

Букалов А.В.

**ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ,
ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ И ЕЁ ПОДСИСТЕМ***Центр физических и космических исследований, Международный институт соционики,
ул.Мельникова, 12, г.Киев-50, 04050, Украина. e-mail: bukalov.physics@socionic.info*

Показана ошибочность часто постулируемой связи между течением времени и процессом возрастания энтропии. Наглядным контрпримером к этой популярной гипотезе является существование и функционирование живых организмов, живущих во времени при почти неизменных термодинамических параметрах. Показано также, что применение второго закона термодинамики к макроскопическим подсистемам Вселенной в целом сталкивается с трудностями, поскольку, в силу существования иерархии неравновесных систем, определение роста или убывания энтропии зависит от масштаба выделения и рассмотрения таких систем. В частности, упорядоченность такой подсистемы как биосфера Земли постоянно или возрастает во времени. Поэтому в дополнение к известным законам термодинамики на основании работ И. Пригожина, Ю. Климонтовича, Г. Хакена, А. Букалова и др. как обобщение предлагается новый закон неравновесной термодинамики: в сильно неравновесных открытых, синергетических системах степень их упорядоченности либо постоянно, либо возрастает, при условии сохранения поступающего потока энергии, информации и вещества и способности элементов системы к функционированию и взаимодействию.

Ключевые слова: термодинамика, синергетика, энтропия, космология, упорядоченность, информация, диссипативная система, неравновесная термодинамика, живой организм, степень упорядоченности биологических систем.

1. Введение

Второй закон термодинамики гласит, что в изолированной системе энтропия стремится к максимуму: $dS_i / dt \geq 0$. Этот закон подтвержден многочисленными экспериментами. В то же время для неравновесных систем, находящихся вдали от термодинамического равновесия, как это показали Э. Шредингер, И. Пригожин и другие авторы, энтропия убывает: $dS_i / dt \leq 0$ за счет отвода избыточной энтропии из системы. Считается, что при этом общая энтропия системы и среды не убывает, а, как правило, возрастает:

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{dS_i}{dt} + \frac{dS_{env}}{dt} + \dots \geq 0. \quad (1)$$

В то же время, применительно ко всей Вселенной в целом, использование второго закона термодинамики сталкивается с трудностями, поскольку Вселенная явно не находится в состоянии термодинамического равновесия, а продолжает эволюционировать с формированием новых структур, в том числе планетарных и биологических.

Уильям Томсон (лорд Кельвин) одним из первых рассмотрел вопрос применения второго закона термодинамики к целой вселенной: «Второй великий закон термодинамики включает в себя определенный принцип необратимого действия в Природе. Таким образом, показано, что хотя механическая энергия неразрушима, существует универсальная тенденция к ее диссипации, которая приводит к постепенному увеличению и распространению тепла, прекращению движения и истощению потенциальной энергии через материальную вселенную. Результат неизбежно будет состоянием всеобщего покоя и смерти, если бы вселенная была бы конечной и осталась бы подчиняться существующим законам. Но невозможно представить себе предел объема материи во Вселенной; и поэтому наука указывает на бесконечный прогресс через бесконечное пространство действий, связанных с превращением потенциальной энергии в palpируемое движение, а оттуда в тепло, чем к одному конечному механизму, идущему вниз, как ча-

сы, и прекращению навсегда. Также невозможно представить себе либо начало, либо продолжение жизни, без навязывания творческой силы; и поэтому никакие выводы о динамической науке о будущем состоянии Земли не могут привести к удручающему взгляду на судьбу расы разумных существ, которыми она сейчас населена» [60]. При этом Л. Больцман считал, что Вселенная в целом находится в состоянии теплового равновесия, а мы живем в гигантской флуктуации как маловероятном, но возможном отклонении от равновесия. Однако анализируя этот вопрос Л. Ландау и И. Лифшиц отметили: «Если мы попробуем применить статистику к миру как целому, что рассматривается как единственная замкнутая система, то мы сразу столкнемся с поразительным противоречием между теорией и опытом. Согласно результатам статистики, Вселенная должна была бы находиться в состоянии полного статистического равновесия. Между тем повседневный опыт заверяет нас в том, что свойства природы не имеют ничего общего со свойствами уравновешенной системы, а астрономические данные показывают, что то же относится и ко всей досягаемой нашему наблюдению колоссальной области Вселенной... в связи с этим применение закона возрастания энтропии не приводит к выводу о необходимости статистического равновесия» [49]. Они также отметили, что вопрос о соотношении между ростом энтропии и течением времени до сих пор не решен. Заметим также, что энтропия микроволнового реликтового излучения, которая вносит наибольший вклад в энтропию радиации и вещества Вселенной, является постоянной величиной. При этом энтропия излучения звезд и других объектов дает намного меньший вклад в суммарную энтропию электромагнитного излучения.

Действительно, в расширяющейся и эволюционирующей Вселенной статистическое равновесие отсутствует. Но это означает, что в такой Вселенной не во всех ситуациях действует закон возрастания энтропии. Еще более проблематичным является осуществление закона возрастания энтропии для Вселенной в целом, поскольку время релаксации такой системы намного превышает её текущий возраст: $t_{relax} \gg t_U$. При этом Вселенная при Большом Взрыве эволюционирует из однородного состояния, заполненного радиационной плазмой, а согласно Р. Пенроузу в начальной стадии Вселенной тензор Вейля был равен нулю [52]. Последующее гравитационное сгущивание материи повышает энтропию, но одновременно увеличивается и степень упорядоченности организованного вещества. Поэтому баланс энтропии и информационной упорядоченности в расширяющейся Вселенной неясен: его нужно рассматривать для конкретных космических объектов.

2. Термодинамика и уровни организации материи

В силу того, что закон возрастания энтропии связан с локальными взаимодействиями при установлении равновесия в замкнутой системе, мы можем заключить, что выбор адекватной термодинамической системы, в которой возможно установление равновесия, связан с проявлением второго закона термодинамики. При другом выборе системы или масштаба взаимодействия мы будем наблюдать отсутствие стремления к равновесию и нарушение закона возрастания энтропии. Примером могут являться физико-химические и биологические процессы в живой клетке. На уровне локальных атомно-молекулярных взаимодействий второй закон термодинамики проявляется в полной мере, поскольку в локальных взаимодействиях молекулярные подсистемы клетки стремятся к равновесию. Однако клетка в целом является сложной неравновесной системой, в неё поступает поток энергии, молекул, информации. Из неё также исходит поток энергии, информации (в виде сигнальных молекул, электрических, электромагнитных и других сигналов), а также энтропии (в виде тепла и молекулярного мусора). Таким образом, на уровне отдельных молекул работает второй закон термодинамики, но общая макроскопическая структура клетки и её интенсивное взаимодействие с окружающей средой на более высоком иерархическом уровне организации нейтрализует действие этого закона. Система клеток, в свою очередь, образует многоклеточный организм с еще более сложным и упорядоченным поведением. И здесь действие второго закона термодинамики предлагается перенести на систему «организм + среда». Для такой системы, как считается, энтропия должна возрастать. Формально — да, но тонкость заключается в том, как определить «окружающую среду». Окружающей средой для организма является его природная среда обитания и остальная биосфера — от бактерий и микробов до макроорганизмов. Поэтому мы можем сразу рассмотреть

более общий вопрос — о взаимодействии биосферы в целом с окружающей средой. Под действием солнечного излучения ($P_{\odot} \approx 10^{14}$ Вт) и внутреннего планетарного тепла ($P_E \approx 4 \cdot 10^{13}$ Вт) биосфера, гидросфера, атмосфера и поверхность Земли получают поток энергии и информации, в результате которого происходят процессы самоорганизации и уменьшения энтропии в биосфере, атмосфере и гидросфере путем образования более сложных структур. Эти процессы хорошо описаны в синергетике [48, 51, 53]. При этом, как известно, энергетический баланс Земли и биосферы глобально выполняется: Земля излучает в окружающее космическое пространство столько же энергии, сколько и получила, но в более длинноволновом, инфракрасном диапазоне. Высокоэнергетичность квантов солнечного излучения трансформируется в упорядочение молекулярных структур и излучаемое ими длинноволновое тепловое излучение. Таким образом, информационный поток более коротковолновых квантов солнечного излучения плюс тепло из недр Земли формируют неравновесное состояние биосферы и её сред обитания. Поэтому в целом «окружающая среда», в которой возрастает энтропия всей системы, оказывается уже вынесенной в космос, а на планетарном уровне организации биосферы и её сред обитания энтропия глобально не возрастает. В противном случае биосферу ожидало бы неизбежное увеличение энтропии с последующей дезинтеграцией живых организмов. Напротив, мы можем наблюдать процессы эволюционного усложнения структур биосферы, вплоть до появления человеческой цивилизации. Это говорит о том, что на планетарном уровне степень упорядоченности биосферы и среды её обитания растет, а, следовательно, энтропия этой системы убывает: $dS/dt < 0$. Таким образом, формально можно говорить только о возрастании энтропии системы Земля—Космос. Но эта система не является ни изолированной, ни замкнутой. К тому же Вселенная расширяется, да еще и с ускорением. Поэтому говорить об энтропии такой системы бессмысленно без физически реализуемого четкого выделения ее границ. Таким образом, под воздействием солнечного излучения и ядерных реакций внутри Земли с выделением тепла, в планетарной системе осуществляются процессы самоорганизации молекулярных структур с понижением энтропии, что нейтрализует действие 2-го закона термодинамики для такой системы. Если же говорить о степени упорядоченности самой биосферы, то мы можем констатировать, что они либо постоянна (с точностью до флуктуаций ввиду воздействий внешней среды), либо возрастает. Это согласуется с общей динамикой открытых неравновесных диссипативных систем, описываемых методами синергетики, в которых возникают новые структуры и уровни организации материи. Для таких неравновесных систем, включая биологические, действует предлагаемый нами, на основе работ И. Пригожина и его школы, Ю. Климонтовича, Г. Хакена, А. Букалова, и др. [1, 11, 12, 19, 20, 22, 26, 46, 48, 51, 53, 54], следующий **закон неравновесной термодинамики**:

В сильно неравновесных открытых, синергетических системах степень упорядоченности, характеризуемая количеством информации $I = -S$ с либо постоянна, либо возрастает, при условии стабильности потока поступающих энергии, информации и вещества, и сохранения способности элементов системы к функционированию и взаимодействию:

$$\frac{dS(x, t, p, \varepsilon)}{dt} \leq 0 \tag{2}$$

или

$$\frac{dI(x, t, p, \varepsilon)}{dt} \geq 0 \tag{3}$$

Предлагаемый закон можно сформулировать и иначе: *Пространственно-временная, структурная упорядоченность системы постоянна или возрастает с увеличением прохождения организующего потока энергии через систему (не превышающего порог ее дезинтеграции,) который поддерживает ее существование, функционирование и эволюцию.*

Этот закон справедлив (и его проявления хорошо наблюдаемы) как для относительно простых систем, таких как ячейки Бенара, описываемых в синергетике, так и для сложных, таких как живые организмы — клетки и многоклеточные системы — организмы. Например, упорядоченность организмов растет или постоянна, пока их молекулярные структуры работают в стабильном режиме, без нарушения метаболизма. Важность этого закона связана с тем, что подавляющее число наблюдаемых в природе термодинамических систем являются неравновес-

ными. Упорядоченность живых организмов определяется прежде всего их пространственно-временной упорядоченностью, и этим они отличаются от неживых объектов, например минералов, характеризующихся только пространственной упорядоченностью [11, 12, 20]. Поэтому оценки степени упорядоченности живых организмов по аналогии с кристаллами или минералами [1, 46] ошибочны, они значительно занижают ее значение, поскольку игнорируют динамические характер живых структур и их существование во времени.

Из нашего рассмотрения следует и следующий вывод: *Во Вселенной существует иерархия систем, в которых попеременно выполняются второй закон термодинамики и предложенный нами закон неравновесной термодинамики в зависимости от масштаба рассматриваемой системы и ее места в организационно-системной иерархии в рамках более общей системы (надсистемы).*

В частности, переход к космическим масштабам требует уже рассмотрения процессов на уровне галактик и их скоплений, с учетом ядер галактик — черных дыр и их энтропии, темной материи и темной энергии [2, 4, 9, 15, 16, 43, 44].

В связи с этим необходимо отметить крайнюю ошибочность постоянно приводящихся частных примеров по возрастанию энтропии в работах ряда авторов. Речь, например, идет о необратимости процессов при разбивании куриного яйца [52]. Поскольку разбитое яйцо собрать невозможно, говорится, что этот процесс приводит к возрастанию энтропии и т.д. Далее делается интерполяционный вывод, что так же дело обстоит и со всеми другими процессами. Однако при этом происходит элементарная логическая ошибка или подмена понятий. Ведь само по себе яйцо в природе разбивается достаточно редко. Обычно его скорлупу разбивает вылупляющийся цыпленок, и 99,9% яиц превращаются в цыплят (за вычетом тех, что съели люди и хищники — использовав их для увеличения собственной упорядоченности и уменьшения своей энтропии). Таким образом в реальности в общей системе никакого значительного увеличения энтропии не происходит, а пример с яйцом — лишь надуманная притча, маскирующая нелокальное поддержание и возрастание информационной упорядоченности во всей биосфере. Если же говорить о процессах разложения погибших организмов, то хорошо известно, что они также протекают с участием микроорганизмов. Поэтому значимого возрастания энтропии в таких процессах не происходит. Что касается такой сложной информационной и социальной структуры как человеческое общество, то в нем происходят хорошо наблюдаемые процессы сохранения, накопления и увеличения информационной упорядоченности. При этом избыток продуцируемой энтропии утилизируется путем ее оттока во внешнюю среду, в конечном счете — в космическое пространство, которое является практически бесконечным открытым резервуаром с очень низкой температурой.

3. Заключение

В силу изложенного мы можем отметить, что прямая связь 2-го закона термодинамики с необратимым движением времени, которое регулярно пытаются обосновать ряд авторов и постулировал в своих исследованиях И. Пригожин [51, 53], является мнимой. **Любой живой организм, как неравновесная система с внутренней динамикой, представляет собой прямое опровержение этой гипотезы**, так как организм существует и развивается во времени, но его упорядоченность преобладающую часть времени существования либо увеличивается (во время роста), либо сохраняется приблизительно постоянной. При этом одни клетки сменяются другими, а гибель отдельного организма замещается ростом других. Поэтому общая степень упорядоченности биосферы в целом не убывает, но ввиду эволюционных процессов даже возрастает, согласно предложенному автором обобщенному закону неравновесной термодинамики (2), (3). Поэтому, например, утверждение о накоплении стохастических, итеративных ошибок в биосфере на различных уровнях функционирования молекулярных структур организмов [47], в том числе в ДНК, в результате чего они перестанут функционировать, неосновательно и ошибочно. Эта ошибка связана с абсолютизацией роли ДНК как статической информационной матрицы в процессах воспроизведения, без учета регулирующей роли окружающей среды, формирующей и поддерживающей живой организм как неравновесную систему. В неравновесной системе, в том числе на уровне ДНК и других структур, происходят процессы самоорганизации, которые в целом компенсируют возникающие ошибки, неизбежно возникающие при трансляции генети-

ческого кода. В обществе и человеческой цивилизации в целом, как в психоинформационной системе и части биосферы, также действует закон сохранения и даже накопления информации [45]. А рассмотрение психики как квантовой информационной системы в живом организме объясняет практическую безэнтропийность и ее функционирования [26, 27].

В космологии предлагается рассматривать термодинамическую стрелу времени, связывая ее с расширением Вселенной при одновременном сгущении вещества в гравитационном поле. Однако конкретных расчетов с доказательством роста энтропии Вселенной просто не существует. В то же время прямое изучение динамики «газа галактик» в реальной Вселенной с доминирующей антигравитацией вакуума, или темной энергии, показывает уменьшение энтропии такого «газа» в силу упорядочения движения галактик под действием антигравитации [40, 58]. А рост энтропии на горизонтах черных дыр, которые считаются ее основными аккумуляторами, многократно перекрывается динамическими процессами, связанными с вращением космических объектов и галактик [2, 16, 44]. При этом движение во времени — это функция состояния расширяющейся, эволюционирующей Вселенной. Течение времени выступает как движение материи по радиальной временной координате, от сингулярности — к горизонту событий в расширяющейся Вселенной, которая внутри является аналогом белой дыры и неотличима от нее для внутреннего наблюдателя [35, 50, 55, 56, 57]. Одновременно космологическое время — это и индикатор текущего фазового перехода 2-го рода в состояние конденсата первичных b -фермионов, аналогично переходу сверхпроводящее состояние при конденсации электронов в металлах и других материалах [32]. Однако в сверхпроводниках такой процесс идет с понижением энтропии, с отводом тепла и энтропии при охлаждении. Таким образом, наша Вселенная эволюционирует с понижением энтропии, что приводит к созданию все более сложных форм организации материи. Эти процессы описываются предложенной автором космологической теории со сверхпроводимостью (CMS), которая позволяет решить целый ряд проблем современной физики и космологии — от проблемы темной энергии до вычисления масс элементарных частиц [5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 17, 21, 23, 25, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 41]. При этом в обычных проводниках тепло и энтропия отводятся наружу, а в случае нашей Вселенной уменьшение внутренней энтропии, по-видимому, компенсируется увеличивающейся гравитационной энтропией на увеличивающемся горизонте событий [9, 10, 13, 14, 15, 16]. При этом энтропия на двумерном горизонте Вселенной, соответствующая количеству квантов гравитационного потока — элементарных геометрических планковских ячеек [18, 24, 29, 42], на 60 порядков ниже максимально возможной в ее трехмерном объеме, что также говорит о значительной упорядоченности Вселенной [29].

Поэтому протекающий во Вселенной фазовый переход 2-го рода воспринимается наблюдателями как происходящие во времени изменения, как эволюция, история Вселенной и ее структур [3, 28, 32, 59].

Л и т е р а т у р а :

1. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. / Изд. 2-е. — М.: Наука, 1977. — 336 стр.
2. Букалов А.В. Вращение галактик и квантовые эффекты их теплового равновесия с вакуумом, или темной энергией // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 1. — С. 29–31.
3. Букалов А.В. Вселенная и её структуры в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 2. — С. 10–13.
4. Букалов А.В. Действие, фаза, энтропия и информация космических горизонтов и закон сохранения информации в черных дырах // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 2. — С. 27–28.
5. Букалов А.В. Динамические параметры эволюционирующей Вселенной и их соотношения в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 2. — С. 16–18.
6. Букалов А.В. Значения масс элементарных частиц и сверхпроводимость. Часть 1 // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 2. — С. 23–26.
7. Букалов А.В. Значения масс элементарных частиц и сверхпроводимость. Часть 2 // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 3. — С. 24–27.
8. Букалов А.В. Квантовая природа гравитационной постоянной Ньютона в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 4. — С. 28–31.
9. Букалов А.В. Квантовые свойства причинных горизонтов Вселенной и распад (таяние) черных дыр в

- космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 4. — С. 24–27.
10. Букалов А.В. Квантовый принцип эквивалентности: гравитация, антигравитация и инерция // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 2. — С. 10–13.
 11. Букалов А.В. Количество информации в живых организмах и энергия вакуума // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2002. — № 2. — С. 5–9.
 12. Букалов А.В. Количество обитаемых планет в Галактике и Вселенной в свете SETI. Стратегии развития цивилизаций // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2003. — № 1. — С. 5–12.
 13. Букалов А.В. Краткое доказательство эффекта исчезновения или «таяния» черных дыр в сжимающейся Вселенной // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 2. — С. 4–6.
 14. Букалов А.В. Начальная стадия эволюции Вселенной в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 1. — С. 37–40.
 15. Букалов А.В. О возможном эффекте быстрого исчезновения или «таяния» черных дыр // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 1. — С. 15–19.
 16. Букалов А.В. О двойственности информации и энтропии космических горизонтов и горизонтов чёрных дыр // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 1. — С. 25–28.
 17. Букалов А.В. О дуальной квантовой механике // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 2. — С. 29–32.
 18. Букалов А.В. О квантовании гравитационного потока // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 4. — С. 31–33.
 19. Букалов А.В. О квантомеханическом описании феномена жизни // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2003. — № 2. — С. 3–11.
 20. Букалов А.В. О количестве информации в живых организмах и степени их упорядоченности // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2002. — № 4. — С. 5–8.
 21. Букалов А.В. О космологической модели со сверхпроводимостью (решение ряда проблем) // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 1. — С. 31–36.
 22. Букалов А.В. О макроквантовых свойствах живого вещества // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2003. — № 3. — С. 14–19.
 23. Букалов А.В. О массах тяжелых элементарных частиц // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 4. — С. 21–23.
 24. Букалов А.В. О некоторых свойствах элементарных геометрических ячеек // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2017. — № 1-2. — С. 63–64.
 25. Букалов А.В. О природе времени // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2018. — № 1-2. — С. 5–14.
 26. Букалов А.В. О природе сознания и психики // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 3-4. — С. 5–41.
 27. Букалов А.В. О возможной квантовой природе сознания и психики // Психология и соционика межличностных отношений. — 2017. — № 9-10. — С. 5–40.
 28. Букалов А.В. О рождении пространственно-временных областей и их эволюции в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 3. — С. 20–23.
 29. Букалов А.В. О структуре вакуума и пространства-времени на планковских масштабах // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2017. — № 1-2. — С. 56–59.
 30. Букалов А.В. О физике сингулярностей черных дыр // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 2. — С. 14–15.
 31. Букалов А.В. Периодический закон спектра масс элементарных частиц в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 4. — С. 18–20.
 32. Букалов А.В. Природа космологического времени: от макроскопических уравнений общей теории относительности к квантовой микроскопической динамике // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2017. — № 3-4. — С. 15–17.
 33. Букалов А.В. Природа преобразований Лоренца и происхождение специальной теории относительности в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 3. — С. 28–30.
 34. Букалов А.В. Природа сил инерции, принципа эквивалентности и принципа Маха в квантовой космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 3. — С. 24–26.
 35. Букалов А.В. Причина одномерности и необратимости времени. Возможный возраст Вселенной // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2002. — № 4. — С. 22–23.
 36. Букалов А.В. Решение проблемы космологической постоянной и происхождения Больших Чисел Дирака–Эддингтона // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2016. — № 1. — С. 40–43.
 37. Букалов А.В. Решение проблемы темной энергии и энергии вакуума в космологической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 1. — С. 5–14.
 38. Букалов А.В. Соотношения масс элементарных частиц и роль постоянной тонкой структуры в космо-

- логической модели со сверхпроводимостью // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 4. — С. 14–17.
39. Букалов А.В. Соотношения масс элементарных частиц, свободные параметры и теория сверхпроводимости: дополнение к стандартной модели // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2015. — № 1. — С. 62–64.
 40. Букалов А.В. Уменьшение энтропии потоков галактик и энтропии Вселенной в целом при доминировании темной энергии // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2013. — № 3. — С. 5–9.
 41. Букалов А.В. Уравнения общей теории относительности как аналог уравнений электронной сверхпроводимости // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 3. — С. 18–23.
 42. Букалов А.В. Уравнения общей теории относительности как уравнения гравитационной сверхпроводимости и геометрическое квантование гравитационного потока // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2017. — № 3-4. — С. 18–20.
 43. Букалов А.В. Энтропия и информация материи и излучения Вселенной // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2017. — № 1-2. — С. 60–62.
 44. Букалов А.В. Энтропия черных дыр и информация во Вселенной // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2014. — № 2. — С. 6–9.
 45. Букалов А.В. О четырех эволюционных стадиях развития и законе сменяемости квадр // Соционика, ментология и психология личности. — 1995. — № 1. — С. 17–21.
 46. Волькенштейн М.В. Теоретическая биофизика. — М.: Наука, 1983.
 47. Галимов Э.М. Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. — 256 с.
 48. Климонтович Ю. Л. Введение в физику открытых систем. — М.: Янус-К, 2002. — 284 с.
 49. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Статистическая физика. Ч. I. / 3-е изд., испр. — М.: Наука, 1976. — 584 с. (т. V).
 50. Лукаш В.Н., Михеева Е.В. Физическая космология. — М.: Физматлит, 2010. — 404 с.
 51. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. — М.: Мир, 1979. — 512 с.
 52. Пенроуз Р. Путь к реальности, или законы, управляющие Вселенной. Полный путеводитель = The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe / Перевод с англ. А. Р. Логунова, Э. М. Эпштейна. — М.—Ижевск: ИКИ, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. — 912 с.
 53. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. — М.: Наука, 1985. — 328 с.
 54. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным явлениям. — М.: Мир, 1991. — 240 с.
 55. Bukalov A.V. A reason for existence of one-dimension and irreversible time. Possible age of the Universe // Physics of consciousness and life, Cosmology and Astrophysics. — 2002. — № 4. — P. 22–23.
 56. Bukalov A.V. Nature of cosmological time: from the macroscopic equations of general relativity to quantum microscopic dynamics // Physics of consciousness and life, Cosmology and Astrophysics. — 2017. — № 3-4. — P. 15–17.
 57. Bukalov A.V. The reason of existence of one-dimension and irreversible time. Possible age of the Universe. // Proc. 2-d Kharkiv Conference on Gravitation, Cosmology and Relativistic Astrophysics, Ed. L.V.Verozub. - Kharkiv: Karazin Kharkiv National University, 2003.
 58. Bukalov A.V. The dominance of dark energy leads to reduction of the entropy of galaxies flow and entropy of the Universe. // Odessa Astron. Publ. — 2015. — **28 (2)**. — P. 114–115.
 59. Bukalov A.V. The solution of the cosmological constant problem and the formation of the space-time continuum. // Odessa Astron. Publ. — 2016. — **29 (1)**. — P. 42–45.
 60. Thomson W. (Lord Kelvin) On the Age of the Sun's Heat // Macmillan's Magazine. — vol. 5 (March 5, 1862). — Pp. 388-393.

Статья поступила в редакцию 1.02.2018 г.

Bukalov A.V.

The laws of thermodynamics, the evolution of the Universe and its subsystems

The fallacy of the often postulated connection between the passage of time and the process of increasing entropy is shown. An obvious counterexample to this popular hypothesis is the existence and functioning of living organisms living in time with almost unchanged thermodynamic parameters. It is also shown that the application of the second law of thermodynamics to macroscopic subsystems of the Universe as a whole encounters difficulty, since the existence of a hierarchy of nonequilibrium systems determines the growth or decrease of entropy depends on the scale of isolation and consideration of such systems. In particular, the ordering of such a subsystem as the biosphere of the Earth is constant, or increases in time. Therefore, in addition to the well-known laws of thermodynamics, on the basis of the works of I. Prigogine, Yu. Klimontovich, G. Haken, A. Bukalov and others, a new law of nonequilibrium thermodynamics is proposed as a generalization: in highly nonequilibrium open, synergetic systems, their average ordering is either constant or increases, provided that the incoming flow of energy, information and substance, and the ability of the system elements to function and interact, are maintained.

Keywords: thermodynamics, synergetics, entropy, cosmology, orderliness, information, dissipative system.