

О ЕДИНОЙ ПРИРОДЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ И ГРАВИТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВА (ВВЕДЕНИЕ В ГРАВИТЕРМОДИНАМИКУ)

П. И. Даньльченко¹

ГНПП «Геосистема», Винница, Украина

Рассмотрены уравнения термического состояния вещества, удовлетворяющие, как условию Толмена для теплового равновесия в пространственно неоднородных равновесных состояниях вещества, так и возможности адиабатного остывания этого вещества в равномерно заполненной им ранней Вселенной. Показано, что все термодинамические параметры и характеристики такого вещества определяются или же связаны между собой зависимостями, включающими в себя, как гравитационную постоянную, так и космологическую постоянную Λ или же определяемую через нее постоянную Хаббла. Это указывает на единую природу, как термодинамических свойств вещества и гравитационного поля в нем, так и явления расширения Вселенной.

PACS: 05.70.-a, 04.40.-b, 04.20.-q

1. ВВЕДЕНИЕ

Рассматриваемые в общей теории относительности (ОТО) термодинамические состояния вещества являются пространственно неоднородными его состояниями. Это связано с наличием в веществе гравитационного поля, наводящего в нем пространственную неоднородность темпов протекания внутриатомных физических процессов, а тем самым, наводящего и физическую неоднородность заполненного им пространства [1]. В жестких системах отсчета пространственных координат и времени (СО) эта физическая неоднородность пространства проявляется в неодинаковости в разных его точках координатного [2] (несобственного [1, 3]) значения скорости света v_c в одном и том же однородном веществе.

Постепенное увеличение координатного значения скорости света по мере удаления от компактного вещества астрономического тела можно рассматривать как следствие постепенного изменения термодинамических параметров окружающих его атмосферы и космосферы. Тогда задаваемые гравитационным полем пространственные распределения скорости света v_c будут строго соответствовать конкретным пространственно неоднородным термодинамическим состояниям вещества. Как показывает совместное решение уравнений термодинамики и гравитационного поля для идеальной жидкости [4], координатное значение скорости света v_c с точностью до калибровочного коэффициента определяется лишь термодинамическими параметрами вещества. При учете в уравнениях термодинамики абсолютно всех интенсивных и экстенсивных параметров, непосредственно учитывающих и поляризацию частиц вещества, его можно рассматривать как истинное значение скорости света в этом веществе. При наличии, как механического, так и теплового равновесия в веществе вакуумное значение скорости света v_{cv} одинаково в пределах всего однородного вещества, самоорганизовавшего свое пространственно неоднородное равновесное состояние и соответствующее ему гравитационное поле [4]. Это позволяет рассматривать v_{cv} как калибровочный параметр, принципиально ненаблюдаемый в квантовых собственных СО вещества а, следовательно, и в СО мира людей. Окружающее такое компактное вещество условно пустое² пространство на самом деле пустым не является. Даже самый высокий космический вакуум следует рассматривать как чрезвычайно сильно разреженный газ, подчиняющийся законам термодинамики. Между самосжавшимся посредством гравитации компактным веществом и окружающим его сколь угодно сильно разреженным газом имеет место термодинамическое квазиравновесие. Поэтому вакуумное значение скорости света в этом разреженном газе не может отличаться от вакуумного значения скорости света в

¹ E-mail: pavlo@vingeo.com

² Ввиду отсутствия пространственных границ у волн, соответствующих элементарным частицам вещества, абсолютной пустоты принципиально не может быть.

заполненном компактным веществом пространстве. И, следовательно, оно должно быть одинаковым и во всей квазиоднородной Вселенной. Таким образом, являющееся калибровочным параметром вакуумное значение скорости света следует принять строго равным постоянной скорости света ($v_{cv} \equiv c$) во всем пространстве, заполненном любым веществом. В соответствии со всем этим гравитационное смещение спектра эмиссионного излучения в красную область длин волн строго соответствует его смещению вследствие изменения термодинамических параметров излучающего вещества, приводящих к изменению скорости света в этом веществе. И, следовательно, наличие в точках пространства с разными значениями гравитационного потенциала и разных темпов течения квантового времени вызвано неодинаковостью в этих точках термодинамических параметров находящегося в нем вещества.

Рассматриваемый здесь анализ решений уравнений гравитационного поля ОТО показывает, что все без исключения гравитационные эффекты являются строго термодинамическими эффектами. Так, например, как стремление более плотных тел к центру тяготения, так и стремление тел, менее плотных, чем окружающая их среда, наоборот, от центра тяготения обусловлены стремлением всей системы (состоящей из всех тел и окружающей их среды) к состоянию с минимумом суммарного (интегрального) значения гравитермодинамической энthalпии [4].

С другой стороны давление в идеальном газе не вызвано межмолекулярным электромагнитным взаимодействием и имеет чисто гравитационную природу. И, следовательно, физические явления и свойства вещества, рассматриваемые термодинамикой и теориями тяготения феноменологически по-разному, основываются на одной и той же фундаментальной природе элементарных частиц вещества [1, 5].

Если в классической физике потенциальная энергия гравитационного поля являлась как бы чем-то внешним для вещества, то в ОТО она уже заключена в самом веществе. Ведь свободное падение тела является инерциальным движением. В кинетическую энергию его движения переходит высвобождаемая потенциальная энергия внутренних связей между молекулами, атомами и элементарными частицами вещества падающего тела. Как будет показано здесь, все показатели, определяющие гравитационные свойства вещества и явление расширения Вселенной, тоже заключены в самом веществе, а не являются чем-то сторонним для него.

2. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СОБСТВЕННАЯ СО ВЕЩЕСТВА И ГРАВИТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СО МИРА ЛЮДЕЙ

Темп любого квантового процесса внутриатомного взаимодействия между элементарными частицами вещества можно охарактеризовать в СО произвольного наблюдателя среднестатистическим нормированным значением частоты этого взаимодействия [1]:

$$f_{TR} = \frac{\Gamma N_I}{c} \frac{N_E v_{cb}}{\Gamma_E} = \frac{\Gamma N_I v_c}{c} = \frac{T_{TR}^*}{T} \equiv \Gamma \frac{v}{v_{st}}. \quad (1)$$

В покоящемся веществе ($\Gamma = 1$) нерелятивистское нормированное значение этой частоты: $f_T = N_I v_c / c = T_T^* / T \equiv v / v_{st}$ тождественно отношению частоты ν излучения³, характерной для этого внутриатомного процесса и соответствующей конкретному термодинамическому состоянию вещества, к стандартной в мире людей единичной частоте $\nu_{st} = 1c^{-1}$. Здесь: $T_{TR}^* = \Gamma T_T^*$ и T_T^* – релятивистское и нерелятивистское значения температуры, в термодинамической собственной СО конкретного вещества, к которой можно перейти после преобразования шкалы времени и пространственного масштаба; $\Gamma = (1 - v^2 / v_c^2)^{-1/2} = U_R^* / U$ – параметр,

³ Эта характерная частота, находящаяся в пределах диапазона частот эмиссионного излучения, может и не совпадать ни с одной из частот дискретного спектра излучения, а лишь должна характеризовать общую тенденцию красного смещения этого спектра в адиабатных процессах.

характеризующий, как релятивистское замедление протекания физических процессов в веществе, движущемся со скоростью⁴ v в СО наблюдателя, так и релятивистское ускорение протекания этих же процессов непосредственно в точках пространства наблюдателя, в которых это вещество находится в состоянии движения [6, 7]; U_R^* и $U = U_h + U_0$ – соответственно гамильтониан и квантовое собственное значение полной внутренней энергии одного моля движущегося вещества [6, 7]; U_h – тепловая внутренняя энергия одного моля вещества в его квантовой собственной СО; U_0 – нетепловая внутренняя энергия одного моля вещества, являющаяся суммой энергий покоя всех содержащихся в нем молекул и одинаковая в пределах всего однородного вещества ($dU_0 = 0$); $v_{cb} = v_c \Gamma_E / N_E$ – скорость света в веществе в фоновом⁵ псевдоевклидовом пространстве Минковского [8]. Внешний параметр Γ_E характеризует принципиально ненаблюдаемое в мире людей релятивистское замедление протекания физических процессов в веществе, движущемся в этом фоновом пространстве. Внешний для мира людей масштабный фактор $N_E = l_{st} / l_{stb}$ характеризует отличие стандартного расстояния $l_{st} = c / v_{st}$, пробегаемого излучением в метрически однородном (равномерном) собственном римановом пространстве вещества, от соответствующего ему локального значения стандартного расстояния l_{stb} в неравномерном евклидовом фоновом пространстве. Внутренний же масштабный (пространственный) фактор $N_I = l_{st} / \langle l \rangle$ характеризует отличие среднестатистического расстояния взаимодействия $\langle l \rangle \equiv \lambda = v_c / \nu$ в атомах конкретного вещества от стандартного расстояния l_{st} в мире людей.

В соответствии с результатами, полученными в работах [1, 3, 4], внешний масштабный фактор N_E , как и скорость света в веществе v_c , является функцией только от термодинамических параметров вещества и может лишь калибровочно преобразовываться в фоновом мировом пространстве. И, следовательно, при пространственной однородности термодинамического состояния вещества его значение одинаково во всем пространстве, занимаемом этим веществом. Поэтому кривизна собственного пространства вещества является не причиной, а следствием пространственной неоднородности термодинамического состояния вещества. Это соответствует одному из основных принципов ОТО, согласно которому метрика пространства формируется находящимся в нем веществом. На возможность, как принципиальной ненаблюдаемости в мире людей деформации вещества, происходящей на уровне элементарных частиц, так и возникновения вследствие этого кривизны собственного пространства наблюдателя Пуанкаре указал задолго до создания ОТО [9, 10]. Именно, такую деформацию вещества и заполненного им пространства, при которой не наблюдается пространственно неоднородная деформация масштаба, Вейль и назвал калибровочной [11, 12].

⁴ Скорость движения любого, как микро-, так и макрообъекта может превышать истинное значение скорости света в окружающей его среде лишь в случае возникновения в его ближайшей окрестности локальной физической неоднородности пространства, обеспечивающей неперевышение единицы интенсивностью его движения ($v/v_c < 1$). Такие сопутствующие чрезвычайно быстро движущимся объектам локальные физические неоднородности пространства наблюдателя могут условно рассматриваться как локальные нарушения целостности идеального пространственно-временного континуума наблюдателя. Однако правильнее все же их рассматривать как локальные деформации реального континуума, сопровождающиеся возникновением сопутствующей объекту локальной кривизны пространства-времени. Это хорошо согласуется с принятой в ОТО концепцией формирования метрики пространства-времени находящимся в нем веществом. Такое чрезвычайно быстрое движение тормозится окружающей средой и сопровождается возникновением релятивистского излучения Вавилова–Черенкова.

⁵ Фоновое псевдоевклидово мировое пространство может быть сопоставлено любому риманову пространству [8]. Однако существует и особое фоновое мировое пространство, которое соответствует сопутствующей Вселенной СО и в котором реликтовое излучение изотропно. В образующем это четырехмерное пространство трехмерном фоновом пространстве покоится принципиально не увлекаемый движением физический вакуум. Это позволяет его рассматривать как фундаментальное фоновое пространство Минковского.

Согласно (1), контравариантное нормированное значение частоты внутриатомного взаимодействия f_{TR} , в отличие от определяемого через постоянную Вина b_v ковариантного среднестатистического нормированного значения частоты межмолекулярного взаимодействия $f_{TR}^* = \nu_{\max} / \Gamma \nu_{st} = c / \Gamma \lambda_{\max} \nu_{st} = Tc / \Gamma b_v \nu_{st} = T / T_{TR}$, не пропорционально⁶, а обратно пропорционально абсолютной температуре T вещества. Это, как раз, и соответствует красному смещению спектра эмиссионного излучения в термодинамических собственных СО вещества при повышении в нем температуры.

Преобразованием пространственно-временных координат можно всегда перейти от квантовой собственной СО вещества к его термодинамической собственной СО. В то время как в квантовой собственной СО вещества⁷ калибровочно инвариантным и, следовательно, принципиально неизменным является истинное значение скорости света, в этой СО принципиально неизменной и, следовательно, независимой ни от каких термодинамических параметров вещества является температура $T_T^* = f_T T$, рассматриваемая здесь как термоковариантное значение абсолютной температуры. При переходе к этой СО мультипликативно преобразуется не только температура вещества, но и внутреннее давление $p_T^* = f_T p = p T_T^* / T$, а также и все другие его интенсивные термодинамические параметры: $A_{iT}^* = f_T A_i = A_i T_T^* / T$ и термодинамические потенциалы и, в том числе, энтальпия $H_T^* = f_T H$ и внутренняя энергия $U_T^* = f_T U$. Из-за использования в этой СО в качестве эталона длины среднестатистического расстояния взаимодействия $\langle l \rangle$ элементарных частиц вещества молярный объем этого вещества $V_T^* = V N_I^{-3}$, а также и все другие его масштабируемые экстенсивные термодинамические параметры a_{iT}^* тоже преобразуются⁸. Однако, как и в случае релятивистских преобразований [6, 7], в дифференциальных уравнениях термодинамического состояния вещества напрямую⁹ могут использоваться лишь не масштабированные значения молярного объема и всех других экстенсивных параметров:

$$dH_T^* = T_T^* dS + V dp_T^* + \sum_{i=2}^n a_i dA_{iT}^* + U_T^* d(\ln N_I \nu_c), \quad (2)$$

$$dU_T^* = T_T^* dS - p_T^* dV - \sum_{i=2}^n A_{iT}^* da_i - dW_T^*. \quad (3)$$

Здесь: $dW_T^* = -U_T^* d(\ln N_I \nu_c) = dA_T^* - \delta Q_T^*$ – приращение высвобождаемой энергии гравитационной связи, передаваемой нижними слоями верхним слоям вещества или же всем веществом упругой (не абсолютно жесткой) оболочке замкнутого резервуара; $dA_T^* = U_T^* d \ln \nu_c$ – элементарная работа, совершаемая компенсирующими гравитационные псевдосилы¹⁰

⁶ Длина волны максимума интенсивности теплового излучения $\lambda_{\max}$ при повышении температуры смещается, наоборот, в синюю область длин волн излучения.

⁷ Как собственные, так и редуцированные (приведенные к стандартным термобарическим условиям в мире людей) квантовые собственные СО наблюдаемого вещества следует отличать от квантовой собственной СО окружающей наблюдателя среды, течению квантового времени которой пропорционален темп хода сопутствующих наблюдателю часов. При перемещении наблюдателя скорость света в этой СО окружающей наблюдателя среды является калибровочно неизменной лишь в точках дислокации его часов и при этом изменяется в других точках пространства.

⁸ При использовании в преобразовании пространственных координат $N_I' = l_{st} V^{-1/3}$ можно перейти к нежесткой СО, сопутствующей расширяющемуся веществу. Эта СО интересна тем, что соответствует сопутствующей Вселенной СО в далеком космологическом прошлом, когда газообразное вещество равномерно заполняло все ее бесконечное пространство.

⁹ То есть без привлечения обратного преобразования.

¹⁰ В процессе свободного падения тела в гравитационном поле его полная энергия сохраняется и, следовательно, работа по его перемещению никакими силами не выполняется. Поэтому не совершающие работу фиктивные

силами в процессе медленного (квазиравновесного) подъема вещества или же в процессе деформирования оболочки резервуара сжимаемым газом; $\delta Q_T^* = U_T^* d \ln N_I$ – тепло, отдаваемое верхними слоями нижним слоям вещества или же оболочкой резервуара всему веществу в качестве компенсации¹¹ за выполняемую ими работу. Следовательно, в процессе повышения давления в резервуаре с газом на запасание энергии в деформируемой его оболочке используется не вся работа, выполняемая посредством сжимаемого газа ($dV < 0$), а лишь полезная ее часть: $dA_{Teff}^* = dA_T^* - \delta Q_T^*$. Это соответствует устанавливаемой вторым началом термодинамики принципиальной недостижимостью предельного значения коэффициента полезного действия в неадиабатных процессах и указывает на роль внутреннего масштабного фактора в реализации этой недостижимости. Поэтому, даже быстро¹² поднимаемое в поле тяготения реальное не абсолютно теплоизолированное тело принципиально должно остывать, отдавая свою теплоту выполняющему работу средству в качестве компенсации за эту работу. При этом убыль части этой теплоты (δQ_T^*), определяемая разностью энергий квантов тепла в СО выполняющего работу средства и в СО поднимаемого им тела, в квантовых собственных СО вещества регистрироваться не будет. В случае же свободного падения тела работа не совершается. И, следовательно, энтропия и зависимый от нее внутренний масштабный фактор вещества этого тела не изменяются, а высвобождаемая энергия внутренних связей его микрообъектов преобразуется лишь в кинетическую энергию тела. Это указывает на необратимость инерциальных гравитермодинамических процессов.

Наличие у каждого вещества в его термодинамической собственной СО собственной метрики пространства не позволяет ввести для всех таких СО единое пространство. Поэтому целесообразным является преобразование лишь временных координат. Если использовать нормированное также и по $N_I v_{cst} / c$ среднестатистическое значение частоты:

$f_g = f_T c / v_{cst} N_I = v_c / v_{cst}$ электромагнитного взаимодействия элементарных частиц вещества, то можно будет перейти от квантовых¹³ собственных СО, в которых время отсчитывается по квантовым часам, к используемым в ОТО гравитермодинамическим СО (GT-CO), в которых, однако, вместо псевдовакуумного значения скорости света используется ее нормированное истинное значение. При нормировании скорости света по ее значению v_{cst} , определяемому для всех веществ в одних и тех же стандартных (нормальных) в мире людей условиях, не только сохраняется единое пространство для всех взаимно неподвижных объектов вещества, имеющего любой химический состав и находящегося в любых термодинамических состояниях, но и обеспечивается введение единого гравитермодинамического времени для любых термодинамических состояний всех веществ а, следовательно, и для всех точек заполненного веществом физически неоднородного пространства. В отличие от темпов

гравитационные силы и принято называть псевдосилами. При равновесном же (квазистатическом) переносе тела в гравитационном поле работу совершают силы противодействия этим псевдосилам.

¹¹ Эта компенсация является следствием наличия соответствующих ей отрицательных обратных связей в веществе. Снижение частоты взаимодействия элементарных частиц вещества, возникающее из-за снижения скорости v_c распространения этого взаимодействия в веществе, частично компенсируется ее повышением вследствие уменьшения расстояния между взаимодействующими частицами, приводящего к увеличению внутреннего масштабного фактора N_I .

¹² В процессе медленного подъема тело отдает свою теплоту, конечно же, и окружающей его среде, принимая при этом ее температуру.

¹³ Квантовые собственные СО вещества можно рассматривать и как гравитационные собственные СО вещества. В них принципиально равно постоянной c не гипотетическое вакуумное, а истинное значение скорости света в веществе и, причем, лишь непосредственно в точке дислокации квантовых часов. В ОТО вместо них, как правило, используются «атмосферные» (псевдовакуумные) собственные СО и ошибочно считается, что вакуумное значение скорости света зависит от напряженности гравитационного поля и равно постоянной c лишь в точке дислокации покоящихся «вакуумных» часов.

течения квантового и термодинамического собственных времен вещества, зависящих от его гравитермодинамического состояния, темп течения этого времени не зависит не только от термодинамических параметров вещества, но и от напряженности гравитационного поля¹⁴. Гравитермодинамическое время используется в ОТО в качестве единого координатного времени [2] для всего физически неоднородного пространства, заполненного этим веществом. Ввиду преобразования лишь времени, при переходе от квантовых собственных СО вещества к GT-CO мира людей преобразуются лишь интенсивные параметры вещества, а его экстенсивные термодинамические параметры остаются неизменными.

Именно в GT-CO и задается в ОТО сохраняемая в инерциальных процессах полная энергия вещества, как покоящихся, так и движущихся объектов $U_{gR}^* = f_{gR}U = f_{gR}c^2m = \Gamma c^2m_g$.

Здесь: $f_{gR} = \Gamma v_c / v_{cst}$ – среднестатистическое нормированное значение частоты взаимодействия элементарных частиц не в сопутствующем веществу пространстве, а в какой-либо фиксированной точке пространства наблюдателя, в которой вещество находится в состоянии движения¹⁵, [6, 7], $m = m_g v_{cst} / v_c$ – стандартное (редуцированное квантовое) значение молярной массы вещества, определяемое в его калибровочно преобразованной квантовой¹⁶ СО по унифицированной (общей для всех веществ лишь в стандартных термобарических условиях) шкале стандартного времени и сохраняющееся в процессе его свободного падения, а $m_g = U_g^* v_{cst}^2 / v_c^2 c^2$ – используемая в классической физике гравитационная масса, определяемая в GT-CO методом уравнивания и, поэтому, эквивалентная его весу. При свободном падении вещества в гравитационном поле $f_{gR} = \text{const}$ и, поэтому, полная энергия вещества сохраняется в процессе всего этого инерциального движения. В GT-CO покоящегося ($\Gamma = 1$) и лишь посредством гравитации самосжавшегося вещества астрономического тела:

$$dU_g^* = T_g^* dS - p_g^* dV + U_g^* d \ln v_c, \quad (4)$$

где: $T_g^* = f_g T = T v_c / v_{cst}$ и $p_g^* = p v_c / v_{cst}$ – ковариантные гравитермодинамические значения его температуры и давления.

Вызванный давлением верхних слоев вещества прирост энергии вещества во внутренних его слоях: $dU_{gV}^* = -p_g^* dV$ ($dV < 0$) частично компенсируется ее гравитационным снижением $dU_{gv_c}^* = U_g^* d \ln v_c$ ($dv_c < 0$). Эта высвобожденная энергия гравитационной связи нижними слоями передается верхним слоям вещества. В закрытой же термодинамической системе, состоящей из находящегося под давлением газа и из содержащего его не абсолютно жесткого резервуара:

$$dU_{gsyst}^* = dU_g^* + dU_{gres}^* = (T_g^* dS - p_g^* dV) + U_g^* d \ln v_c + dU_{gres}^* = T_g^* dS - p_g^* dV = (v_c / v_{cst}) dU. \quad (5)$$

Это имеет место из-за передачи резервуару высвобожденной энергии гравитационной связи молекул и атомов газа в виде приращения потенциальной энергии вещества упруго деформированной оболочки резервуара: $dU_{gres}^* = -U_g^* d \ln v_c$. Таким образом, при условии

¹⁴ Если часы поместить в резервуар, в котором поддерживаются стандартные в мире людей климатические условия, то они смогут отсчитывать, именно, единое гравитермодинамическое время, соответствующее GT-CO мира людей. Для этого они лишь не должны основываться на использовании пространственно неоднородных гравитационной псевдосилы и градиента скорости света в веществе. И, следовательно, задействованные в них физические явления должны быть нечувствительными к изменению напряженности гравитационного поля.

¹⁵ Этот параметр характеризует влияние гравитации не только на механическое движение объектов вещества, но и на протекание в нем любых физических процессов, и в том числе связанных с выполнением и не механической работы.

¹⁶ Темп течения времени в таких калибровочно преобразованных (стандартных) квантовых СО веществ абсолютно не отличается от темпа течения времени в GT-CO лишь при их термодинамических состояниях, соответствующих стандартным термобарическим условиям в мире людей. При других же термодинамических состояниях веществ он лишь пропорционален темпу течения времени в GT-CO.

выполнения закона сохранения гравитермодинамической энергии U_g^* обеспечивается выполнение закона сохранения и внутренней энергии вещества U . И, поэтому, имеется возможность не учитывать в классической термодинамике изменение полной энергии вещества, вызванное изменением скорости света в нем. Если благодаря $dU_{Tres}^* = -U_T^* d \ln(v_c N_I)$ игнорирование изменения сразу двух гравитермодинамических параметров (v_c и N_I) не приводит к несоблюдению закона сохранения внутренней энергии в квантовых собственных СО вещества, то и игнорирование изменения лишь одного из них (N_I), очевидно, не должно привести к несоблюдению закона сохранения энергии U_g^* в GT-SO. Для этого необходимо, чтобы в GT-SO не учитывалась частичная тепловая компенсация выполненной работы по перемещению вещества в поле тяготения, ввиду принципиальной ненаблюдаемости в ней этой компенсации. И, следовательно, чтобы можно было использовать вместо квантовой и термодинамической собственных СО вещества более удобную GT-SO, необходимо, принять соглашение, что эта и некоторые другие физические закономерности просто не проявляются в последней. Тогда ненаблюдаемой в GT-SO будет и убыль теплоты¹⁷ $\delta Q_{Tres}^* = dU_{Tgres}^* = -U_T^* d \ln N_I$ принудительно расширяющейся оболочки резервуара. Возможность установления такого приближенного взаимного соответствия между GT-SO, квантовой и термодинамической собственными СО вещества основана на определении каждого из значений энергии (U_g^* , U и U_T^*) по соответствующим им шкалам времени. В жестких СО переход к использованию любой другой из этих трех шкал времени сопряжен лишь с взаимно пропорциональным преобразованием, как всех интервалов между любыми событиями, так и частот всех регистрируемых излучений. В нежестких же СО могут быть введены соответствующие этим шкалам времени пространственно-временные распределения напряженностей поля псевдодиссипативных сил инерции¹⁸. Распределения этих напряженностей задаются в однородном веществе пространственно-временными распределениями его энтропии а, следовательно, и зависимо от нее внутреннего масштабного фактора. Лишь при учете псевдорассеяния энергии [3] движущихся объектов и выполняется в этих нежестких СО закон сохранения энергии.

3. АДИАБАТНОЕ ПРОСТРАНСТВЕННО НЕОДНОРОДНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА И АДИАБАТНЫЙ ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС РАСШИРЕНИЯ ПЕРВИЧНОГО ВЕЩЕСТВА РАННЕЙ ВСЕЛЕННОЙ

Как показал Толмен [13], при наличии в веществе, удерживаемом в компактном состоянии лишь гравитацией, не только механического, но и теплового равновесия ненормированное по v_{cst} ковариантное гравитермодинамическое значение температуры $\tilde{T}_g^* = T_g^* v_{cst} / c = T v_c / c$ одинаково в пределах всего этого вещества. А, следовательно, одинаковой¹⁹ в его пределах является и частота теплового излучения, на которой достигается максимум спектральной плотности интенсивности этого излучения: $\nu_{max} = \tilde{T}_g^* c^2 / v_{ce} b_v = T_e c / b_v$, где: v_{ce} и T_e – значения на внешней поверхности вещества соответственно скорости света и температуры. Из пропорциональности этой частоты гравитермодинамической температуре следует независимость

¹⁷ Эта убыль тплоты происходит за счет уменьшения не внутренней, а внешней тепловой энергии [23] вещества расширяющейся оболочки в процессе происходящего при этом квазиравновесного перемещения его.

¹⁸ В нежестких СО псевдодиссипативные силы инерции пропорциональны импульсам объектов и присутствуют в них наряду с пропорциональными гамильтонианам объектов гравидинамическими псевдосилами инерции устранимого гравитационного поля [3].

¹⁹ Вызываемое повышением температуры синее смещение этой длины волны полностью компенсируется ее красным смещением, вызываемым уменьшением скорости света в веществе.

соответствующей ей длины волны: $\lambda_{\max} = c / \nu_{\max} = b_v / T_e$ теплового излучения от равновесного распределения температуры внутри вещества.

Из-за наличия механического равновесия градиент внутреннего давления в этом веществе является стационарным и компенсирует градиенты давлений псевдосил, соответствующих гравитационному и другим пространственно неоднородным физическим полями. А так как скорости протекания в веществе любых физических процессов, связанных с выполнением, как механической, так и не механических работ, а, следовательно, и все интенсивные параметры вещества зависят от внутреннего давления в нем, то условие наличия в веществе равновесия протекания всех физических процессов может быть представлено в следующем виде:

$$dp = - \left[\sigma \left(\frac{\partial \ln \tilde{f}_g}{\partial p} \right)_S + \frac{1}{V} \sum_{i=2}^n a_i \left(\frac{\partial A_i}{\partial p} \right)_S \right] dp, \quad (6)$$

где: $\tilde{f}_g = f_g \nu_{cst} / c = \nu_c / c$, а: $\sigma = H / V$ – плотность энтальпии.

В ОТО, рассматривающей деформирование собственного пространственно-временного континуума (ПВК) вещества под действием только гравитационного поля, особо выделяется лишь гравитационная псевдосила, которой противопоставляется результирующая сила всех остальных сил и псевдосил. В виду этого выражение (6) рассмотрим в другом виде:

$$-U_g^* \left(\frac{\partial \ln \tilde{f}_g}{\partial p_g^*} \right)_S dp_g^* = \left[V + \sum_{i=2}^n a_i \left(\frac{\partial A_{ig}^*}{\partial p_g^*} \right)_S \right] dp_g^* = \tilde{V} dp_g^*, \quad (7)$$

где: $A_{ig}^* = f_g A_i = (\nu_c / \nu_{cst}) A_i$.

Согласно (7), в равновесном состоянии вещества пространственные распределения температуры $T = T_g^* / f_g = T_g^* \Gamma_{pg} \prod_{i=2}^n \Gamma_{ig}$ и потенциалов $\ln \Gamma_{pg}$, $\ln \Gamma_{ig}$ определяются пространственными распределениями в нем не только внутреннего давления и молярного объема: $d \ln \Gamma_{pg} = -(V / U_g^*) dp_g^*$, а и всех других интенсивных и экстенсивных параметров: $d \ln \Gamma_{ig} = -(a_i / U_g^*) dA_{ig}^*$. Поэтому в уравнениях обобщенного гравитационного (гравитермодинамического) поля²⁰ обязательно должны учитываться все термодинамические параметры, отражающие наличие в веществе соответствующих им межуатомных, межмолекулярных и всех других связей и взаимодействий, а также воздействие на вещество внешних электрического и магнитного полей. При этом электрический скалярный и магнитный динамический потенциалы, как и другие потенциалы, соответствующие иным параметрам интенсивных и экстенсивных термодинамических параметров, можно рассматривать как компоненты обобщенного гравидинамического потенциала²¹ вещества. Потенциальная энергия

²⁰ Самоорганизация, как пространственно неоднородных равновесных или же квазиравновесных термодинамических состояний гравитационно-связанного вещества, так и соответствующих им жестких или же нежестких ПВК вещества определяется не только ответственными за механическое движение, а и всеми другими экстенсивными и интенсивными термодинамическими (макроскопическими) параметрами вещества. Это неизбежно приводит к необходимости надлежащего обобщения не только термодинамики, но и ОТО (или же любой другой макроскопической теории тяготения, основывающейся на статистических закономерностях). Однако такое обобщение не должно быть чрезмерно абстрактным и отвлеченным от физической реальности, как это к сожалению имеет место в некоторых наивных обобщениях термодинамики (А.И. Вейник и др.). Оно должно исходить, прежде всего, из того, что собственное метрическое пространство и собственное время вещества являются формами существования, а не специфическими свойствами его. А именно, из того, что они являются сформированными гравитационно-связанным веществом соответственно средой и средством для метрического упорядочивания мировых координат событий в нем.

²¹ В процессе изменения электрического заряда вещества изменяется не только его молярный объем, но и метрический тензор, как его собственного ПВК, так и занимаемого им участка ПВК внешнего наблюдателя. Эйнштейн и другие физики пытались описать электромагнитные свойства вещества с помощью дополнительного пространственного измерения. И они при этом даже и не подозревали о том, что уже известные уравнения ОТО

этих полей, как и потенциальная энергия гравитационного поля, содержится непосредственно в самом веществе, а не является чем-то сторонним для него²².

В простейшем случае, когда все интенсивные термодинамические параметры вещества пропорциональны внутреннему давлению ($A_i = k_{ip} p$): $(\partial A_i / \partial p)_S = k_{ip}$, а $(\partial A_i / \partial S)_p = 0$, где $k_{ip} = \text{const}$. И поэтому использование вместо метрического значения V эффективного значения $\check{V}$ молярного объема не нарушает термодинамических тождеств. А при использовании в уравнениях ОТО эффективных значений плотностей массы $\check{\mu} = U / c^2 \check{V} = m / \check{V}$ и энтальпии $\check{\sigma} = H / \check{V} = p + c^2 \check{\mu}$ оно приводит лишь к калибровочному преобразованию этих уравнений и не нарушает их ковариантности относительно каких-либо других преобразований пространственно-временных координат. Поэтому после решения уравнений термодинамики и ОТО в пространственно-временных координатах, соответствующих эффективным значениям термодинамических параметров вещества, всегда можно будет перейти и к истинным пространственно-временным координатам вещества и определить элементы метрического тензора ПВК вещества уже, именно, в этих координатах.

Эффективное значение $\check{V}$ молярного объема может быть выражено через V квазилинейной зависимостью:

$$\check{V} = V + \sum_{i=2}^n a_i \left(\frac{\partial A_i}{\partial p} \right)_S = [1 + \gamma(S)][V - \beta(V, S)], \quad (8)$$

где параметр: $\beta(V, S) = [V\gamma(S) - \sum_{i=2}^n a_i k_{ip}] / [1 + \gamma(S)]$ может быть тождественным поправке на молярный объем, используемой в уравнениях термического состояния реальных газов. Эта поправка, как правило, лишь несущественно зависит от термодинамических параметров вещества и, поэтому, в приближенном уравнении его термического состояния принимается равной индивидуальной константе этого вещества.

Согласно (7), приращение гравитермодинамической энтальпии $H_g^* = f_g H = (v_c / v_{cst}) H$ определяется приращением лишь энтропии вещества:

$$dH_g^* = \left[T_g^* + \sum_{i=2}^n a_i \left(\partial A_{ig}^* / \partial S \right)_{p_g^*, A_{jg}^*} \right] dS + U_g^* \left(\partial \ln \tilde{f}_g / \partial S \right)_{p_g^*, A_{jg}^*} dS = \hat{T}_g^*(S) dS, \quad (9)$$

где: $\hat{T}_g^*(S)$ – гравитермодинамическая псевдотемпература [4]. И, следовательно, как не приведенное $\tilde{H}_g^* = H \tilde{f}_g = H v_c / c$, так и приведенное $H_g^* = \tilde{H}_g^* c / v_{cst}$ к единой шкале времени GT-CO значения гравитермодинамической энтальпии однородного вещества, принципиально достигающего механического и теплового равновесий в свободном состоянии, являются функциями только лишь от энтропии.

Так как абсолютная неизменность температуры имеет место лишь в термодинамических собственных СО вещества, то, как температура T_g^* , так и внутренний масштабный фактор $N_I = T_T^* / T_g^*$ должны зависеть от какого-либо термодинамического параметра. И этим параметром может быть лишь энтропия, значение которой при тепловом равновесии должно

принципиально позволяют описывать не только гравитационное, но и все иные физические поля и, причем непосредственно в четырехмерном ПВК вещества.

²² Свободное движение электрически заряженного или же магнитно поляризованного вещества соответственно в электрическом и в магнитном стационарных (постоянных) полях тоже может рассматриваться как инерциальное движение. Такое самодвижение вещества является аналогичным его свободному падению в поле тяготения. И оно возможно лишь при отсутствии электромагнитного взаимодействия вещества движущегося тела с веществом других тел. Однако, высвобождаемая в этих полях энергия внутренних связей микрообъектов вещества не только преобразуется в его кинетическую энергию, но и может рассеиваться в окружающем пространстве в виде испускаемого им электромагнитного излучения.

быть одинаковым в пределах всего вещества. Только лишь в этом случае и возможно совместное выполнение условия механического равновесия (6) и условия теплового равновесия Толмена для вещества, находящегося в пространственно неоднородном равновесном состоянии. У такого вещества, самоорганизовавшего свое адиабатное пространственно неоднородное равновесное состояние, зависимой лишь от энтропии является и удельная теплоемкость, определяемая при постоянных значениях давления и всех других интенсивных параметров.

Поэтому, зная зависимость теплоемкости c_{p,A_i} этого вещества от его энтропии и адиабатную зависимость его температуры от давления и других интенсивных параметров, можно определить все термодинамические параметры и характеристики такого вещества:

$$T = T_s(p, A_i) \exp \int_0^S \frac{dS}{c_{p,A_i}(S)} = \eta(S) \cdot T_s(p, A_i), \quad (10)$$

$$\begin{aligned} H &= H_s(p, A_i) + T_s(p, A_i) \int_0^S \left[\exp \int_0^S \frac{dS}{c_{p,A_i}(S)} \right] dS = T_s(p, A_i) \left[\frac{H_g^*}{T_g^*} + \int_0^S \left[\exp \int_0^S \frac{dS}{c_{p,A_i}(S)} \right] dS \right] = \\ &= \xi(S) T_s(p, A_i) = \eta(S) T_s(p, A_i) H_g^*(S) / T_g^*(S), \end{aligned} \quad (11)$$

$$V = \left(\frac{\partial H}{\partial p} \right)_{S,A_i} = \xi(S) \left(\frac{\partial T_s}{\partial p} \right)_{A_i}, \quad (12)$$

$$a_i = \left(\frac{\partial H}{\partial A_i} \right)_{S,p,A_j} = \xi(S) \left(\frac{\partial T_s}{\partial A_i} \right)_{p,A_j}, \quad (13)$$

$$U = \xi(S) \left[T_s - p \left(\frac{\partial T_s}{\partial p} \right)_{A_i} - \sum_{i=2}^n A_i \left(\frac{\partial T_s}{\partial A_i} \right)_{p,A_j} \right], \quad (14)$$

$$c^2 \mu = \left(\frac{\partial p}{\partial T_s} \right)_{A_i} \left[T_s - \sum_{i=2}^n A_i \left(\frac{\partial T_s}{\partial A_i} \right)_{p,A_j} \right] - p, \quad (15)$$

$$\sigma = \frac{T_s}{(\partial T_s / \partial p)_{A_i}}, \quad (16)$$

$$\frac{H_g^*(S)}{T_g^*(S)} = \left[\frac{H_{g0}^*}{T_{g0}^*} + \int_0^S \left(\exp \int_0^S \frac{dS}{c_{p,A_i}(S)} \right) dS \right] \times \exp \left(- \int_0^S \frac{dS}{c_{p,A_i}(S)} \right) = \frac{\xi(S)}{\eta(S)}. \quad (17)$$

Зная же изобарную зависимость от энтропии скорости света в веществе $v_c(S)$, можно определить, как все гравитермодинамические параметры и характеристики этого вещества:

$$H_g^*(S) = H v_c / v_{cst} = T_g^*(S) \xi(S) / \eta(S), \quad (18)$$

$$U_g^* = H_g^* - V p_g^* - \sum_{i=2}^n a_i A_{ig}^*, \quad A_{ig}^* = A_i v_c / v_{cst}, \quad (19)$$

$$T_g^*(S) = \left(\partial H_g^* / \partial S \right)_{p_g^*, A_{ig}^*, f_g} = T f_g = T v_c / v_{cst}, \quad (20)$$

так и его удельную теплоемкость:

$$\frac{1}{c_{p,A_i}(S)} = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial^2 H}{\partial S^2} \right)_{p,A_i} = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial S} \right)_{p,A_i} = \frac{1}{T_g^*} \frac{dT_g^*}{dS}. \quad (21)$$

В процессе остывания первичного вещества, плотно заполнявшего всю Вселенную, тепло принципиально никуда не могло отводиться. Поэтому остывание Вселенной на этом этапе ее эволюции было адиабатным термодинамическим процессом. И, следовательно, изменение энтропии этого первичного вещества могло происходить лишь скачком в процессе перехода его в новые равновесные фазовые состояния. В виду этого эволюционное изменение значений термодинамических параметров и характеристик первичного вещества происходило в космологическом времени подобно пространственному их изменению вдоль градиента потенциала гравитационного поля в веществе, находящемся в состоянии механического и теплового равновесия.

4. АДИАБАТНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЕЩЕСТВА, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ УРАВНЕНИЯМ ОТО

Рассмотрим внутреннее решение Шварцшильда для однородного вещества, находящегося в состоянии теплового равновесия и, поэтому, имеющего жесткую собственную СО. Как в этой сопутствующей веществу СО, так и в сопутствующей Вселенной СО²³, в которой по гипотезе Вейля [2, 14, 15] галактики расширяющейся Вселенной движутся лишь пекулярно, линейный элемент однородного вещества имеет сферически симметричную форму [1, 2, 16]:

$$ds^2 = K^2 dr^2 + r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta \cdot d\varphi^2) - \tilde{f}_g^2 c^2 dt^2 = N_E^2 [dR^2 + R^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta \cdot d\varphi^2) - v_{cb}^2 d\tau^2] = N_E^2 dR^2 + r^2 (R, \tau) \cdot (d\theta^2 + \sin^2 \theta \cdot d\varphi^2) - \tilde{f}_{gb}^2 c^2 d\tau^2 \quad (22)$$

Здесь: $dt = d\tilde{t} / f_g = d\tilde{t} / \tilde{f}_g$, $d\tilde{t} = (c / v_{cst}) d\tilde{t}$ и $d\tilde{t}$ – приращения соответственно единого для всего вещества координатного (гравитермодинамического) времени, а также калибровочно приведенного (редуцированного) и не приведенного к единой шкале в стандартных условиях мира людей путиподобных квантовых времен [1, 3] конкретного объекта вещества; τ – метрически однородное ($d\tau = dt$ при $dr=0$) по отношению к ее координатному времени космологическое время, отсчитываемое в сопутствующей Вселенной СО. Собственное значение радиальной координаты $r(R, \tau)$ определяется в ПВК сопутствующей Вселенной СО по собственному эталону длины в каждой конкретной его мировой точке, задаваемой радиальной координатой R и моментом космологического времени τ . Оно является тождественным радиальной координате Шварцшильда, соответствующей фотометрическому радиусу [1, 3] центрально симметричной сферической поверхности в собственной СО вещества. Значение этого радиуса определяется через площадь S этой сферической поверхности ($r^2 = S/4\pi$) и в непустом пространстве с кривизной может изменяться немонотонно вдоль метрического радиального отрезка $\hat{r}$. Функции $K(r) = \partial \hat{r} / \partial r$ и $\tilde{f}_g(r) = v_c / c$ характеризуют соответственно кривизну и физическую неоднородность [1, 3] собственного пространства вещества. Пространственно неоднородное значение внешнего для мира людей масштабного фактора $N_E(R, \tau) = r / R$ определяет различие евклидовых размеров идентичных пробных тел в разных точках евклидова фонового пространства сопутствующей Вселенной СО и, поэтому, характеризует масштабную (метрическую) неоднородность этого пространства для вещества пробного тела. Нормированное по внутреннему масштабному фактору N_I среднестатистическое значение частоты взаимодействия элементарных частиц $\tilde{f}_{gb}(R, \tau) = v_{cb} N_E / c = \tilde{f}_g \Gamma_E = (\tilde{f}_g^2 + r^2 \Lambda / 3)^{1/2}$ определяет различие темпов протекания идентичных квантовых процессов в веществе в разных точках фонового пространства и,

²³ В фундаментальной СО физического вакуума, в которой условно покоится центр тяжести рассматриваемого вещества.

поэтому, аналогично функции $\tilde{f}_g(r)$, характеризует физическую неоднородность для вещества этого фонового пространства сопутствующей Вселенной СО. Здесь: $\Gamma_E = (1 - v_b^2 / v_{cb}^2)^{-1/2} = (1 + H^2 r^2 / c^2)^{1/2}$ – релятивистское сокращение в сопутствующей Вселенной СО радиальной длины объектов вещества, движущихся в ней с радиальной скоростью Хаббла $v_b = H_0 R = H_0 r / N_E$ к неподвижному центру (к точке инерции) своего самосжатия; $\Lambda = 3H^2 v_c^2 / c^4 = 3H_0^2 / c^2$ – космологическая постоянная уравнений гравитационного поля ОТО; $H = H_0 c / v_c$ и H_0 – значения постоянной Хаббла соответственно по собственным квантовым часам конкретного объекта вещества и по часам, отсчитывающим единое гравитермодинамическое (координатное) время всего вещества.

В сопутствующих веществу мировых точках сопутствующей Вселенной СО ($r = \text{const}$) собственное значение молярного объема вещества, находящегося, как в механическом, так и в тепловом равновесии, не изменяется ($V = \text{const}$), а изменяется лишь его несобственное значение, определяемое в евклидовых координатах фонового пространства:

$$V_b = V_{bk} N_E^3 = V_{bk} \exp[-3H_0(\tau - \tau_k)], \quad (23)$$

где: τ_k – момент космологического времени, в который значение радиальной координаты R объекта вещества в фоновом пространстве откалибровано в соответствии со значением его координаты r в собственном пространстве вещества ($R_k = r$).

В любой же фиксированной точке фонового пространства ($R = \text{const}$), как собственное, так и эффективное нерелятивистское значения молярного объема однородного вещества эволюционно увеличиваются, а относительное их изменение при неизменном фоновом значении молярного объема ($V_b = V_{bk} = \text{const}$) имеет следующий вид [16]:

$$\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial \tau} \right)_R = \frac{1}{\tilde{V}} \left(\frac{\partial \tilde{V}}{\partial \tau} \right)_R = \frac{3}{r} \left(\frac{\partial N_E}{\partial \tau} \right)_R = 3\tilde{f}_{gb} H_0 \frac{K_v \tilde{f}_{gv}}{K \tilde{f}_g} = 3\tilde{f}_{gb} \tilde{H}_e \exp \left(-\frac{\kappa}{2} \int_{r_e}^r \tilde{\sigma} K^2 r dr \right) = \frac{3H_0 K_v \Gamma_E}{K} \quad (24)$$

где: $\tilde{H}_e = H_0 K_v \tilde{f}_{gv} / K_e \tilde{f}_{ge} = H_e K_v / K_e$, ввиду $\tilde{f}_{gv} = 1$ для гипотетического абсолютного вакуума; r_e – радиальная координата внешней поверхности вещества или же поверхности раздела каких-либо двух его агрегатных или же фазовых состояний, на которой имеет место «разрыв» функции $\tilde{f}_g(r)$, связанный с изменением показателя преломления вещества; κ – гравитационная постоянная Эйнштейна. И это проявляется в непрерывном прибытии в данную точку фонового пространства нового вещества, обладающего более большим собственным значением молярного объема, чем у ранее находящегося в ней вещества. В отличие от скорости света скорость относительного изменения внешнего масштабного фактора a , следовательно, и молярного объема вещества принципиально не может изменяться скачком, как на поверхностях раздела его разных фазовых состояний, так и на внешней его поверхности. Поэтому, согласно (24), при «сшивке» решений уравнений ОТО для разных веществ или для разных их агрегатных или же фазовых состояний должно выполняться условие²⁴ $\Gamma'_{Ee} / K'_e = \Gamma_{Ee} / K_e$.

На этапе эволюции однородной Вселенной, когда первичное вещество равномерно заполняло все ее бесконечное пространство, отсутствовали не только гравитационные макрополя ($\partial \tilde{f}_{gb} / \partial R = 0$; $\partial V / \partial R = 0$), но и макродвижения каких-либо отдельных скоплений этого вещества ($v_b = 0$; $\tilde{f}_{gb} = \tilde{f}_g$). Однако, несмотря на это, и тогда имела место зависимость термодинамических параметров первичного вещества от значения космологической постоянной

²⁴ Несмотря на равенство скоростей движения контактирующих сред на поверхности их раздела, интенсивности движения v/v_c этих сред не являются одинаковыми, ввиду неравенства значений скорости света в них. Поэтому не равны друг другу и релятивистские сокращения длины контактирующих сред.

Λ а, следовательно, и от значения постоянной Хаббла. Это следует из уравнений ОТО, в которых $N_E = (V_b / V)^{1/3}$ выражено через V и $V_b = \text{const}(\tau)$:

$$\mathbf{M}_3^3 = \mathbf{M}_2^2 = \mathbf{M}_1^1 = \frac{2/3}{c^2 \tilde{f}_{gb}^2 \tilde{V}} \left[\left(\frac{\partial^2 \tilde{V}}{\partial \tau^2} \right)_R - \frac{1}{2\tilde{V}} \left(\frac{\partial \tilde{V}}{\partial \tau} \right)_R^2 \right] - \frac{2/3}{c^2 \tilde{f}_{gb}^3 \tilde{V}} \left(\frac{\partial \tilde{V}}{\partial \tau} \right)_R \left(\frac{\partial \tilde{f}_{gb}}{\partial \tau} \right)_R - \Lambda = -\kappa p, \quad (25)$$

$$\mathbf{M}_4^4 = \frac{1}{3c^2 \tilde{f}_{gb}^2 \tilde{V}^2} \left(\frac{\partial \tilde{V}}{\partial \tau} \right)_R^2 - \Lambda = \kappa c^2 \tilde{\mu} \quad (26)$$

Уравнение (25) с учетом уравнения (26) сводится к термодинамическому тождеству:

$$-\tilde{V}(\partial \tilde{\mu} / \partial \tilde{V})_S = \tilde{\mu} + p / c^2 \quad (27)$$

Уравнение же (26) определяет скорость относительного увеличения эффективного значения молярного объема первичного вещества в космологическом времени:

$$\frac{1}{\tilde{V}} \left(\frac{\partial \tilde{V}}{\partial \tau} \right)_R = c \tilde{f}_{gb} \sqrt{3(\Lambda + \kappa c^2 \tilde{\mu})} = 3 \tilde{f}_{gb} H_0 \sqrt{1 + \frac{c^2 \tilde{\mu}}{p_\Lambda}}, \quad (28)$$

где: $p_\Lambda = \Lambda / \kappa = 3H_0^2 / \kappa c^2 = p_{\min} / 2$, а $p_{\min}$ – минимальное значение гравитационного давления в сколь угодно сильно разреженном веществе²⁵. Как следует из (28), скорость относительного увеличения эффективного а, следовательно, и собственного значения молярного объема вещества тем меньше, чем меньше собственное значение плотности массы вещества. Это отражает наличие отрицательной обратной связи, обеспечивающей замедление эволюционного возрастания, как эффективного, так и собственного значений молярного объема вещества по мере уменьшения собственного значения плотности его массы.

5. ПРОСТРАНСТВЕННО НЕОДНОРОДНОЕ РАВНОВЕСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕРВИЧНОГО ВЕЩЕСТВА ВСЕЛЕННОЙ

По мере продвижения к центру массивного астрономического тела термодинамические параметры его вещества изменяются так же, как и по мере углубления в космологическое прошлое ранней Вселенной. Собственные значения давления и температуры возрастают, а эффективное и собственное значения молярного объема уменьшается. Поэтому, если при большом давлении в ранней Вселенной первичное ее вещество находилось в нейтронном состоянии, то такое же состояние вещества может быть и в настоящее время. Оно может быть в нейтронных звездах или же, по крайней мере, в нейтронных ядрах очень массивных астрономических тел. Основываясь на этом, и рассмотрим вещество, которое в тепловом равновесии могло находиться не только в ранней Вселенной, но и может в нем находиться и сейчас в своем пространственно неоднородном термодинамическом состоянии. При этом предположим, что это вещество должно быть простейшим и, поэтому, все его интенсивные параметры должны быть прямо пропорциональны внутреннему давлению в нем ($k_{ip} = \text{const}$). При условии неизменности фонового значения молярного объема такого вещества оно должно удовлетворять, как условию (28), так и условию (24). И, следовательно:

$$(K \tilde{f}_g)^{-2} = K_v^{-2} (1 + c^2 \tilde{\mu} / p_\Lambda), \quad (29)$$

а с учетом уравнений гравитационного поля ОТО и термодинамического тождества (27):

²⁵ Так как это минимальное гравитационное давление задается космологической постоянной, то его можно было бы рассматривать и как космологическое давление. Однако в отличие от концепции, принятой в теории ускоренного расширения Вселенной, оно положительно, а не отрицательно.

$$\frac{d \ln(K\tilde{f}_g)}{dr} = -\frac{\kappa c^2(d\tilde{\mu}/dr)}{2(\Lambda + \kappa c^2\tilde{\mu})} = \kappa(p + c^2\tilde{\mu})K^2 r / 2, \quad (30)$$

$$K^2 = -\frac{c^2(d\tilde{\mu}/dr)}{(p + c^2\tilde{\mu})(\Lambda + \kappa c^2\tilde{\mu})r} = \frac{d\tilde{V}/dr}{(\Lambda + \kappa c^2\tilde{\mu})\tilde{V}r}, \quad (31)$$

$$\tilde{f}_g^{-2} = -\frac{c^2}{\Lambda K_v^2 r(p + c^2\tilde{\mu})} \frac{d\tilde{\mu}}{dr} = \frac{1}{\Lambda K_v^2 \tilde{V}r} \frac{d\tilde{V}}{dr}. \quad (32)$$

Из уравнений гравитационного поля следует:

$$\Lambda + \kappa c^2\tilde{\mu} = \frac{1}{\tilde{V}^2 r^2} \frac{d\tilde{V}}{dr} \int_{r_0}^r \tilde{V} dr, \quad (33)$$

где: r_0 – минимальное значение²⁶ радиальной координаты Шварцшильда, при котором $r_0 / K_0^2 = 0$. Отсюда:

$$K^{-2} = \frac{1}{\tilde{V}r} \int_{r_0}^r \tilde{V} dr, \quad (34)$$

$$U = p_\Lambda \tilde{V} \left(\frac{K_v^2}{K^2 \tilde{f}_g^2} - 1 \right) = \frac{1}{\kappa \tilde{V} r^2} \frac{d\tilde{V}}{dr} \int_{r_0}^r \tilde{V} dr - p_\Lambda \tilde{V}. \quad (35)$$

Так как:

$$p = -\left(\frac{\partial U}{\partial \tilde{V}} \right)_s = -\frac{1}{\kappa \tilde{V} r^2} \left(\frac{d\tilde{V}}{dr} \right)^{-1} \frac{d^2 \tilde{V}}{dr^2} \int_{r_0}^r \tilde{V} dr - \frac{1}{\kappa r^2} + \frac{2}{\kappa \tilde{V} r^3} \int_{r_0}^r \tilde{V} dr + \frac{1}{\kappa \tilde{V}^2 r^2} \frac{d\tilde{V}}{dr} \int_{r_0}^r \tilde{V} dr + p_\Lambda, \quad (36)$$

$$\text{то: } \tilde{H}_g^* = (U + p\tilde{V})\tilde{f}_g = \frac{K_v \sqrt{\Lambda \tilde{V}}}{\kappa r^{3/2}} \left(\frac{d\tilde{V}}{dr} \right)^{-3/2} \times \left\{ \int_{r_0}^r \tilde{V} dr \left[\frac{2}{r} \frac{d\tilde{V}}{dr} + \frac{2}{\tilde{V}} \left(\frac{d\tilde{V}}{dr} \right)^2 - \frac{d^2 \tilde{V}}{dr^2} \right] - \tilde{V} \frac{d\tilde{V}}{dr} \right\}. \quad (37)$$

При $r_0 = 0$ уравнение (37) имеет тривиальное аналитическое решение:

$$\tilde{V} = \kappa \tilde{H}_g^* r / K_v \sqrt{\Lambda} = \sqrt{\Lambda / 2} \tilde{H}_g^* r / p_\Lambda, \quad (38)$$

при котором:

$$V - \beta = \frac{\tilde{V}}{1 + \gamma} = \frac{\sqrt{\Lambda / 2} \tilde{H}_g^* r}{(1 + \gamma) p_\Lambda} = \frac{\tilde{H}_g^*}{2(1 + \gamma) \sqrt{p_\Lambda (p - p_\Lambda)}}, \quad (39)$$

$$K^2 = K_v^2 = 2, \quad \tilde{f}_g^2 = \Lambda r^2 = \frac{4 p_\Lambda^2 \tilde{V}^2}{\tilde{H}_g^{*2}} = \frac{2 p_\Lambda \tilde{V}}{H} = \frac{p_\Lambda}{(p - p_\Lambda)}, \quad (40)$$

$$c^2 \tilde{\mu} = 1 / 2 \kappa r^2 - p_\Lambda = p_\Lambda (\tilde{f}_g^{-2} - 1) = \tilde{H}_g^{*2} / 4 p_\Lambda \tilde{V}^2 - p_\Lambda, \quad (41)$$

$$c^2 \mu = \frac{\tilde{H}_g^{*2}}{4 p_\Lambda (1 + \gamma) (V - \beta) V} - p_\Lambda (1 + \gamma) \left(1 - \frac{\beta}{V} \right), \quad (42)$$

²⁶ Не нулевое значение r_0 соответствует радиусу сингулярной поверхности, находящейся в горловине зеркально симметричного собственного пространства полого тела. Эта поверхность отделяет вещество от антивещества и не позволяет им катастрофически аннигилировать в квазарах и в принимаемых за «черные дыры» чрезвычайно массивных полых нейтронных звездах [1, 4].

$$U = \frac{\tilde{H}_g^*}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{2\Lambda r}} - \sqrt{2\Lambda r} \right) = \frac{\tilde{H}_g^{*2}}{4p_\Lambda \tilde{V}} - p_\Lambda \tilde{V} = \frac{\tilde{H}_g^{*2}}{4p_\Lambda (1+\gamma)(V-\beta)} - p_\Lambda (1+\gamma)(V-\beta) =$$

$$= \sqrt{p^2 \tilde{V}^2 - \tilde{H}_g^{*2}} = \tilde{H}_g^* \left[\sqrt{(p-p_\Lambda)/p_\Lambda} - p/2\sqrt{p_\Lambda(p-p_\Lambda)} \right], \quad (43)$$

$$p = 1/2\kappa r^2 + p_\Lambda = c^2 \tilde{\mu} + 2p_\Lambda = p_\Lambda (\tilde{f}_g^{-2} + 1) = (\tilde{H}_g^{*2}/4p_\Lambda)(1+\gamma)^{-2}(V-\beta)^{-2} + p_\Lambda, \quad (44)$$

$$H = \frac{\tilde{H}_g^*}{\sqrt{2\Lambda r}} = \frac{\tilde{H}_g^{*2}}{2p_\Lambda (1+\gamma)(V-\beta)} = \tilde{H}_g^* \sqrt{\frac{(p-p_\Lambda)}{p_\Lambda}}, \quad (45)$$

$$\sum_{i=2}^n a_i A_i = H - U - pV = [\gamma V - (1+\gamma)\beta]p = \left(\frac{1}{2\kappa r^2} + p_\Lambda \right) \left[\frac{\sqrt{\Lambda/2\gamma} \tilde{H}_g^* r}{(1+\gamma)p_\Lambda} - \beta \right], \quad (46)$$

$$T = \frac{\tilde{T}_g^*}{\sqrt{2\Lambda r}} = \frac{\tilde{T}_g^* \tilde{H}_g^*}{2p_\Lambda (1+\gamma)(V-\beta)} = \tilde{T}_g^* \sqrt{\frac{(p-p_\Lambda)}{p_\Lambda}}, \quad (47)$$

$$dH = TdS + Vdp + [\gamma V - (1+\gamma)\beta]dp = \tilde{T}_g^* \sqrt{\frac{(p-p_\Lambda)}{p_\Lambda}} dS + \frac{\tilde{H}_g^*}{2\sqrt{p_\Lambda(p-p_\Lambda)}} dp. \quad (48)$$

$$dU = TdS - pdV - pd[\gamma V - (1+\gamma)\beta] = \frac{\tilde{T}_g^* \tilde{H}_g^*}{p_\Lambda (1+\gamma)(V-\beta)} dS -$$

$$- \left[\tilde{H}_g^{*2} (1+\gamma)^{-2} (V-\beta)^{-2} / 2p_\Lambda + p_\Lambda \right] [(1+\gamma)dV + (V-\beta)d\gamma]$$

Так как: $U = (T/\tilde{T}_g^* - \tilde{T}_g^*/T)\tilde{H}_g^*/2$, а: $c^2 \tilde{\mu} - p = -2p_\Lambda < 0$, то это тривиальное решение соответствует лишь гипотетическому газу лишенных массы покоя частиц антивещества (античастиц)²⁷. Несмотря на это, все же воспользуемся возможностью проведения аналитического исследования свойств этого газа. При снижении до нуля кинетической энергии теплового движения этих частиц внутренняя энергия образуемого ими газа приближается тоже к нулю. Давление же в этом газе становится сугубо гравитационным и, согласно (44), принимает свое минимальное значение $p_{\min} = 2p_\Lambda$. Нулевое значение скорости света в этом газе достигается лишь в центральной точке ($r=0$), а ее максимальное значение²⁸ $v_{c\max} = c$ — на его внешней поверхности с чрезвычайно большим радиусом: $r_{\max} = (2\Lambda)^{-1/2} = 6^{-1/2} c/H_0 \approx (3...6)10^3 \text{ Mnk}$. Существование граничной поверхности с нулевыми значениями энергии частиц этого газа, конечно же, не реально из-за наличия, как внешних гравитационных полей, так и квазиравномерно распределенного во Вселенной чрезвычайно сильно разреженного газа. К тому же в рассмотренном нами решении уравнений термодинамики и гравитационного поля ОТО не учитывалось, как реликтовое излучение, так и излучение от внешних источников, нарушающее тепловое равновесие в данном веществе. Поэтому у реального вещества такая граничная поверхность, конечно же, будет размыта рассмотренными здесь внешними факторами.

Эффективное значение плотности энтальпии $\tilde{\sigma} = 2p_\Lambda \tilde{f}_g^{-2} = p_{\min} / \tilde{f}_g^2$ газа частиц с нулевой массой покоя пропорционально минимальному значению гравитационного давления в нем, а

²⁷ Условие $c^2 \tilde{\mu} - p = 0$ соответствует сингулярной поверхности, отделяющей в полых астрономических телах вещество от антивещества [4], и его выполнение условно «достигается» лишь при бесконечно больших значениях плотности массы предельно остывшего вещества и давления в нем.

²⁸ В собственном квантовом времени газа, покоящегося на внешней поверхности, эта скорость света, конечно же, будет равна постоянной скорости света c .

скорость относительного увеличения эффективного значения его молярного объема $(\partial \ln \tilde{V} / \partial \tau)_R = \sqrt{21/2} H_0$ является не только неизменной в космологическом времени, но и одинаковой во всех точках фонового пространства. И это вызвано, именно, отсутствием массы покоя у частиц такого гипотетического газа. Так как: $\tilde{f}_{gb} = \sqrt{7/6} \tilde{f}_g$, то все частицы этого газа в процессе своего бесконечно долгого движения к центру тяготения претерпевают в сопутствующей Вселенной СО одинаковое релятивистское сокращение длины: $\Gamma_E = \tilde{f}_{gb} / \tilde{f}_g = \sqrt{7/6} \approx 1.08$. Такое принципиально ненаблюдаемое в СО мира людей движение эквивалентно наблюдаемому в ней движению со скоростью, всего лишь в $\sqrt{7}$ раз меньшей скорости света в практическом вакууме. И, следовательно, кривизна собственного пространства этого газа вызвана не только гравитационным, но и релятивистским сокращением размеров его частиц. Из пространственных распределений внешнего масштабного фактора в совпадающие моменты, как космологического времени: $N_{E\tau} = (r / r_{\max})^{1-\sqrt{7/3}} = (T / T_{\min})^{\sqrt{7/3}-1}$, так и собственного времени этого газа: $N_{Et} = (r / r_{\max})^{1-2\sqrt{3/7}} = (T / T_{\min})^{2\sqrt{3/7}-1}$, следует его уменьшение вместе с убыванием температуры, достигающей своего минимального значения $T_{\min} = \tilde{T}_g^*$ на внешней поверхности газа.

Согласно третьему началу термодинамики при стремлении температуры к нулю стремятся к нулю также удельные теплоемкости и энтропия газа. Для того чтобы это гарантированно обеспечивалось, гравитермодинамические параметры и характеристики газа целесообразно выразить через энтропию гиперболическими зависимостями:

$$\tilde{H}_g^* = \tilde{H}_{g0}^* \operatorname{ch} \frac{S}{\tilde{c}}, \quad \tilde{T}_g^* = \frac{\tilde{H}_{g0}^*}{\tilde{c}} \left(1 - \frac{S}{\tilde{c}} \frac{d\tilde{c}}{dS} \right) \operatorname{sh} \frac{S}{\tilde{c}}, \quad (49)$$

$$\frac{1}{c_{p,A_i}} = \left[2 \left(\frac{S}{\tilde{c}} - 1 \right) \frac{d\tilde{c}}{dS} - S \frac{d^2 \tilde{c}}{dS^2} \right] \left(\tilde{c} - S \frac{d\tilde{c}}{dS} \right)^{-1} + \frac{1}{\tilde{c}} \left(1 - \frac{S}{\tilde{c}} \frac{d\tilde{c}}{dS} \right) \operatorname{cth} \frac{S}{\tilde{c}}, \quad (50)$$

$$\frac{1}{c_{V,A_i}} = \frac{1}{c_{p,A_i}} + \frac{\tilde{T}_g^*}{\tilde{H}_g^*} = \frac{1}{c_{p,A_i}} + \frac{1}{\tilde{c}} \left(1 - \frac{S}{\tilde{c}} \frac{d\tilde{c}}{dS} \right) \operatorname{th} \frac{S}{\tilde{c}}, \quad (51)$$

где: $\tilde{c}$ – функция, которая у одноатомного газа лишь слабо зависит от его энтропии и с ее возрастанием постепенно стремится к максимальному значению его удельной теплоемкости c_{p,A_i} .

Уже при $S > 3\tilde{c}$ значения гиперболических тангенса и котангенса мало отличаются от единицы и, поэтому, удельные теплоемкости лишь незначительно отличаются от своих максимальных значений. Это хорошо согласуется со слабой зависимостью от температуры удельных теплоемкостей реальных одноатомных газов. При:

$$\left[\frac{\tilde{H}_g^*}{2\tilde{T}_g^*(1+\gamma)} + \frac{\alpha_p(1+\gamma)p_\Lambda}{\tilde{T}_g^*\tilde{H}_g^*} \right] \exp \left[\frac{\alpha_T(1+\gamma)p_\Lambda}{\Re \tilde{T}_g^*\tilde{H}_g^*} \right] = \Re, \quad (52)$$

что соответствует:

$$\gamma(S) \approx \frac{\tilde{H}_g^*}{2} \left[\frac{\Re \tilde{T}_g^*}{p_\Lambda(\alpha_p + \alpha_T)} - \sqrt{\frac{\Re^2 \tilde{T}_g^{*2}}{p_\Lambda^2(\alpha_p + \alpha_T)^2} - \frac{2}{\Re \tilde{T}_g^*}} \right] - 1 \approx$$

$$\approx \frac{1}{4} \left[\frac{\Re \tilde{H}_{g0}^{*2} \operatorname{sh}(2S/c_m)}{c_m p_\Lambda (\alpha_p + \alpha_T)} - \sqrt{\frac{\Re^2 \tilde{H}_{g0}^{*4} \operatorname{sh}^2(2S/c_m)}{c_m^2 p_\Lambda^2 (\alpha_p + \alpha_T)^2} - \frac{8c_m \operatorname{cth}(S/c_m)}{\Re}} \right] - 1,$$

уравнение термического состояния данного газа имеет следующий вид:

$$(p - p_{\Lambda})(V - \beta) + \frac{\alpha_p}{V - \beta} = \Re T \exp \frac{-\alpha_T}{\Re T(V - \beta)}, \quad (53)$$

где: $\Re$ – молярная газовая постоянная. Принимая во внимание пренебрежительную малость p_{Λ} и незначительное влияние поправки β на поправки, задаваемые коэффициентами α_p и α_T , видим²⁹, что при $\alpha_T = 0$ это уравнение тождественно уравнению Ван-дер-Ваальса. В случае же $\alpha_p = 0$ оно тождественно уравнению Дитеричи, которое не только является наиболее точным уравнением термического состояния одно- и двухатомных газов, но и обеспечивает приемлемое значение для коэффициента сжимаемости реального газа [17]. Однако самым важным является то, что из всех наиболее часто используемых приближенных уравнений термического состояния реальных газов и жидкостей лишь уравнение Дитеричи соответствует условию:

$$\lim_{T \rightarrow 0K} (\partial p / \partial T)_V = \lim_{T \rightarrow 0K} (\partial V / \partial T)_p = 0. \quad (54)$$

То, что уравнения ОТО для пространственно однородных равновесных состояний вещества сводятся к термодинамическим тождествам, не удивительно. Ведь они, как и уравнения термодинамики, основаны на вариационных принципах и, тем самым, отражают наличие не только прямых, но и отрицательных обратных связей между всеми параметрами вещества. Эти отрицательные обратные связи и обеспечивают устойчивость равновесных состояний вещества. И, именно, они то и являются ответственными за соответствие изменений термодинамических параметров вещества принципу Ле Шателье–Брауна.

Тот же факт, что решения уравнений ОТО не только позволяют аналитически выразить энтропию через принципиально измеримые термодинамические параметры вещества, но и обеспечивают возможность получения, именно, эмпирически найденных уравнений термического состояния вещества, является очень важным. Он не только подтверждает фундаментальность уравнений гравитационного поля ОТО, но и указывает на термодинамическую сущность гравитационного поля в веществе. На это же указывает и зависимость всех термодинамических параметров и характеристик рассмотренного здесь газа частиц с нулевой массой покоя, как от гравитационной постоянной, так и от космологической постоянной a , следовательно, и от постоянной Хаббла.

Согласно (52) при произвольном задании функции $\gamma(S)$ рассматриваемый газ может иметь и соответствующие ему произвольные значения удельных теплоемкостей. На самом же деле существуют определенные ограничения на области существования этих термодинамических параметров. При нулевых значениях поправочных коэффициентов и функции $\gamma(S)$ этот газ вырождается, и значение его удельной теплоемкости $c_{p,A_i} = 2\Re$ становится таким же, как и у идеальной нейтронной жидкости [4]. Происходящие при этом скачки значений удельной теплоемкости ($c_p \neq c_{p,A_i}$) и энтропии вызваны качественными изменениями, связанными с «разрывом» всех межуатомных и межмолекулярных связей и взаимодействий в газе ($\sum_{i=2}^n a_i A_i = 0$), за исключением, конечно же, гравитационных. Эти скачки подобны скачку энтропии в парадоксе Гиббса. Кроме того, показатель адиабаты рассматриваемого вырожденного газа частиц, хотя и не зависит от его термодинамических параметров, однако равен 2, а не 5/3, как это имеет место у одноатомных газов. Поэтому атомарному первичному веществу Вселенной должны соответствовать нетривиальное решение (38) уравнения (37) и ненулевое значение $\gamma(S)$.

²⁹ Не исключено, что эти коэффициенты на самом деле являются функциями от энтропии, пренебрежительно мало отличающимися от постоянных значений лишь при $S > 3\tilde{c}$.

В нетривиальном решении, кроме $\tilde{H}_g^*(S)$, в качестве констант интегрирования присутствуют еще две функции от энтропии. Эти функции совместно с $H_g^*(S)$ устанавливают для каждого вещества конкретную зависимость от энтропии его удельной теплоемкости c_{V,a_i} , отличающуюся от (51).

Ввиду ковариантности уравнений термодинамики и ОТО относительно пространственно-временных преобразований, вид зависимостей (31 – 37), взаимно связывающих функции K и $\tilde{f}_g$ линейного элемента ПВК вещества с его термодинамическими параметрами, остается неизменным при замене в этих уравнениях эффективного значения $\tilde{V}$ на действительное значение V молярного объема этого вещества, а его внутреннего давления p на результирующее давление всех сил:

$$p_\Sigma = p + \sum_{i=2}^n A_i \left(\frac{\partial a_i}{\partial V} \right)_S = \frac{1}{\kappa V^2 r^2} \frac{dV}{dr} \int_{r_0}^r V dr - \frac{1}{\kappa V r^2 (dV/dr)} \frac{d^2 V}{dr^2} \int_{r_0}^r V dr - \frac{1}{\kappa r^2} + \frac{2}{\kappa V r^2} \int_{r_0}^r V dr + p_\Lambda, \quad (55)$$

компенсирующихся обобщенной³⁰ гравитационной псевдосилой.

Зная же конкретные адиабатные зависимости температуры от молярного объема $T_S(V)$ для всех фазовых состояний конкретного вещества, в соответствии с (20) и (32) можно и, не решая уравнения (37), определить радиальное пространственное распределение молярного объема такого вещества, находящегося в состоянии, как механического, так и теплового равновесия и при этом соответствующего условию (29):

$$r^2 = r_e^2 + \frac{2}{\Lambda K_v^2} \int_{V_e}^V \tilde{f}_g^2 \frac{dV}{V} = r_e^2 + \frac{2\tilde{T}_g^{*2}}{\Lambda K_v^2} \int_{V_e}^V \frac{dV}{V T_S^2(V)}. \quad (56)$$

Для этого необходимо дополнительно знать лишь величину отношения квадрата гравитермодинамической температуры вещества к космологической постоянной ($\tilde{T}_g^{*2} / \Lambda$) и краевое условие $r_e(V_e)$ для наружной поверхности вещества или же для поверхности раздела каких-либо двух его агрегатных или же фазовых состояний, а и из условий (29) и (34) требуется определить значение K_v . Если же на границе раздела двух фазовых состояний вещества имеет место скачок (перепад) значения его показателя преломления a , следовательно, – и скачок значения скорости света $v_c = c\tilde{f}_g$ в нем, то скачком изменятся и функции K и $\tilde{f}_g$. Непрерывными будут при этом лишь пространственные градиенты этих функций. Это вполне отвечает возможности калибровочного преобразования гравитационных потенциалов. Использование же непрерывности функции $\tilde{f}_g$ при сшивке внутреннего и внешнего решений уравнений гравитационного поля ОТО является следствием ошибочного отождествления координатного значения скорости света v_c с вакуумным значением скорости света v_{cv} . Последнее же, как показано в [4], в отличие от v_c , является одинаковым в пределах всего вещества, находящегося в

³⁰ Обобщенная гравитационная псевдосила, в отличие от рассматриваемой в ОТО сугубо «механической» гравитационной псевдосилы, компенсирует также и силы, условно не относящиеся к механическим силам и, поэтому, выполняющие немеханическую работу. На самом же деле эта работа является «немеханической» лишь для макроскопического восприятия физических процессов. Ведь любые, как текстурные и структурные (химические), так и чисто фазовые преобразования вещества всегда сопровождаются взаимными микроперемещениями или же микродеформациями доменов, агрегатов, молекул, атомов и элементарных частиц. При этом любые физические факторы, вызывающие пространственную неоднородность истинного значения скорости света в веществе, так или же иначе, влияют и на метрику его пространства-времени. Поэтому уравнения обобщенного гравитационного (гравитермодинамического) поля ОТО в общем случае должны учитывать влияние на самоорганизацию пространственно неоднородных состояний вещества a , следовательно, и на метрику его ПВК всех физических факторов без каких-либо исключений. Ограничиться же учетом лишь чисто «механических» факторов можно только лишь при анализе условно свободного движения физических тел в разреженных газовых (псевдовакуумных) средах.

пространственно неоднородном равновесном состоянии. И поэтому никакая функция от него не может быть использована в качестве гравитационного потенциала.

Используя найденное пространственное распределение молярного объема (56) и зависимости (31 – 36) можно определить пространственные распределения и всех других термодинамических параметров и характеристик вещества, находящегося в состоянии механического и теплового равновесий. Однако при этом следует иметь в виду следующее. Во-первых, все известные уравнения термического состояния реальных газов и жидкостей являются весьма приближенными и, в отличие от уравнения Дитеричи, не соответствуют условию (54). Поэтому, чтобы они могли удовлетворять, как этому условию, так и уравнению (37), используемые в них константы необходимо подбирать отдельно для каждого из всех достаточно малых поддиапазонов изменения молярного объема вещества a , тем самым, отдельно и для всех соответствующих им радиальных слоев этого гравитационно связанного вещества. Во-вторых, если вещество впервые самоорганизовалось уже в процессе неадиабатного остывания Вселенной, то для него не требуется выполнение условий (28) и (29). И, поэтому, пространственное распределение значений его молярного объема может и не соответствовать (55). К тому же не любое однородное вещество может достичь теплового равновесия за конечный промежуток времени при отсутствии тепловой изоляции его от окружающей среды. Самоорганизация многоатомных химических соединений, несоответствующих условию $H/T = F(S)$, препятствует неограниченному росту энтропии Вселенной и не позволяет Вселенной достичь состояния тепловой смерти за сколь угодно большой конечный промежуток времени. На это же направлена и самоорганизация пространственно неоднородных квазиравновесных состояний вещества астрономических объектов. Самоорганизация таких квазиравновесных состояний обеспечивает лишь асимптотическое стремление астрономических объектов к тепловому равновесию, условно достижимому лишь в бесконечно далеком будущем.

6. ГРАВИТЕРМОДИНАМИЧЕСКИ ВЫРОЖДЕННЫЕ ГАЗЫ ЧАСТИЦ

Не исключено, что строгое выполнение условия $H/T = F(S)$ принципиально возможно лишь для гипотетического идеального газа ($H/T = 5R/2 = \text{const}$), а так же для «смектических» текстур, образуемых спиральными «расслоениями» трехмерного пространства на двумерные компактифицированные «подпространства». Эти «расслоения» принципиально неизбежны при «замораживании» одной из трех степеней свободы одноатомных молекул, как это имеет место у нейтронной «жидкости»³¹ ($c_p = 2, c_v = 1$) [4] и при $\gamma(S) = 0$ у гравитермодинамически вырожденных³² (ГТ-вырожденных) газов нейтронов и антинейтронов, соответствующих нетривиальным решениям уравнения (37). Ведь достижение за конечный промежуток времени абсолютного теплового равновесия в предельно остывшем и удерживаемом лишь гравитацией веществе (антивеществе) равносильно достижению им «сверхстабильности». Такая же

³¹ Между нейтронами принципиально не могут возникнуть связи, характерные для структурных элементов жидкостей и твердых тел, ни при сколь угодно большой плотности нейтронного вещества и ни при сколь угодно низкой температуре его. Поэтому рассмотрение нейтронного вещества в жидком агрегатном состоянии (в виде сверхтекучей нейтронной жидкости, как это принято в теории нейтронных звезд) является лишь сугубо условным. Следует также отметить, что условие $c^2\mu - p = \text{const}$, полученное в [4] для идеальной нейтронной «жидкости», строго соответствует условию $K_e \tilde{f}_{ge} = 1$ и, ввиду отказа от последнего, на ГТ-вырожденные газы нейтронов и антинейтронов оно не распространяется.

³² При низких значениях температуры ГТ-вырождение, заключающееся в «замораживании» одной из степеней свободы частиц газа, будет сопровождаться и квантовомеханическим вырождением газа. Однако ввиду предположения об однородности газа в пределах всего занимаемого им объема, возможность квантовомеханического вырождения гипотетических газов здесь не будет учитываться. При рассмотрении же реальных газов будет предполагаться проведение анализа их свойств лишь в пределах определенных однородных фазовых состояний этих газов.

«сверхстабильность», как показал Эренфест [18 – 20], может иметь место лишь в двумерных пространствах.

Так как аналитическое решение уравнения (37) для GT-вырожденного газа нейтронов нам не удалось получить, то придется ограничиться рассмотрением лишь подобного ему вырожденного газа частиц с нулевой массой покоя. При распространении излучения вдоль концентрических сферических поверхностей «подпространств» GT-вырожденного газа этих частиц «действующие» на его энергию гравитационная псевдосила:

$$F_{(cg)g}^* = -U_{(c)g}^* d \ln f_g / d\tilde{r} = -(U_{(c)g}^* / K) d \ln \tilde{f}_g / dr = -U_{(c)g}^* / \sqrt{2}r$$

и центробежная псевдосила инерции $F_{(cf)g}^* = P_{(c)g}^* \omega_c / K = U_{(c)g}^* / \sqrt{2}r$ взаимно компенсируются, где: $U_{(c)g}^*$, $P_{(c)g}^* = U_{(c)g}^* / v_c$ и $\omega_c = v_c / r$ – соответственно энергия, импульс и угловая скорость распространения фотона в GT-СО. Это не позволяет, как переносящим взаимодействие виртуальным фотонам, так и свободному излучению покинуть «подпространство», в котором они зародились. Очевидно, такое центрально симметричное «расслоение» является вырождением более сложных «смектических» текстур³³ газов нейтронов или антинейтронов. Это вырождение подобно вырождению «бегущих» спиральных волн в концентрические волны пейсмейкеров [21], и имеет место из-за нулевого значения массы покоя частиц, образующих такой вырожденный газ.

Таким образом, принимать пространственно неоднородные предельные равновесные состояния, возможно, могут лишь вырожденные, а не реальные неизолированные газы. Однако не исключено также и то, что условию $H/T = F(S)$ соответствует лишь обобщенная температура, подобная релятивистским температурам Планка и Отта [6 – 7], а регистрируемой термометрами температурой на самом деле является температура, названная здесь псевдотемпературой. Ведь наличие дополнительных интенсивных и экстенсивных параметров, отвечающих за конкретные связи и взаимодействия в веществе, обычно игнорируется. Обычно, учитывают дополнительные термодинамические параметры, соответствующие выполнению лишь немеханических работ, и тем самым, работы по преодолению псевдосил электрического, магнитного и других внутренних полей относят к работе по преодолению внутреннего давления в веществе.

7. ВОЗМОЖНЫЙ «МЕХАНИЗМ» ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЕЩЕСТВО И ВОЗМОЖНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ

Принципиально не совершающие работу псевдосилы тяготения вынуждают систему, состоящую из вещества формирующего гравитационное поле тела и из вещества свободно падающего тела, прийти в новое равновесное термодинамическое состояние с минимумом гравитермодинамической энтальпии.

В процессе быстрого вывода стационарной термодинамической системы из равновесного термодинамического состояния в образующем ее веществе возникают нестабильные пространственно-временные распределения его термодинамических параметров а, следовательно, возникает и задаваемое ими неустойчивое пространственно-временное распределение значения скорости света в этом веществе. То есть в веществе дополнительно к стабильному внешнему гравитационному полю самонаводится нестабильное собственное гравитационное поле, характеризующее неравновесность термодинамического состояния вещества и «вынуждающее» все это гравитационно связанное вещество самогравитировать с целью достижения им минимума интегрального значения гравитермодинамической энтальпии. Именно, гравитермодинамические

³³ Не исключено, что возможность образовывать нейтронами различные хаотические текстуры, подобные текстурам смектических жидких кристаллов, все же позволяет различать в газе нейтронов определенные фазовые его состояния. Эти фазовые состояния и соответствующие им текстуры в реальных газах нуклонов будут определяться не только их пространственно неоднородными термодинамическими состояниями, но и процентным содержанием в них различных примесей. Как это, например, имеет место в нейтронных звездах, нейтронное вещество которых содержит также протоны и обогащенные нейтронами атомные ядра.

псевдосилы результирующего гравитационного поля и вынуждают термодинамическую систему снова прийти в равновесное состояние, а ее вещество самоизбавиться от нестабильных компонент потенциала собственного гравитационного поля. И это, конечно же, будет иметь место и при гипотетическом отсутствии внешнего гравитационного поля.

Как видим, и в первом и во втором случае действует один и тот же физический «механизм», обусловленный наличием пространственной неоднородности термодинамических параметров материи а, следовательно, и наличием физической неоднородности заполненного ею пространства. И этой материей может быть сколь угодно сильно разреженный газ космического вакуума, дополнительно содержащий в себе пылевидное некогерентное вещество и фотоны электромагнитного излучения и в том числе фотоны и реликтового фонового излучения. По теореме Нётер [22] в неоднородном пространстве должно иметь место несохранение импульса вещества а, следовательно, и возникновение гравитационных псевдосил. Однако, теорема Нётер лишь феноменологически объясняет рассматриваемое здесь явление, не указывая конкретного «механизма», обеспечивающего физическую реализацию несохранения импульса вещества в физически неоднородном пространстве. Этот «механизм» проявляется в процессе электромагнитного и других взаимодействий между молекулами, атомами и элементарными частицами вещества, осуществляемых виртуальными квазичастицами (фотонами) и частицами (π -мезонами и др.). Так как импульсы виртуальных квазичастиц и частиц обратно пропорциональны значению скорости света v_c , то в физически неоднородном пространстве ($v_c \neq \text{const}(x, y, z)$) они, конечно же, не будут сохраняться. Поэтому, в процессе взаимодействий имеет место постепенное накапливание импульса в веществе. И это происходит, как из-за прироста импульсов виртуальных квазичастиц и частиц, распространяющихся из точек с большим значением v_c в точки с меньшим значением v_c , так и из-за убыли импульсов виртуальных квазичастиц и частиц, распространяющихся из точек с меньшим значением v_c в точки с большим значением v_c . Таким образом, благодаря непрерывности взаимодействий своих структурных элементов вещество само увеличивает скорость своего движения вдоль градиента потенциалов гравитационного поля. Поэтому то свободное падение тела и рассматривается в ОТО как инерциальное движение. Инерция же вещества обусловлена дискретным (квантовым) изменением импульсов его структурных элементов и вызвана конечностью скорости распространения взаимодействия а, следовательно, и частоты взаимодействия этих структурных элементов [3, 23].

По этой же причине благодаря воздействию на нижние слои верхних слоев вещества гравитационное давление увеличивается по мере приближения к центру тяготения. А вот из-за чего в пространстве (которое необоснованно считают абсолютно пустым) зависящее от давления значение скорости света, наоборот, уменьшается по мере приближения к центру тяготения, следует, все же выяснить. В соответствии со спирально-волновой теорией элементарных частиц [1, 5] пространство Вселенной не пустое, а заполнено набегающими на вещество с частотой де Бройля коллективизированными витками спиральных волн его элементарных частиц. Каждый из этих витков переносит квант действия и соответствует конкретному коллективному пространственно-временному состоянию охваченного им вещества. Поэтому эти витки распространяются со скоростью распространения фронтов собственного времени вещества, эволюционно самосжимающегося в сопутствующей Вселенной СО. Эти коллективизированные витки, как и индивидуальные витки спиральных волн элементарных частиц, являются солитоноподобными пространственно-временными модуляциями значений диэлектрической ε и магнитной μ проницаемостей физического вакуума. Они образуют в собственных СО объектов вещества стоячие фазовые волны и не переносят энергию³⁴. Энергию переносят лишь наложенные

³⁴ Эти спиральные фазовые волны следует отличать от наложенных на них низкочастотных волн, как электромагнитных, так и гравитационных фазовых [23]. Последние тоже распространяются со сверхсветовой скоростью и не переносят энергию, однако, в отличие от первых, могут быть зарегистрированы. Это, например, гравитационные волны, вызывающие суточные колебания уровня моря в виде приливов и отливов. Так как такие

на них низкочастотные колебания значений электрической и магнитной напряженностей. Из-за своей чрезвычайно высокой частоты фазовые волны пространственно-временной модуляции проницаемостей физического вакуума в СО вещества воспринимаются лишь как чередование квантовых изменений коллективного пространственно-временного состояния вещества, происходящих одновременно во всем его собственном пространстве. Это хорошо согласуется с мгновенным взаимным координированием изменений квантовомеханических характеристик предварительно коррелированных, как фотонов, так и элементарных частиц в парадоксе Эйнштейна-Подольского-Розена [24]. Именно, постепенное возрастание густоты этих фазовых волн по мере приближения к центру тяготения и приводит к постепенному уменьшению значения скорости света $v_c = (\mu\epsilon)^{-1/2}$ в процессе этого приближения³⁵. Аналогично, и возрастание густоты этих волн при сжатии газа тоже приводит к уменьшению значения скорости света. Так что, изменяя давление газа в баллоне, мы фактически калибровочно преобразовываем потенциалы гравитационного поля в нем. Однако определяющая напряженность гравитационного поля и задаваемая градиентом логарифма скорости света ($\text{grad}(\ln v_c / c)$) дифференциальная разница гравитационных потенциалов в любых сколь угодно близких точках занимаемого этим газом пространства при этом остается практически неизменной [3, 6, 7] и является такой же какой она была в этих же точках окружающей среды до помещения в нее баллона с газом.

Отождествляемое с «антигравитационным» полем возрастание густоты фазовых волн пространственно-временной модуляции проницаемостей физического вакуума по мере приближения к псевдогоризонту видимости в ПВК наблюдателя [25] (а, следовательно, и по мере углубления в бесконечно далекое космологическое прошлое) сопровождается не только постепенным уменьшением значения скорости света, но и соответствующим ему постепенным увеличением показателя преломления первичного вещества Вселенной. При этом глобальная гравитационная линза [26], сформированная в ПВК наблюдателя ответственным за расширение Вселенной эволюционным процессом и проецирующая бесконечно далекие точки фонового пространства Вселенной на этот псевдогоризонт видимости, все же является строго оптической линзой. Эта линза сформирована градиентом показателя преломления вещества (и в том числе чрезвычайно разреженного газо-пылевого вещества, соответствующего сколь угодно высокому космическому вакууму) и является следствием эволюционного изменения оптической плотности a , следовательно, и показателя преломления межзвездной среды в процессе распространения излучения от далеких астрономических объектов [3, 25]. Наличие локальных градиентов показателя преломления межзвездной среды является ответственным и за гравитационное линзирование излучения, распространяющегося вблизи массивных астрономических объектов.

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные здесь результаты теоретических исследований однозначно указывают на единую природу термодинамических и гравитационных свойств вещества. И, следовательно, любому веществу в конкретном его термодинамическом состоянии и, в том числе сколь угодно сильно разреженному газу космического вакуума, можно сопоставить строго лишь одно значение гравитационного потенциала $\varphi_g = \ln(v_c / c)$, однозначно определяемое термодинамическими параметрами вещества. При пространственной однородности всех других физических полей

волны распространяются значительно быстрее переносящих энергию волн упругих колебаний вещества, то они могут быть предвестниками землетрясений.

³⁵ Распространение света в веществе является результатом последовательной смены квантовых состояний виртуальных частиц, заполняющих весь физический вакуум (море Дирака). Скорость же этого распространения следует рассматривать как некую среднестатистическую макроскопическую гравитермодинамическую характеристику. Это аналогично рассматриванию эффективного значения переменного электрического тока, при котором электроны в проводнике на самом деле не перемещаются от источника к потребителю электрической энергии, а лишь колеблются относительно некоторого своего среднего положения.

гравитационный потенциал является функцией от истинного значения скорости света v_c в этом веществе. В противном случае, он является функцией лишь от гравибарического значения скорости света [4], так как истинное значение скорости света является потенциалом и всех других неоднородных полей, как не избирательно, так и избирательно воздействующих на вещество.

Так как нулевому значению скорости света соответствуют лишь бесконечно большие значения температуры и давления в веществе, то размытая квантовыми эффектами сингулярная поверхность может быть лишь срединной поверхностью, отделяющей вещество от антивещества в полых астрономических объектах [1, 4]. Масса полых астрономических объектов ничем не ограничена, и они являются альтернативой принципиально не существующим «черным дырам».

Гравитационное поле является полем пространственной неоднородности термодинамического состояния вещества и не является какой-либо самостоятельной формой материи. Оно принципиально не может существовать без вещества. Поэтому-то в ОТО и не требуется выполнения законов сохранения энергии-импульса и момента количества движения вещества и гравитационного поля вместе взятых³⁶, как этого бы хотелось авторам альтернативной ОТО релятивистской теории гравитации [27 – 29]. Все связи и взаимодействия между структурными элементами вещества, хотя существенно и отличаются друг от друга, все же имеют одну и ту же электромагнитную природу [1, 5]. Поэтому-то гравитационное поле по своим свойствам и не может быть абсолютно подобным электромагнитному полю. Природа не терпит единообразия. На каждой новой иерархической ступени самоорганизации объектов вещества она использует и новые формы связей и взаимодействий между структурными элементами вещества. Хотя, конечно же, все эти формы во многом подобны, так как основываются на одних и тех же законах и принципах целесообразности. Основой гравитационных, как и других термодинамических свойств вещества, являются статистические закономерности, обеспечивающие удовлетворение уравнений гравитермодинамического состояния вещества вариационным принципам а, следовательно, и принципу Ле Шателье-Брауна. Так как псевдосилы тяготения по сути являются строго термодинамическими псевдосилами, вынуждающими все объекты вещества стремиться к пространственно неоднородным коллективным равновесным состояниям с минимумом суммарной энтальпии всего гравитацией связанного вещества, то уравнения гравитационного поля ОТО фактически являются релятивистскими уравнениями пространственно неоднородного термодинамического состояния калибровочно эволюционирующего вещества (уравнениями гравитермодинамики). И, следовательно, гравитация – это лишь проявление электромагнитной природы вещества на соответствующем ей иерархическом уровне самоорганизации его объектов. И, естественно, нет никаких гравитонов и переносящих энергию гравитационных волн (если, конечно, не рассматривать само движущееся вещество в качестве этих волн).

Гравитационная и космологическая постоянные, а также определяемая через последнюю постоянная Хаббла являются «скрытыми» внутренними универсальными константами вещества. Непосредственно через них, а также через скорость света в конкретном веществе и через другие его гравитермодинамические параметры могут быть выражены все классические термодинамические параметры и характеристики этого вещества.

Процесс эволюционного самосжатия вещества в сопутствующей Вселенной СО, вызываемого эволюционным изменением свойств физического вакуума [1, 3] и ответственного за расширение Вселенной в СО мира людей, тоже задается этими «скрытыми» константами вещества³⁷. И,

³⁶ Все стационарные (постоянные) поля, и в том числе, электрическое и магнитное поля не обладают энергией. Энергией обладают лишь спиральные электромагнитные волны, соответствующие не фиктивным элементарным частицам вещества [1, 5], и обычные электромагнитные волны. При этом способность поглощать и излучать лишь кванты энергии, пропорциональные частоте электромагнитных волн, является свойством элементарных частиц, а не самого электромагнитного излучения, имеющего сугубо волновую природу. На это указывает вероятностное «прохождение фотона» одновременно через две непоследовательно расположенные щели в «одnofотонных» экспериментах.

³⁷ В виду этого так называемую условно темную энергию следует рассматривать как содержащуюся непосредственно в самом веществе.

следовательно, единое гравитермодинамическое описание всех астрономических объектов и происходящих во Вселенной процессов и явлений может оказаться надежной основой для построения более совершенной модели Мироздания.

Тепловая «смерть» Вселенной принципиально не возможна не вследствие неприменимости термодинамики в мегамире, как это ошибочно полагают [29], а из-за несоответствия молекулярной структуры вещества условию Толмена $H/T = F(S)$, отвечающему установлению абсолютного теплового равновесия в веществе за конечный промежуток космологического времени. Поэтому при осмысленном использовании законов термодинамики не только в макро-, но и в мегамире можно ожидать вполне приемлемых результатов [30, 31].

ЛИТЕРАТУРА

1. П. Даныльченко, в сб. *Калибровочно-эволюционная интерпретация специальной и общей теорий относительности (КЭИТО)*, О. Власюк, Вінниця (2004), с. 35, E-print archives, <http://n-t.org/tp/ng/ovf.htm>; Нова книга, Винница (2008), с. 45, E-print: http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/Possibilities_Rus.html.
2. К. Мёллер, *Теория относительности*, Атомиздат, Москва (1975).
3. П. Даныльченко, *Основы калибровочно-эволюционной теории Мироздания*, Винница (1994), НТ, Киев (2005), E-print archives, <http://n-t.org/tp/ns/ke.htm>; Винница (2006), E-print: http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/Osnovy_Rus.html.
4. П.И. Даныльченко, в сб. *Тез. докл. XII-й Российской гравитационной конференции*, ред. Ю.Г. Игнатьев, РГО, Казань (2005), с. 39; в сб. *Введение в релятивистскую гравитермодинамику*, Нова книга, Винница (2008), с. 4; E-print: http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/UnitedSolution_Rus.html.
5. П.И. Даныльченко, в сб. *Материалы Международной научной конференции “Д. Д. Иваненко – выдающийся физик-теоретик, педагог”*, ред. А.П. Руденко, ПГПУ, Полтава (2004), с. 44, E-print archives, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8276.html>.
6. П.И. Даныльченко, в сб. *Sententiae, Философия и космология*, 2, УНИВЕРСУМ-Винница, Винница (2006), с. 27, E-print: http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/RelativisticThermodynamics_Rus.html.
7. П. Даныльченко, в сб. *Введение в релятивистскую гравитермодинамику*, Нова книга, Винница (2008), с. 60; E-print: http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/RelativisticGeneralization_Rus.html.
8. Я.Б. Зельдович, Л.П. Гришук, УФН **155**, 517 (1988).
9. А. Пуанкаре, *О науке*, Наука, Москва (1983).
10. У. Сойер, *Прелюдия к математике*, Просвещение, Москва (1972).
11. Н. Weyl, *Raum-Zeit-Materie*, 3rd edn. (1920), 5th edn. Berlin (1923); *Space, Time and Matter*, Methuen, London (1922).
12. Р. Утияма, *К чему пришла физика?* Знание, Москва (1986).
13. Р. Толмен, *Относительность, термодинамика и космология*, Наука, Москва (1974).
14. Н. Weyl, Phys. Z. **24**, 230 (1923).
15. Н. Weyl, Philos. Mag. **9**, 936 (1930).
16. П. Даныльченко, в сб. *КЭИТО*, О. Власюк, Вінниця, (2004), с. 82; Нова книга, Винница (2008), с.96, E-print: http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/Schwarzschild_Rus.html.
17. Р. Рид, Т. Шервуд, *Свойства газов и жидкостей*, Химия, Ленинград (1971), с. 95.
18. Р. Ehrenfest, Proc. Amsterdam acad. **20**, 200 (1917), E-print archives, http://ggorelik.narod.ru/Fock/GG_Dimensionality83.htm#ERENFEST.
19. Р. Ehrenfest, Ann. phys. **61**, 440 (1920).

20. Г.Е. Горелик, *Почему пространство трехмерно?* Наука, Москва (1982), E-print archives, http://ggorelik.narod.ru/Fock/Why_3_Dim.htm.
21. А.Ю. Лоскутов, А.С. Михайлов, *Введение в синергетику*, Наука, Москва (1990).
22. Э. Нётер, в сб. *Вариационные принципы механики*, Физматгиз, Москва (1959), с. 611.
23. П.И. Даньильченко, *Релятивистское сокращение длины и гравитационные волны. Сверхсветовая скорость распространения*, НТ, Киев (2005), E-print archives, <http://nt.org/tp/ns/rsd.htm>; в сб. *КЭИТО*; Нова книга, Винница (2008), с.3, E-print: <http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/rsd.html>.
24. Ж.-П. Вижье, в сб. *Проблемы физики: классика и современность*, Мир, Москва (1982), с. 227.
25. П.И. Даньильченко, в сб. *Sententiae, Философия и космология*, 1, УНИВЕРСУМ-Винница, Винница (2005), с. 95, E-print: <http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/singularities.html>.
26. П. Даньильченко, в сб. *Введение в релятивистскую гравитермодинамику*, Нова книга, Винница (2008), с. 106, E-print: <http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/RelativisticValues.html>.
27. А.А. Логунов, М.А. Мествиришвили, *Релятивистская теория гравитации*, Наука, Москва (1989).
28. А.А. Logunov, *The Theory of Gravity*, (2002), E-print archives, <http://arxiv.org/pdf/gr-qc/0210005>.
29. И.П. Базаров, *Термодинамика*, ВШ, Москва (1991).
30. J. Katz, *Thermodynamics and Self-Gravitating Systems*, Found. Phys. **33**, 223 (2003), E-print archives, astro-ph/0212295.
31. А.И. Шапкин, Ю.И. Сидоров. *Термодинамические модели в космохимии и планетологии*, URSS, Москва (2004).

P. Danylchenko

UNITED NATURE OF THERMODYNAMIC AND GRAVITATIONAL PROPERTIES OF MATTER (INTRODUCTION TO GRAVITHERMODYNAMICS)

Equations of thermal state of matter, which satisfy Tolman condition for thermal equilibrium in spatially inhomogeneous equilibrium states of matter and guarantee the possibility of adiabatic cooling-down of this matter in the early Universe uniformly filled by it, are examined. It is shown that all thermodynamic parameters and characteristics of such matter are determined or interconnected by the relations, which includes gravitational constant, as well as cosmological constant Λ (or Hubble constant that is determined by it). This denotes the thermodynamic nature of both gravitational field inside of matter and the phenomenon of Universe expansion.