

В.М. Сомсиков* , **И. Габитова** 

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: vmsoms@rambler.ru

СТРУКТУРНОСТЬ МАТЕРИИ И ЕЕ ЭВОЛЮЦИЯ

Обосновывается необходимость учета структурности материи при изучении эволюции природы в рамках фундаментальных законов физики. Обсуждаются существующие ограничения классической механики, термодинамики, статистической физики и кинетики, которые затрудняют эту возможность. Показано, что эти ограничения снимаются, если вместо ньютоновского уравнения движения материальной точки использовать уравнение движения системы потенциально взаимодействующих материальных точек. Приводятся и обосновываются физические принципы, вытекающие из представлений о симметрии и необходимые для получения такого уравнения движения. Одним из них является принцип дуализма симметрии. Согласно этому принципу, эволюция тел, их динамика определяются как пространственно-временными симметриями, так и симметриями самих тел. Опираясь на эти принципы предлагаются вытекающие из них уравнение движения и модифицированное уравнение Лиувилля, которые учитывают взаимосвязь динамики и изменения внутренних состояний тел. Они следуют из условия инвариантности полной энергии тела, представленной в виде суммы энергии движения в неоднородном поле сил и его внутренней энергии. Описаны их свойства. На их основе предлагается описание эволюции природных объектов. В 'волюция объектов материи обусловлена как их динамикой, так и изменениями внутренних состояний, что следует из условия структурности тел.

Ключевые слова: симметрия, необратимость, эволюция, принцип наименьшего действия, энтропия, квантовые системы, механика, динамика.

V.M. Somsikov*, I. Gabitova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: darhan_13@physics.kz

The structurality of matter and its evolution

The necessity of taking into account the structurality of matter in the study of the evolution of nature within the framework of the fundamental laws of physics is substantiated. The existing limitations of classical mechanics, thermodynamics, statistical physics and kinetics that make this possibility difficult are discussed. It is shown that these restrictions are removed if, instead of the Newtonian equation of motion of a material point, the equation of motion of a system of potentially interacting material points is used. The physical principles arising from the concepts of symmetry and necessary for obtaining such an equation of motion are presented and substantiated. One of them is the principle of symmetry dualism. According to this principle, the evolution of bodies and their dynamics are determined by both space-time symmetries and the symmetries of the bodies themselves. Based on these principles, the resulting equation of motion and the modified Liouville equation are proposed, which take into account the relationship between dynamics and changes in the internal states of bodies. They follow from the condition of invariance of the total energy of the body, represented as the sum of the energy of motion in an inhomogeneous field of forces and its internal energy. Their properties are described. Based on them, a description of the evolution of natural objects is proposed. B ' the volution of objects of matter is conditioned by both their dynamics and changes in internal states, which follows from the condition of the structurality of bodies.

Key words: symmetry, irreversibility, evolution, the principle of least action, entropy, quantum systems, mechanics, dynamics.

В.М. Сомсиков*, И. Габитова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: vmsoms@rambler.ru

Материяның құрылымы және оның эволюциясы

Физиканың іргелі заңдары шеңберінде табиғат эволюциясын зерттеу кезінде материяның құрылымын ескеру қажеттілігі негізделеді. Бұл мүмкіндікті қиындататын классикалық механика, Термодинамика, статистикалық физика және кинетиканың қолданыстағы шектеулері талқыланады. Егер материалдық нүкте қозғалысының ньютондық теңдеуінің орнына ықтимал өзара әрекеттесетін материалдық нүктелер жүйесінің қозғалыс теңдеуі қолданылса, бұл шектеулер алынып тасталатыны көрсетілген. Симметрия туралы идеялардан туындайтын және осындай қозғалыс теңдеуін алу үшін қажетті физикалық принциптер келтірілген және негізделген. Солардың бірі-симметрия дуализмінің принципі. Осы Қағидаға сәйкес, денелердің эволюциясы, олардың динамикасы кеңістіктік-уақыттық симметриялармен де, денелердің симметрияларымен де анықталады. осы принциптерге сүйене отырып, олардан туындайтын қозғалыс теңдеуі және денелердің ішкі күйлерінің динамикасы мен өзгеруінің өзара байланысын ескеретін модификацияланған Лиувилл теңдеуі ұсынылады. Олар күштер мен оның ішкі энергиясының біртекті емес өрісіндегі қозғалыс энергиясының қосындысы ретінде ұсынылған дененің толық энергиясының инварианттық жағдайынан туындайды. Олардың қасиеттері сипатталған. Олардың негізінде табиғи объектілердің эволюциясын сипаттау ұсынылады. В' зат объектілерінің волюциясы олардың динамикасына да, ішкі күйлердің өзгеруіне де байланысты, бұл денелердің құрылымдық жағдайынан туындайды.

Түйін сөздер: симметрия, қайтымсыздық, эволюция, ең аз әрекет принципі, энтропия, кванттық жүйелер, механика, динамика.

*Посвящается памяти
Валерия Васильевича Бурова*

Введение

Создание эволюционной картины мира – главная задача науки [1]. Термин «эволюция» вначале появился в биологии, где он означает адаптацию живых организмов к внешним условиям в результате естественного отбора. В физике ее можно определить, как возникновение и развитие природных систем в результате процессов, обусловленных изменяющимися в пространстве и во времени условиями.

Разработка физики процессов эволюции берет начало от возникновения термодинамики, статистической физики. Ключевые идеи, положенные в основу этих направлений, принадлежат Майеру, Гельмгольцу, Клаузиусу, Больцману, Пуанкаре, Пригожину, Эбелингу и многим другим выдающимся ученым [2-5]. В наше время строятся теории феномена жизни, открытых систем, синергетики и информации, фракталов и хаоса, физика процессов эволюции [6-10]. Однако, в рамках фундаментальных законов физики до последнего времени не удавалось описывать процессы эволюции природы [11-13]. В значительной степени эта проблема является следствием как

ограниченности разделов физики, так и их недостаточной взаимосвязанностью. Например, чтобы описать динамику тел, используется классическая механика [14, 15]. А чтобы описать их внутреннее состояние, используются статистическая физика, термодинамика, кинетика [2, 3]. Но в природе движение тел и изменение их внутренних состояний – взаимосвязанные процессы. Это видно на примере эволюции объектов Вселенной, структура которых меняется в результате их движения [16]. Взаимосвязь движения и изменения внутренних состояний мы постоянно наблюдаем при движении тел, когда в результате трения изменяется их внутреннее состояние.

Одна из ключевых проблем, которая лежит на пути объединения основополагающих разделов физики, связана с серьезным противоречием между классической механикой и термодинамикой. Так, согласно классической механике, природные процессы обратимы, что противоречит законам термодинамики. Многие ученые пытались разрешить противоречие между законами термодинамики, утверждающими, что энтропия всегда возрастает, и тем фактом, что эволюция представляет собой процесс усложнения. Один из способов разрешить это противоречие – принять вероятностное объяснение необратимости. Это объяснение

утверждает, что законы термодинамики применимы к среднему поведению больших систем, но поведение отдельных систем носит вероятностный характер. Это означает, что отдельные системы могут развиваться таким образом, что энтропия будет уменьшаться, но это очень маловероятно [11-13]. В его основе лежит гипотеза о существовании сколь угодно малых внешних флуктуаций. Они приводят к необратимости гамильтоновых систем из-за их экспоненциальной неустойчивости по Ляпунову. При таком решении проблемы необратимости нарушается принцип причинности, который лежит в основе познания природы. При этом природа эволюции остается не раскрытой [4, 7]. Более того, численные методы решения задач многих тел свидетельствуют о детерминизме движения системы.

В этой работе будет показано, что физика эволюции, изучающая процессы, приводящие к возникновению, развитию и распаду систем, должна учитывать тот факт, что работа внешних сил вызывает не только движение тела, но и меняет свое внутреннее состояние. То есть, для описания эволюции необходимо учитывать взаимосвязь динамики тела и изменения его внутреннего состояния. Для этого рассмотрим проблемы классической механики, статистической физики и термодинамики, которые стоят на пути описания процессов эволюции. Покажем, как учет структурности тел при движении обеспечивает взаимосвязь изменений внутренних состояний этих тел с их динамикой, как такой учет снимает отмеченные противоречия между термодинамикой и классической механикой. Рассмотрим, как модифицируются принципы симметрии, лежащие в основе вывода уравнения движения *структурированного тела* (СТ), и как на их основе строится это уравнение. Рассмотрим, как это уравнение открывает возможность построения физики эволюции и развития метода описания процессов эволюции.

Проблемы классической механики, статистической физики и термодинамики

Классическая механика создана на основе уравнения движения Ньютона для тел, заданных в виде бесструктурной *материальной точки* (МТ) [14]. Исторически ее основные законы, например закон сохранения энергии, были связаны с уравнением движения Ньютона.

Однако, согласно современным представлениям, симметрия, характеризующая геометрию пространства-времени, является первичным понятием. Из симметрии следуют инварианты, определяющие законы динамики тел. Так, закон сохранения энергии следует из симметрий пространства-времени, а из закона сохранения энергии вытекает уравнение движения тел [17, 18].

Модель тела в виде МТ недостаточно полно отображает свойства тел. Для такой модели учитывается только работа, которая идет на перемещение тела. Но для СТ часть работы идет и на изменение их внутренних состояний. Пренебречь этой частью работы означает пренебречь эволюцией, так как эта часть работы изменяет состояние тел.

Сегодня изучение динамики систем выполняется в рамках формализмов Лагранжа и Гамильтона. Они построены на основе законов Ньютона и принципа Даламбера при условиях голономности связей и потенциальности коллективных сил [3,4]. Использование этих условий привело к тому, что инвариантом движения системы является не сумма энергий МТ, а *энергия движения* центра масс системы, как если бы система была абсолютно твердым телом [4]. Поэтому формализмы классической механики не описывают процессы эволюции систем.

В то время как классическая механика обратима, термодинамика, которая используется для изучения внутренних свойств тел в равновесном состоянии, необратима [5, 6]. Обоснование ее эмпирических методов приводит к статистической физике [5]. Изучение процессов установления равновесия выполняется в рамках кинетики [19]. Кинетика, статистическая физика, описывающие диссипативные процессы, строятся для моделей тел в виде статистических ансамблей, где в качестве частиц выступают равновесные подсистемы [6]. Ограничением их использования является то, что они развиты для покоящихся тел, когда инвариантом является *внутренняя энергия*. В целом статистические методы, как правило, применимы для описания равновесных систем или систем, незначительно удаленных от равновесия. Это существенно ограничивает возможность их использования для описания процессов эволюции, которые характерны для систем далеких от равновесия. Но, пожалуй, наибольшие трудности в использовании этих методов для описания

эволюции обусловлены тем, что они не учитывают того, что в природе эволюция связана с относительным движением взаимодействующих систем. В результате современная физика отвечает на вопрос, каковы могут быть стационарные структуры материи, но не описывает их эволюцию [1, 4, 11]. Таким образом, для описания эволюции необходимы такие уравнения, которое описывает динамику тел во взаимосвязи с изменениями их внутренних структур. Ниже рассмотрим, как строятся такие уравнения.

Уравнение движения структурированного тела

Связь между динамикой тела и изменением его внутреннего состояния наиболее ярко проявляется при трении. Трение возможно для систем, но невозможно для бесструктурных тел. Это определяет их качественное отличие. Оно заключается в том, что СТ обладает внутренней энергией и энергией движения. Движение каждой МТ из СТ определяется ее радиус-вектором и скоростью в лабораторной системе координат. Такое движение можно представить, как сумму движения МТ относительно центра масс СТ и движения вместе с центром масс СТ. Отсюда *работа внешних сил, изменяющая энергию движения каждой МТ, распадется на работу по изменению энергии движения и внутренней энергии СТ*. Назовем это дуализмом работы внешних сил. Изменение энергии движения СТ, определяемое симметриями пространства, пропорционально изменению суммы скоростей МТ. Изменение внутренней энергии, определяемое структурой СТ, связано с изменением относительных скоростей МТ. Следовательно, изменение энергии движения систем, и изменение их внутренних состояний – взаимосвязанные процессы [17, 18]. Поэтому уравнения, описывающие эволюцию, необходимо выводить с учетом общности и полноты законов для системы и окружающей среды. Назовем это *принципом эквивалентности законов физики для тела и окружающей среды*. К примеру, согласно этому принципу, прямые и обратные потоки вещества, энергии систем и окружающих их сред, а также определяющие их силы, подчиняются общим принципам, которые следуют из их симметрий.

2. Эволюция тел определяется не только симметриями пространства, но и их собственными симметриями. Это утверждение было названо *принципом дуализма симметрии*.

3. *Эволюция определяется нелинейной взаимосвязью симметрий пространства и симметрий тела*. Это видно на примере движения тела с трением, где работа внешних сил, идет как на увеличение его *энергии движения*, определяемой симметриями пространства, так и на увеличение его *внутренней энергии*, определяемой симметриями тела. Отсюда полный дифференциал работы внешних сил для системы из N элементов равен сумме работ по изменению ее энергии движения и внутренней энергии соответственно:

$$d\mathfrak{S}_N = dE_N^{tr} + dE_N^{int}. \quad (A)$$

Поэтому уравнение движения системы следует выводить из закона сохранения ее *полной энергии*. Это позволяет учитывать роль структурности тел в их динамике, а также взаимосвязь внутренней энергии и энергии движения СТ.

В соответствии с (A) *полную энергию* тела необходимо представить суммой *внутренней энергии* и *энергии движения*. Будем называть это *дуальным представлением энергии*. Оно реализуется переходом от переменных, определяющих *полную энергию* СТ в лабораторной системе координат, к независимым переменным, определяющих *полную энергию*, как сумму *внутренней энергии* и *энергии движения* СТ [20, 21].

Переменные, определяющие *внутреннюю энергию*, назовем *микрпеременными*, а переменные, определяющие *энергию движения* СТ – *макропеременными*. Уравнение движения СТ следует из условия инвариантности дуального представления полной энергии путем ее дифференцирования по времени. Для системы потенциально взаимодействующих МТ оно имеет вид [20, 21]:

$$M_N \dot{V}_N = -F_N^0 - \mu V_N, \quad (1)$$

где $F_N^0 = \sum_{i=1}^N F_i^0$; F_i^0 – это сумма внешних сил, воздействующих на i -ю МТ; $F_{ij}^0 = F_i^0 - F_j^0$; $m_i = m_j = 1$; $M_N = Nm_i$; $V_N = (\sum_{i=1}^N v_i)/N$; $\dot{E}_N^{int} = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N v_{ij} (m\dot{v}_{ij} + F_{ij}^0 + NF_{ij})$;

$\mu = \dot{E}_N^{\text{int}} / (V_N^{\text{max}})^2$; $V_N^{\text{max}} = -\dot{E}_N^{\text{int}} / F_N^0$; F_{ij} это сила взаимодействия между i -й и j -й МТ.

Уравнение (1) определяет движение СТ с учетом того, что часть работы внешних сил идет на изменение его внутреннего состояния.

Первый член правой части уравнения (1) равен сумме внешних сил. Он определяет ускорения СТ. Второй член билинеен. Он зависит от микро – и макропеременных и отвечает за изменение внутренней энергии системы за счет энергии движения. Он назван «эволюционной нелинейностью», поскольку характеризует нелинейную взаимосвязь энергии движения и внутренней энергии. Подобный член есть в эмпирическом уравнении движения, полученном на основе статистической теории флуктуаций [5]. Поскольку время связывают с законом сохранения энергии движения, то эволюционная нелинейность делает движение СТ инвариантным относительно обращения времени [21].

При $F_N^0 = -\mu V_N$ имеем $\dot{V}_N^{\text{max}} = 0$. Отсюда Аристотель заключил, что скорость тела пропорциональна силе [23]. При $\mu = 0$ или при малой скорости тела, уравнение (1) эквивалентно уравнению движения Ньютона.

Согласно уравнению (1), изменение энергии движения системы происходит за счет работы потенциальных сил. Потенциальные силы – это силы, которые хранятся в системе и могут быть высвобождены для совершения работы. Когда потенциальные силы совершают работу, они изменяют скорость системы.

Внутренняя энергия системы представляет собой сумму кинетической энергии и потенциальной энергии частиц в системе. Изменение внутренней энергии системы вызывается градиентами внешних сил, которые представляют собой изменения силы или направления внешних сил в пространстве. Эти градиенты могут заставлять частицы в системе двигаться быстрее или медленнее, а также могут вызывать столкновения частиц друг с другом.

Для систем частиц с равными массами изменение внутренней энергии возможно лишь при соизмеримости неоднородностей внешних сил с характерными масштабами СТ. Это означает, что градиенты внешних сил должны быть достаточно велики, чтобы преодолеть инерцию частиц в системе. Если эволюционная нелинейность велика, равновесие системы

может быть нарушено. В этом случае система должна быть представлена статистическим ансамблем.

Движение бесструктурного тела можно вывести из представлений о симметрии аналогично уравнению (1). В этом случае нужно воспользоваться тем, что бесструктурное тело не имеет внутренней энергии, а значит, имеет нулевую симметрию. Поэтому движение бесструктурного тела определяется только симметрией пространства-времени, а инвариантом движения бесструктурного тела является энергия движения, совпадающая с полной энергией.

В неравновесных и малых системах с неоднородными внешними силами энергия движения может увеличиваться за счет внутренней энергии. Это означает, что система может поглощать энергию из окружающей среды и использовать ее для увеличения своей энергии движения [20, 24].

Согласно условию (А) для систем в рамках классической механики можно ввести понятие D-энтропии, определив ее как относительное изменение внутренней энергии системы [24]. Понятия D-энтропии и энтропии являются мерами беспорядка в системе, и определяет меру изменения функции распределения элементов системы в результате внешних воздействий. Однако D-энтропия определяется в терминах функции распределения элементов системы, а энтропия определяется в терминах коллективных параметров. D-энтропия – это мера беспорядка в системе, которую можно применять как к большим, так и к малым системам, далеким от равновесия. Энтропия Клаузиуса – это частный случай D-энтропии, применимый только к большим системам, находящимся в равновесии. Энтропия Клаузиуса – это мера беспорядка в системе, которую можно использовать для количественной оценки эффективности преобразования работы покоящегося тела в тепло [6]. D-энтропия является мерой беспорядка в системе, которая может быть использована для количественной оценки эффективности преобразования энергии движения тела в его внутреннюю энергию.

Согласно расчетам, D-энтропия системы может быть отрицательной для систем с малым числом частиц. Это связано с тем, при числе частиц в системе $N < 100$ D-энтропия может быть не только положительной, но и отрицательной. Но уже при $N > 1000$ D-энтропия только

положительна [20]. Этот результат ранее был получен статистическим методом [32].

Эквивалентность законов физики означает, что законы физики одинаковы для всех наблюдателей, независимо от их движения или местоположения. Это означает, что механизм преобразования энергии между телом и окружающей средой также одинаков для всех наблюдателей.

Поскольку D-энтропия является мерой беспорядка в системе, а обратное преобразование внутренней энергии в энергию движения есть процесс, увеличивающий беспорядок в системе, то обратное преобразование должно быть процессом по крайней мере четвертого порядка.

Необратимость существует при положительности потенциала, имеющего вид [20, 25]:

$$H = \alpha\chi^2 - \beta\chi^4. \quad (2)$$

Здесь α , β – константы, определяемые уравнением (1), χ – малый параметр, например, приращение средней скорости элементов тела к ее величине. Подобное условие для потенциала, но полученное путем учета дополнительных малых членов гамильтониана, впервые использовалось Ландау при объяснении фазовых переходов [26, 27].

Величина $|\chi| < \chi_0$, где $\pm\chi_0$ – корни уравнения (2). В общем случае для $N \gg 1$, имеем: $H > 0$. Это соответствует второму закону термодинамики. Условие $H = 0$ – точка бифуркации. Согласно уравнению (1), состояние систем при $H = 0$ определяется детерминированным образом. А это означает, что динамика тел в точке бифуркации определяется микропараметрами.

Уравнение (1) представляет собой математическое уравнение, описывающее связь между динамикой тела и изменением его состояния. Динамика тела относится к тому, как тело движется и изменяется во времени. Изменение состояния тела относится к тому, как свойства тела, такие как его температура, давление и объем, изменяются с течением времени.

Модифицированный метод полного описания является необходимым инструментом для описания неравновесных систем, которые могут быть представлены как совокупность взаимодействующих равновесных подсистем, движущихся относительно друг друга.

Модифицированный метод полного описания является инструментом описания неравновесных систем, которые можно представить в виде множества взаимодействующих равновесных подсистем, движущихся относительно друг друга. В нем используются два математических уравнения: уравнение (1), описывающее связь между динамикой тела и изменением его состояния, и расширенное уравнение Лиувилля, описывающее эволюцию неравновесной системы.

Расширенное уравнение Лиувилля является обобщением уравнения Лиувилля, которое является фундаментальным уравнением классической механики. Уравнение Лиувилля описывает эволюцию системы, находящейся в равновесии. Расширенное уравнение Лиувилля учитывает взаимодействие между различными подсистемами в неравновесной системе и позволяет описать эволюцию системы во времени.

Оно было получено стандартным методом, но при его получении вместо уравнения Ньютона для МТ используется уравнение (1) для СТ. Отличие расширенного уравнения Лиувилля от канонического состоит в том, что в нем учитываются взаимодействия подсистем. Это и приводит к появлению отличной от нуля правой части. Оно имеет вид [31]:

$$\begin{aligned} \frac{df_i}{dt} &= \frac{\partial f_i}{\partial t} + \sum_{i=1}^N \left(\dot{R}_i \frac{\partial f_i}{\partial R_i} + \dot{P}_i \frac{\partial f_i}{\partial P_i} \right) = \\ &= -f_i \sum_{i=1}^N \frac{\partial}{\partial P_i} F_i. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь f_i – функция распределения МТ в i -м СТ; F_i – сила, действующая на i -е СТ; R_i и P_i – координаты и импульс i -й СТ соответственно.

Уравнения (1, 3) описывают приближение системы к равновесному состоянию путем преобразования относительных энергий движения подсистем системы (ПС) в их внутренние энергии. Это делается при условии, что полная энергия системы равна сумме энергий СТ. Фазовый объем такой системы следует представлять в виде суммы внутренних энергий СТ и энергий их движения [25].

Важность уравнений (1, 3) легче всего продемонстрировать на примере описания движения взаимодействующих галактик с изменением их внутренней структуры при

наличии неоднородностей гравитационных сил с масштабами, соизмеримыми с масштабами галактики. Связь между относительной энергией движения двух подсистем и их внутренней энергией аналогична связи между обычным трением и кинетической энергией движущегося объекта. В обоих случаях энергия переходит из одной формы в другую, а полная энергия сохраняется. Преобразование энергии относительного движения во внутреннюю энергию в случае гравитационно взаимодействующих двух подсистем можно назвать гравитационным трением. Аналогично можно ввести понятие электромагнитного трения в случае движения плазмы в неоднородных электромагнитных полях. Однако масштаб электромагнитного трения значительно варьируется из-за разницы между силами гравитации и электромагнитными силами.

Учет гравитационного трения с помощью уравнения (1) позволяет объяснить формирование аттракторов во Вселенной в рамках фундаментальных законов физики. Действительно, рассмотрим двойную звезду, движущуюся в центральном поле какого-нибудь достаточно массивного объекта, например черной дыры. В рамках законов классической механики, если в начальный момент времени движение звезды было бесконечным, то оно и останется бесконечным. В рамках классической механики объект не может быть захвачен неоднородностью гравитационного поля, если его размер сравним с неоднородностью. Это связано с тем, что неоднородность не повлияет на движение объекта.

Однако в рамках механики СТ это не так. Механика СТ учитывает взаимодействие между внутренней энергией объекта и гравитационным полем. Это взаимодействие может привести к захвату объекта неоднородностью, даже если его размер сравним с неоднородностью.

Это можно показать с помощью уравнения (1). Уравнение (1) описывает связь между относительной энергией движения двух подсистем и их внутренней энергией. В случае движения объекта в неоднородном гравитационном поле энергия относительного движения объекта и поля может быть преобразована во внутреннюю энергию. Затем эту внутреннюю энергию можно использовать для замедления объекта, и в конечном итоге она может быть захвачена неоднородностью.

Механизм захвата обусловлен преобразованием энергии движения объекта во внутреннюю энергию за счет разности сил, действующих на различные его части. Это эквивалентно диссипации, приводящей к возникновению аттракторов. Конечные стационарные состояния системы определяются вариационными методами классической механики. [14].

В целом, основные положения физики эволюции, могут уже сейчас быть использованы для решения следующих проблем Вселенной: образования материи из поля; образования структур; взаимосвязи материи и поля; расширения Вселенной; оценки энергетических потоков во Вселенной; вклада темной материи и скрытой энергии в ее эволюцию.

Заключение

Эволюция объектов материи обусловлена как их динамикой, так и изменениями внутренних состояний, что следует из условия структурности тел. Эти взаимосвязанные процессы описываются уравнениями (1, 3). Они обусловлены тем, что работа внешних сил идет как на движение объекта, так и на изменение его состояния. Уравнения следуют из характера симметрии объекта и среды при использовании нескольких положений. К ним относятся принцип эквивалентности законов физики для тела и его среды, принцип дуализма симметрии, и взаимосвязь симметрий тела и симметрий пространства.

Согласно принципу эквивалентности законов физики, тело и среду следует рассматривать, как взаимодействующие системы, подчиняющиеся общим законам физики.

Согласно *принципу дуализма симметрии*, эволюция систем определяется инвариантностью их *полной энергии*, представленной суммой *энергии движения* и *внутренней энергии*, соотношения которых меняется вследствие нелинейного взаимного преобразования энергии движения и внутренней энергии системы. Для больших систем это преобразование необратимо.

Из уравнений (1,3) следует, что эволюция невозможна для бесструктурных элементов. То есть, материя делима до бесконечности. Это свидетельствует о полевом происхождении материи.

Механика СТ позволяет обосновать эмпирические законы термодинамики на основе

фундаментальных законов физики и открывает возможность построения модифицированного метода полного описания систем. Суть метода состоит в описании эволюции систем с учетом взаимосвязи процессов динамики тел и изменения их внутренних состояний, что

необходимо для построения эволюционной картины мира.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP09259554).

Литература

1. Penrose R. Path to reality or laws governing the Universe. Complete guide. M., Izhevsk, 2007;
2. Landau L.D., Lifshits E.M. Statistical Physics, M., Nauka, 1976;
3. Rumer Yu. B., Rivkin M. Sh. Thermodynamics, Stat. physics and Kinematics, M., Nauka, 1977;
4. Prigogine I., Stengers. Time is Chaos Quantum. Towards a solution to the paradox of time. M., URSS, 2001;
5. Poincare A. About science. M., Science. 1983;
6. Галимов Э.М. Феномен жизни. Между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции. М., УРСС, 2001;
7. Климонтович Ю.Л. Статистическая теория открытых систем, М., Янус, 1995;
8. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. М., Наука, 2001;
9. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы (Миниатюры из бесконечного рая). R and C Dynamics, Ижевск, 2001;
10. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции, УРСС, М., 2001;
11. Zaslavsky G. M. Stochasticity Dynamic Systems. M., Sci. Press, 1984;
12. Goldstein S. Boltzmann's Approach to Statistical Mechanics. arXiv:cond-mat/0105242 11 May 2001;
13. Gallavotti G. Reversibility, Irreversibility, Friction and nonequilibrium ensembles in N-S equations. arXiv:2210.05483v1 11 Oct 2022;
14. Lanczos C. The variational principles of mechanics, M., Mir, 1962;
15. Goldstein H. Classical Mechanics. M., Nauka, 1975;
16. Chandrasekhar S. Dynamical Friction III. a More Exact Theory of the Rate of Escape of Stars from Clusters. Astrophysical Journal. 98. 54–60. 1943;
17. Wigner E. Etudes on Symmetry. M., Nauka, 1971;
18. Mak Voy K. Symmetry groups in physics. UFN, 91, 1, 121-150, 1967;
19. Landau. LD., Lifshitz EM. Physical kinetics. M., Science, 1979;
20. Somsikov V. M. Fundamentals of Physics of Evolution. Almaty, KazNu Al-Farab, 2021;
21. Somsikov V. M. Limitation of classical mechanics and ways it's expansion. PoS (Baldin ISHEPP XXII-047), XXII International Baldin Seminar on High Energy Physics Problems, JINR, Dubna, Sept. 2014;
22. Prigogine I. Irreversibility as a Symmetry-breaking Process. Nature 246, 67–71 <https://doi.org/10.1038/246067a0>, 1973;
23. Aristotle. Works. In 4 volumes (Series "Philosophical Heritage"). M., Thought, 1975-1983;
24. Somsikov V.M., Denisnya V.I. Peculiarities of passage of an oscillator through a potential barrier. Russian Physics Journal, 56, 4, 463-472, 2013;
25. Somsikov V.M. D-Entropy in Classical Mechanics. In: Skiadas, C.H., Dimotikalis, Y. (eds) 14th Chaotic Modeling and Simulation International Conference. CHAOS 2021. Springer Proceedings in Complexity. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96964-6_33 (https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-96964-6_33), 2022;
26. Landau L.D. To the theory of phase transitions. I. JETP, 7, (1937). p.19; Landau L.D. To the theory of phase transitions. II JETP, 7, 627-632, 1937;
27. Shirkov D.V. 60 years of broken symmetries in physics (From Bogolyubov's theory of superfluidity to the Standard Model), UFN, 179, 6, 581-589, 2009;
28. Milgrom M. A modification of the Newtonian dynamics as a possible alternative to the hidden mass hypothesis. Astrophysical Journal, 270, 365-370. 1983;
29. Hobson A. There are no particles, there are only fields. American Journal of Physics 81, 211 <https://doi.org/10.1119/1.4789885>, 2013;
30. Bricmont J. Science of Chaos or Chaos in Science? arXiv:chao-dyn/9603009v1 22 Mar 1996;
31. Somsikov V.M. Equilibration of a hard disks system. International Journal of Bifurcation and Chaos. Vol.14, №. 11(2004) c. 4027-4033;
32. Aringazin A.K., Mazhitov M.I. Quasicanonical Gibbs distribution and Tsallis non-extensive statistics. Physica A 325 (2003) 409–425.