким образом, они обособляются от остальной космической пыли.

4) Если, как принято, объяснять превышение на много порядков скорости света тем, что инфляционное расширение не есть движение тел друг относительно друга, а увеличение масштаба, то увеличиваться должны и радиус Бора, и межатомные расстояния, и линейка, которой измеряется расстояние. Таким образом, расширения Вселенной невозможно было бы заметить.

В теории инфляции немало иных противоречий. Например, из уравнения Линде для скалярного поля следует, что при большой постоянной Хаббла скалярное поле порождать частицы не может, и вся модель рушится.

5) Картина умирания звезд неполна. Во-первых, процесс остывания звезд будет тормозиться сжатием узлов сверхскоплений. Во-вторых, после остывания белых карликов и нейтронных звезд, но задолго до распада вещества галактики начнут постепенно нагреваться за счет эффекта Унру – рождения частиц при ускоряющемся расширении Вселенной [4]

6) Для планковской массы радиус Шварцшильда $r = 3,23 \times 10^{-35}$. Следовательно, планковская Вселенная – черная дыра, и Большой взрыв невозможен. Кроме того, если планковская Вселенная

возникла до периода порождения частиц скалярным полем и до начала действия механизма Хиггса, в ней не могло быть сверхплотной обычной материи, т.к. таковой еще не было.

Таким образом, каждый период истории Вселенной продолжает оставаться предметом дискуссий. Более того, попытки рассмотрения Вселенной как термодинамической системы наталкиваются на тот факт, что в гравитационном поле не выполняется 2-й закон термодинамики, во-вторых, Вселенная вообще не является термодинамической системой [5].

В то же время будущее Вселенной неизвестно: ряд авторов полагает, что ее ждет тепловая смерть, согласно другим воззрениям она коллапсирует или будет пульсировать, теория Линде и М-теория струн предсказывают ее постоянную гибель и постоянное новое рождение. Все эти представления не оставляют места человеку, от его активности ничего не зависит.

Теория развития

По конъюнктурному мнению Дж. Уилера развитие физической реальности есть результат активности «участников-наблюдателей» [6]. Аналогичную позицию занимает П. Дэвис, пропагандируя антропный принцип: «... наш мир сделан так, чтобы нам было в нем удобно, а мы созданы так, чтобы соответствовать ему» [7].

Планк уверен в обратном: физическая реальность – объективная реальность, природа, существующая вне и независимо от познающего ее физика [8]. С ним солидарен Эйнштейн: «Физика есть стремление осознать сущее как нечто такое, что мыслится независимо от восприятия» [9].

Действительно, Эйнштейн и Планк правы. В противном случае научное познание мира было бы невозможно, но практика показывает – возможно.

Однако в таком случае человек не может предотвратить гибель жизни во Вселенной. Вайнберг предсказал: «Единственная наша альтернатива – либо быть сожженными в закрытой Вселенной, либо быть замороженными – в открытой» [10]. Как писал Арсений Тарковский: «Явь от потолка до Евклида мы досмотреть обречены».

Действительно, согласно 2-му закону термодинамики любая физическая система, не обменивающаяся энергией с другими системами, стремится к наиболее вероятному равновесному состоянию — к состоянию с максимумом энтропии, что означает гибель любой формы жизни.

Маркс пишет, что «человек всю природу превращает в свое «неорганическое тело».

Человечество не может превратить Млечный путь в свое неорганическое тело, оно не изменит ее траекторию, Млечный путь неизбежно столкнется с туманностью Андромеды, и человечество погибнет.

Человечество не может и Солнце превратить в свое неорганическое тело. Через 3,5 млрд. лет яркость Солнца возрастёт на 40%, и жизнь на Земле прекратится, затем последует сжатие, затем расширение Солнца в 256 раз, оно станет красным гигантом и поглотит планеты, затем будет гелиевая вспышка, из внешней оболочки возникнет планетарная туманность, из ядра – белый карлик.

Единственный путь выживания человечества – бегство в те районы Вселенной, где возможна жизнь.

Эволюция биологическая и эволюция Вселенной – не связаны друг с другом.

Наконец, до сих пор не найдены следы внеземных цивилизаций.

Однако.

1. Возраст Вселенной – 13,8 млрд. лет. Земля возникла 4,54 млрд. лет назад. Жизнь на Земле возникла около 3,8–4,1 млрд. лет назад.

Протоны и нейтроны образовались в течение 10^{-5} сек жизни Вселенной при температуре 10^{12} К.

В период 10^{-4} сек – 3 мин при температурах 10^{11} – 10^9 К возникли ядра дейтерия, гелия и лития.

При температуре 20 К в 1-й миллиард лет возникли звезды и галактики.

Стандартная модель Большого Взрыва предсказывает следующее соотношение элементов: водород - 75%, гелий - 25%, дейтерий - $3 \cdot 10^{-5}$, гелий-3 - $2 \cdot 10^{-5}$, литий — 10^{-9} , что хорошо согласуется с экспериментальными данными определения состава вещества в объектах с большим красным смещением (по линиям в спектрах квазаров).

Второе поколение звёзд, уже имеющих планетные системы с тяжёлыми элементами, необходимыми для реализации химической эволюции, появилось через 0,5-1,2 млрд. лет после Большого взрыва.

Водород составляет 74% массы обычного вещества Вселенной, гелий – 23-25%, кислород – 1,1%, углерод – 0,5%, неон – 0,1%, железо – 0,1%.

В человеке основные элементы: кислород (65%), углерод (18%), водород (10%), азот (3%), кальций (1,5%), фосфор (1%).

Кислород возник в 1-й миллиард лет жизни Вселенной в результате взрывов первых сверхновых и в ходе термоядерных реакций в ядрах звезд. В ряде галактик содержание кислорода существенно выше среднего.

Основной источник фосфора — сверхновые; в следовых количествах он также синтезируется в ходе термоядерных реакций в ядрах звезд. Некоторые сверхновые дают меньше фосфора, чем другие, и в целом его содержание во Вселенной может быть меньше, чем 0,0007% массы Вселенной.

Азот возникает в звездах в цепочке превращений углерода и водорода в изотопы азота и обратно, затем в изотоп кислорода-15, распада этого изотопа до изотопа азота-15 и, наконец, до стабильного азота-14.

В ядрах красных гигантов из гелия образуется бериллий, из бериллия – углерод (гелиевая вспышка). Красные гиганты – старые звезды, например, Солнце превратится в красный гигант через 7 млрд. лет. Но есть и молодые красные гиганты, так, возраст Бетельгейзе – всего 10 млн лет. Углерод возникает также при взрывном нуклеосинтезе при вспышках сверхновых, т.е. в 1-й миллиард лет жизни Вселенной.

В сверхновых в ходе гелиевых реакций образовалось и более половины кальция во Вселенной.

Всего на данный момент лишь 2% изначального водорода и гелия трансформировались в более тяжёлые элементы.

Таким образом, парадокс Ферми вполне объясним: эволюция химической формы движения материи (пребиотическая эволюция) едва началась. В плане ядерных реакций Вселенная еще слишком молода, для такой формы жизни, которая существует на Земле, всё еще только начинается.

2. Представления об эволюции Вселенной основаны на принципах эволюции локального физического мира – это деградация, стремление к минимуму потенциальной энергии.

Эволюция физико-химического мира – стремление к минимуму потенциальной энергии.

В теориях эволюции Вселенной упускается и виду тот факт, что в ОТО нет закона сохранения энергии. Гравитационная энергия не компенсирует рост планковской массы 10^{-5} г до 10^{54} кг. Это означает, что вещество Вселенной взялось «ниоткуда» и это вещество в виде космологического вакуума постоянно увеличивает свою массу по мере расширения Вселенной.

Но продолжающийся процесс звездообразования говорит о том, что не прекратился и рост массы обычного вещества. К этому добавляется разогрев Вселенной в виду эффекта Унру.

Поскольку пространственно-временная форма существования материи – возникает, пространство Минковского создает космологический вакуум, а массы искривляют пространство-время, нужно постулировать, что возможно существование материи вне пространственно-временной формы. Таким образом, материя, которая неуничтожима и несотворима, в планковскую эпоху переходит в свою пространственно-временную форму из иных форм ее существования.

Предположение представляется мистическим, однако не менее мистическое представление о безмассовых частицах и наделении их массой полем Хиггса или представление теории струн о 7 дополнительных измерениях, которые неизвестно почему и неизвестно благодаря какому механизму компактифицировались, сами же струны не имеют объема, то есть, они вне пространства.

Если до начала Большого взрыва времени не существовало, то вне гипотезы о материи вне пространственно-временной формы Большой взрыв становится невозможен. А именно: Большой взрыв мог произойти только благодаря движению, благодаря каким-либо изменениям. Но эти изменения могли происходить только во времени и в пространстве. Т.е. время и пространство существовали до своего возникновения.

Противоречие может быть разрешено лишь одним способом: принятием гипотезы о «временности» пространственно-временной формы.

3. Модели эволюции Вселенной основаны на факте линейной эволюции образования звезд из химических элементов и их гибели. При этом.

- 1) Неизвестна эволюция сверхскоплений.
- 2) Гипотеза тепловой смерти Вселенной несостоятельна, Вселенная не является термодинамической системой. Уже в классическом гравитационном поле нарушается 2-й закон термодинамики. Если локально вечный двигатель невозможен, то Вселенная в целом есть вечный двигатель.
- 3) В виду несовершенства ОТО, в которой гравитация не является физическим полем, сомнению подвергается существование черных дыр.
- 4) Не рассматриваются эволюция темной материи и темной энергии, их участие ядерных реакциях. То есть, не исключено, что могут быть иные образования, помимо звезд.

4. В ДНК лишь 4 нуклеотида, всего их в природе 102 типа. В природе 390 различных аминокислот, но белки всех организмов состоят лишь из 22 аминокислоты. Возможно $1,4 \cdot 10^{70}$ различных информационно эквивалентных генетических кодов, использующих те же самые кодоны и аминокислоты, но используется лишь один, триплетный.

Но не исключен вариант, что в дальнейшей эволюции химической формы материи возникнет жизнь на основе не только других нуклеотидов, аминокислот и генетических кодов, но и на основе кремния или мышьяка, без использования кислорода, вне рамок «водно-углеродного шовинизма» и т.д.

Возможно, что жизнь возникнет на основе иных самовоспроизводящихся молекул. Так, была создана система, внутри которой оказалось возможно самокопирование сложной органической молекулы – ротаксана [11].

Математическая модель авторепликации, мутации и эволюции макромолекул была построена М. Эйгеном еще 70-е годы (теория гиперциклов). Тема была развита создателем супрамолекулярной химии Жан-Мар Леном, который в 1987 г. назвал процесс спонтанной ассоциации двух и более компонентов, приводящий к образованию супермолекул или полимолекулярных ансамблей, происходящий за счет нековалентных взаимодействий – супрамолекулярной самосборкой. Пример процесса - спонтанное образование двойных геликатов (см. также [12, 13]).

5. Если эволюция Вселенной – нелинейный, стохастический процесс (хаос относительности), см., напр., [14], в котором случайность играет важную роль, то утверждение Маркса о превращении Вселенной в неорганическое тело человека может иметь смысл.

В рассуждениях Уилера, Дэвиса, Эйнштейна, Планка – логическая ошибка в понимании закона единства и борьбы противоположностей. Ошибка заключается в абсолютизации или игнорировании противоположности материи и сознания с одной стороны, и в абсолютизации или игнорировании их единства с другой стороны.

Общественные законы, способы производства – не зависят от общественного сознания, но сознательная активность масс может их изменять путем революций.

Человек не может отменить биологические законы, но он может сознательно останавливать сердце, замедлять или ускорять биохимические реакции.

Химические связи не отменяют законов ядерной физики, но влияют на кинетику ядерных реакций.

Человек не может сотворить небо и землю, поднимать камни взглядом, создавать из воздуха помидоры, двигать стрелки измерительных приборов и т.д. Человек не может менять законы природы, их сущность, но может влиять на ее проявления.

Социальная эволюция влияет на биологическую эволюцию и т.д.

Литература

1. Ikhlov B. L. Solar System Features. Process Management and Scientific Development. Int. conf. UK, Birmingham. March 5, 2020. P. 114-123. DOI 10.34660/INF.2020.6.56909.
URL: http://naukarus.ru/public_html/wp-content/uploads/2020/PMSD%20March%205%20-%20Part%202.pdf=114. <http://www.doi.org/>
2. Ikhlov B. L. Inconsistent Universe. Materials of the International Conference “Process Management and Scientific Developments” (Birmingham, United Kingdom, March 31, 2020. ISBN 978-5-905695-91-9
http://naukarus.ru/public_html/wp-content/uploads/2020/PMSD%20March%2031%20-%20Part%202.pdf#page=118. DOI 10.34660/INF.2020.7.58917 <http://www.doi.org/>
3. Linde, A. D. (1990a) Particle Physics and Inflationary Cosmology, Harwood Academic Publishers, Chur, Switzerland.

4. Ikhlov B. L. Life in the Universe. Scientific Research of the SCO Countries. Part 1. China, 2018. December, 12. P. 236-245.
5. Ихлов Б. Л. Термодинамический подход в космологии. Евразийский научный журнал. 2019. №1. http://journalpro.ru/articles/termodinamicheskiy-podkhod-v-kosmologii/?sphrase_id=14205
6. Wheeler J. A. From relativity to mutability. The physicist's conception on nature/ Dordrecht, Boston, 1973.
7. Дэвис П. Пространство и время в современной картине Вселенной». М. 1979, С. 267.
8. Планк М. «Единство физической картины мира». М., 1966.
9. Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. М., 1967, Т. 4. С. 289.
10. Вайнберг С. Первые три минуты. М., 1982.
11. Tamara Kosikova, Nurul Izzaty Hassan, David B. Cordes, Alexandra M. Z. Slawin, Douglas Philp. Orthogonal Recognition Processes Drive the Assembly and Replication of a Rotaxane. J. Am. Chem. Soc. 2015, 137, 51, <https://doi.org/10.1021/jacs.5b09738>
12. Кузнецов В. И. Общая химия: тенденции развития. М.: Высшая школа, 1989;
13. Зоркий П. М., Лубнина И. Е., Супрамолекулярная химия: возникновение, развитие, перспективы. Вестник Моск. Ун-та. Серия 2. Химия, 1999, Том.40. N.5. с.300-307.
14. Халатников И. М. Каменщик А. Ю. Стохастическая космология, теории возмущений и гравитация Лифшица. УФН. 2015. 185. 948-963 DOI [10.3367/UFNr.0185.201509f.0948](https://doi.org/10.3367/UFNr.0185.201509f.0948)