

В.М. Сомсиков

Институт ионосферы, Алматы, 050020, Казахстан,

Email: ymsoms@rambler.ru

ОТКРЫТЫЕ НЕРАВНОВЕСНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Аннотация. Рассмотрены закономерности возникновения и эволюции открытой неравновесной динамической системы (ОНДС), как основного структурного элемента природы. Показано, как законы системы определяются законами динамики их элементов. Обсужден вопрос об универсальности законов эволюции ОНДС и их взаимосвязи с законами классической механики. Получено, как возможность представления физической картины материи в виде совокупности ОНДС следует из законов классической механики. Развивается новый подход к построению формализма для изучения эволюции природных систем. Этот подход основан на существовании законов перехода между смежными иерархическими ступенями материи. С позиций детерминизма и на основе принципа дуализма симметрии системы и окружающей среды изучены условия стационарности и гармонии ОНДС с внешними ограничениями. Выделены принципы возникновения и существования ОНДС, определяемые внешними потоками энергии, вещества и неэнтропии. Показано, что эти принципы универсальны и не зависят от сложности ОНДС. Установлено, что гармония с внешними ограничениями достигается, благодаря балансу потоков энергии, вещества и энтропии для ОНДС, что позволяет формализовать решение задач по изучению ОНДС. Рассмотрено, как детерминизм помогает в построении законов развития физической картины мира.

Ключевые слова: эволюция, динамика, системы, неравновесность, нелинейность..

Введение

Несмотря на огромные успехи в развитии современной физической картины мира, связанных с достижениями в астрофизике, космологии, физики элементарных частиц [1], она обладает существенным недостатком. В ней отсутствует эволюция. Это связано с обратимостью законов фундаментальной физики, в то время, как реальный мир необратим [2].

Впервые проблему необратимости поставил Больцман. До недавнего времени она входила в список ключевых проблем физики [3]. В настоящее время предложено детерминированное решение этой проблемы. В отличие от ранее известных вероятностных объяснений, опирающихся на гипотезу о случайных флуктуациях в гамильтоновых системах [4], это решение целиком лежит в рамках законов классической механики [5].

Детерминированный механизм необратимости был найден, благодаря использованию принципа дуализма сим-

метрии (ПДС). Суть принципа в том, что динамика реальных тел, обладающих структурой, определяется как внутренними симметриями тела, так и симметриями пространства, в котором оно движется. Наличие двух типов симметрии, обусловленных независимостью внутренних и внешних сил, требует представления энергии тел в виде суммы энергии движения и внутренней энергии. Такое представление возможно в двух независимых пространствах микро- и макропеременных. Причем микропеременные описывают внутреннюю энергию, а макропеременные описывают динамику тела во внешнем пространстве. Уравнение движения тела, получаемое из такого представления энергии, необратимо. Необратимость обусловлена трансформацией его энергии движения во внутреннюю энергию при перемещении в неоднородном поле сил. На основе такого уравнения движения была построена механика структурированной

частицы (СЧ), описывающая эволюцию неравновесных систем [5, 6]. В качестве СЧ использовалась система потенциально взаимодействующих МТ с таким количеством МТ, чтобы ее можно было считать равновесной. Таким образом, замена модели тела в виде материальной точки (МТ), для которой построена механика Ньютон, на СЧ расширило классическую механику так, что появилась возможность описания процессов эволюции.

Благодаря найденному механизму необратимости, в рамках законов классической механики было дано объяснение диссипативных процессов - неотъемлемых свойств эволюции, предложены принципы перехода от законов динамики элементов к законам эволюции их систем. Эти принципы нетривиальны, так как целое не есть совокупность его частей [7]. Общей чертой принципов является то, что они согласуются с принципами причинности, детерминизма и единственности картины мира [8].

Из механики СЧ следует, что согласно законам механики, материя делима до бесконечности. Это заключение согласуется с существующими экспериментами и с тем условием, что процессы образования, эволюции тел возможны только, если они обладают структурой. Уже только отсюда следует, что существование МТ, используемой в механике в качестве модели, в принципе невозможно, поскольку она не могла возникнуть. В связи с этим, **возникают вопросы: можно ли, и если можно, то, как в рамках существующих представлений о материи определить, какой его элемент следует взять вместо МТ в качестве универсального структурного элемента материи.** Причем при его выборе неизбежно используемые упрощения должны быть такими, чтобы они не исключали возможность описания процессов образования и эволюции в природе, как это имеет место при использовании в качестве такого элемента МТ или бесструктурного тела. Поиск подходов к решению этого вопроса следует начать с рассмотрения характерных черт существующей физической картины мира.

Современная картина мира наиболее адекватна тому, что все природные объекты, вне зависимости от их сложности и положения в пространстве, находятся в неразрывной связи между собой. Благодаря наличию между ними обменных потоков различных типов энергии, вещества, эти объекты возникают и поддерживают свое неравновесное состояние. То есть все элементы материи открыты и неравновесны. Отсюда также следует единство мира, а значит, универсальность его законов для любой материи. Помимо открытости, неравновесности, неотъемлемым свойством тел является динамика. Без динамики материя не существует. Согласно законам классической механики, материя делима до бесконечности. Чтобы материя удовлетворяла всем перечисленным свойствам, она должна представлять собой совокупность открытых неравновесных динамических систем (ОНДС). Отсюда структурный элемент любого природного объекта, как и сам объект, представляет собой ОНДС.

Очевидно, что для описания процессов эволюции объектов окружающего нас мира необходимо знание универсальных законов эволюции ОНДС вне зависимости от их сложности. Эти знания также необходимы для понимания возможности построения единой теории всего [8, 9]. Ответ на вопрос об общих физических свойствах ОНДС будем искать в рамках механики СЧ, которая открыла путь к построению физики эволюции, благодаря решению проблемы необратимости [10].

Здесь, опираясь на открывшиеся возможности изучения диссипативных процессов в результате решения проблемы необратимости, покажем, почему и как материю следует представлять в виде совокупности ОНДС. Для этого вначале получим уравнение энергии ОНДС. С помощью этого уравнения рассмотрим вопросы об универсальных принципах и законах возникновения, существования и развития ОНДС. Рассмотрим, как внешние ограничения определяют эволюцию ОНДС, как опираясь на ПДС и вытекающее из него понятие Д-энтропии, можно определить условия гармонии ОНДС с внешними ограничениями, а также возможности формализации

взаимосвязей законов на всех ступенях бесконечной иерархической лестницы материи.

Открытая неравновесная динамическая система, как структурный элемент материи

Выше мы кратко показали, как существование ОНДС, в виде структурного элемента материи, следует из общей картины мира. Здесь обоснуем это утверждение, опираясь, главным образом, на законы классической механики.

Ключевые факторы процесса образования, существования и эволюция любого природного объекта описываются на языке аттракторов в фазовом пространстве. Само возникновение аттракторов становится возможным только при наличии диссипативных процессов. Например, без диссипации невозможен захват космического тела центральным потенциальным полем какого-либо объекта. Диссипация неразрывно связана с необратимостью. Действительно, обратимые процессы не бывают диссипативными. Необратимость, в свою очередь, возможна только для объектов, обладающих структурой [10]. Это связано с тем, что необратимость динамики тел обусловлена трансформацией энергии движения во внутреннюю энергию. Как следует из уравнения движения системы, такая трансформация возможна при движении тел в неоднородном поле сил. Таким образом, образование, эволюция тел возможны лишь в том случае, если эти тела, а также их структурные элементы являются взаимодействующими системами. Этим же, кстати, объясняется природа бесконечной делимости материи. Действительно, любой объект природы когда-либо возник. Но возникнуть он мог лишь в том случае, если его структурными элементами были системы.

Вопрос об открытости снимается просто, если учесть, что для любого реального объекта существует излучение Планка [11]. Более того, все тела, так или иначе, находятся во взаимодействии. Иначе бы они не возникали и не эволюционировали.

Если тела обмениваются потоками материи, энергией, импульса, то они неравновесны. Действительно, если предположить, что тела находятся в состоянии полного равновесия, то они были бы замкнутыми. Энергия, масса и импульс таких тел являлись бы инвариантами. Отсюда приходим к выводу, что структурным элементом материи должна быть ОНДС. К этому выводу мы также приходим из законов классической механики. Поясним это утверждение.

На примере обоснования эмпирических законов термодинамики в рамках законов классической механики покажем, каким образом реализуется взаимосвязь законов динамики элементов систем, с законами эволюции состоящих из них систем. Возможность такого обоснования появилась в результате решения проблемы необратимости. Общность этого вопроса заключается в том, что **каков бы ни был сложный объект, он может быть представлен совокупностью взаимодействующих между собой структурных элементов.**

До решения проблемы необратимости вопрос об обосновании термодинамики упирался во второй закон термодинамики. В рамках канонических формализмов классической механики его объяснить не удавалось. Как оказалось, обоснование второго закона термодинамики, опираясь на канонические формализмы в принципе невозможно, поскольку они получены при условии голономности связей [10, 12]. Ограничения формализмов, возникшие из-за требования выполнения условий голономности связей, позволяют использовать их для анализа термодинамических систем только вблизи равновесных состояний, для которых справедливы обратимые формализмы классической механики.

Опираясь на ПДС, а также на дуальное выражение энергии и полученное из него уравнение движения СЧ, удалось обойтись без формализмов и обосновать второй закон термодинамики в рамках самих законов классической механики [5]. В Как оказалось, это обоснование эквивалентно тому, что законы эволюции систем должны следовать из законов динамики их

структурных элементов. Такое обоснование было бы невозможно, если бы не существовало детерминированного механизма необратимости.

С помощью уравнения движения системы было установлено, что в неоднородных полях сил возникает трансформация энергии движения во внутреннюю энергию СЧ. В результате динамика систем с достаточно большим количеством МТ становится необратимой. Кратко это можно пояснить так.

Согласно механике Ньютона, динамика МТ полностью определяется симметриями пространства, так как МТ не имеет структуры, и силы, действующие на МТ, а значит, их динамика, определяются только точкой пространства, в которой она находится. Поэтому МТ, вернувшись в исходную точку пространства, вне зависимости от характера пути ее движения, имеет динамические параметры, однозначно определяемые данной точкой пространства. Это и означает обратимость ее динамики.

Для описания динамики систем МТ, необходимо использовать ПДС. Только опираясь на ПДС можно учесть нарушение симметрии движения, которое возникает из-за преобразования энергии движения во внутреннюю энергию. Такое преобразование определяется членами второго порядка малости. Обратное преобразование внутренней энергии в энергию движения определяется уже членами четвертого порядка малости. Для достаточно больших систем это приводит к необратимости динамики системы [13]. Если система вернется в исходную точку, что определяется положением ее центра масс (ЦМ), то в этой точке она, в отличие от МТ будет иметь другую внутреннюю энергию. Это и означает необратимость, приводящая к эволюции систем МТ.

Таким образом, второй закон термодинамики вытекает из законов динамики структурных элементов, которыми в данном случае являются МТ. То есть, для простейших систем МТ существует детерминированная связь между законами эволюции их систем и законами динамики структурных элементов. Опираясь на этот факт, **будем считать, что базовыми законами**

всех ОНДС, независимо от их сложности, являются законы для их структурных элементов. Но это означает, что в основах законов эволюции материи лежат фундаментальные законы физики, в частности, законы классической механики, и существует принципиальная возможность построения законов верхнего иерархического уровня на основе законов его нижнего иерархического уровня. Действительно, при решении проблемы необратимости для моделей систем потенциально взаимодействующих МТ установлены следующие принципы перехода между смежными иерархическими уровнями материи[10]:

1. Законы верхнего иерархического уровня следуют из законов нижнего иерархического уровня;
2. Модель верхнего иерархического уровня, представляющего собой систему структурных элементов нижнего иерархического уровня, должна включать в себя переменные, входящие в верхний и нижний уровни описания (макро-описание и микро-описание);
3. Макропеременные, определяющие поведение верхнего иерархического уровня, должны строиться на основе микропеременных, определяющих поведение элементов. В предельных случаях макро-описание должно сводиться к микро-описанию. Т.е. макро-описание «вложено» в микро-описание;
4. При переходе к верхнему иерархическому уровню, система фундаментальных понятий и определяющих параметров для нижнего иерархического уровня должны дополняться фундаментальными понятиями и параметрами, позволяющими описывать коллективные свойства верхнего иерархического уровня;
5. Упрощения, используемые при получении формул, описывающих динамику систем элементов, не должны исключать новые свойства их системы;
6. Описание природных объектов должно учитывать силы, определяемые типами энергии, характеризующие их динамику в пространстве;
7. Эволюция тел на каждом иерархическом уровне определяется на основе ПДС. Ниже эти принципы будут использоваться при

получении законов эволюции материи из законов динамики ее структурных элементов.

Фундаментальные уравнения динамики ОНДС

Примем, что в широких пределах общности любое тело может быть задано системой потенциально взаимодействующих МТ. Такое приближение позволяет строить обобщенное уравнение энергии для ОНДС, представленных совокупностью потенциально взаимодействующих МТ, определять их уравнения движения и важные закономерности перехода от МТ к ОНДС, а также характерные свойства эволюции ОНДС.

Кинетическую энергию МТ в поле внешних сил можно записать:

$$E_{MP} = mv^2 / 2 + U^0(r), \quad (1)$$

где m - масса МТ; v и r - скорость и положение МТ в лабораторной системе координат; E_{MP} - энергия МТ, которая совпадает с ее энергией движения, поскольку МТ не обладает структурой.

Получаемое из (1) уравнение движения Ньютона путем дифференцирования по времени, обратимо. Это обусловлено тем, что энергия МТ однозначно определяется точками пространства.

Рассмотрим свойства динамики системы потенциально взаимодействующих одинаковых МТ. Запишем ее энергию, исходя из ПДС в дуальном виде, в поле внешних сил. Она будет иметь вид [5]:

$$E_{SP} = E_N^{tr} + E_N^{ins} = \{M_{SP} V_N^2 / 2 + U_N^0(R, \tilde{r}_i)\} + \{\sum_{i=1}^N m \tilde{v}_i^2 / 2 + U_N(r_{ij})\} \quad (2)$$

Здесь N - число МТ в системе; $M_{SP} = Nm$; m - массы МТ равные единице; $R = (\sum_{i=1}^N r_i) / N$; $r_i = R + \tilde{r}_i$, $v_i = V_N + \tilde{v}_i$ - координаты и скорости МТ в лабораторной системе координат; $V_N = \dot{R}$ - координаты и скорости ЦМ системы; $M_{SP} V_N^2 / 2 = \sum_{i=1}^N m V_N^2 / 2$ - кинетическая составляющая энергии движения системы; $\tilde{r}_{ij} = r_i - r_j$; i, j - индексы, присвоенные МТ; $i = 1, 2, 3 \dots N$; \tilde{r}_i, \tilde{v}_i - координаты и скорость i -й МТ относительно ЦМ системы;

$U_N(r_{ij}) = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N U_{ij}(r_{ij})$ - потенциальная составляющая внутренней энергии, связанная с взаимодействием всех МТ системы; $U_N^0 = \sum_{i=1}^N U_i^0(R, \tilde{r}_i)$ - потенциальная энергия системы в поле внешних сил; $U_i^0(R, \tilde{r}_i)$ - потенциальная энергия i -й МТ в поле внешних сил; $\sum_{i=1}^N m \tilde{v}_i^2 / 2$ - кинетическая составляющая внутренней энергии движения всех МТ относительно ЦМ; E_N^{tr} - энергия движения системы, определяемая первым членом уравнения (2); E_N^{ins} - внутренняя энергия системы, определяемая вторым членом уравнения (2). Выражение (2) получаем, используя условие $\sum_{i=1}^N \tilde{v}_i = 0$.

Рассмотрим энергию системы, структурным элементом которой является МТ. Энергия такой системы отличается от энергии МТ наличием внутренней энергии. Внутренняя энергия отлична от нуля, и в том случае, когда система неподвижна в пространстве, то есть, когда $V_N = 0$. Напомним, что если энергия движения меняется при наличии однородного поля внешних сил, то внутренняя энергия меняется только при наличии градиента внешних сил. Продифференцировав энергию системы (2) по времени, получим [5]:

$$V_N M_{SP} \dot{V}_N + \dot{E}_N^{ins} = -V_N F^0 - \Phi^0, \quad (3)$$

где $E_N^{ins} = T_N^{ins} + U_N$, $T_N^{ins} = \sum_{i=1}^N m \tilde{v}_i^2 / 2$ - кинетическая часть внутренней энергии тела,

$$F^0 = \sum_{i=1}^N F_i^0(R, \tilde{r}_i), F_i^0 = \partial U_N^0 / \partial R,$$

$$F_i = \partial U_N / \partial \tilde{r}_i, E_N^{ins} = T_N^{ins}(\tilde{v}_i) + U_N(\tilde{r}_i),$$

$$\dot{E}_N^{ins} = \sum_{i=1}^N \tilde{v}_i (m \dot{\tilde{v}}_i + F_i(\tilde{r}_i)), T_N^{tr} = M_N V_N^2 / 2,$$

$$\Phi^0 = \sum_{i=1}^N \tilde{v}_i F_i^0(R, \tilde{r}_i).$$

Потенциальная энергия внешнего поля дает вклад в изменение, как внутренней энергии, так и энергии движения. Члены, определяющие внешнее поле сил, нелинейные и переменные в них не разделяются. Закон сохранения энергии системы формулируется так: сумма энергии движения и внутренней энергии вдоль траектории движения системы сохраняется.

Уравнение (3) - уравнение изменения энергии системы во внешнем поле. Правая часть определяет работу внешних сил, изменяющую энергию системы. Помножив уравнение (3) на V_N , разделив его на V_N^2 , оставив в левой части инерциальную силу, получим уравнение движения системы:

$$M_N \dot{V}_N = -F^0 - \alpha_N V_N, \quad (4)$$

где $\alpha_N = (\Phi^0 + \dot{E}_N^{ins}) / V_N^2$ - коэффициент, определяющий изменение внутренней энергии.

Первый член в правой части (4) это сила, приложенная к ЦМ системы. Она определяет движение системы в целом. Второй член, зависящий от микро – и макропеременных, обуславливает изменение энергии движения. Из-за наличия второго члена в правой части, симметрия уравнения (4) отличается от симметрии уравнения Ньютона. При этом **энергия движения для системы, в отличие от уравнения движения Ньютона для МТ, в общем случае уже не является инвариантной. Это означает нарушение симметрии времени.**

Согласно уравнению движения системы, изменение внутренней энергии определяется нелинейными членами, зависящими от параметров движения системы и внутренних параметров движения ее элементов. Если $N \rightarrow \infty$, а система равновесна, то увеличение внутренней энергии, необратимо. Будем называть такую систему структурированной частицей (СЧ). Таким образом, динамика СЧ качественно отличается от динамики МТ тем, что для СЧ справедлив второй закон термодинамики. В иерархической лестнице материи, СЧ можно рассматривать как вторую ступень после МТ. Таким образом, **законы механики для МТ переходят к законам термодинамики для систем**, главным из которых является второй закон термодинамики [13]. Переход на вторую ступень материи, означающий переход к системам от их элементов, можно записать так: **МТ \Rightarrow СЧ (а).**

Динамика систем на второй ступени уже обладает необратимостью, вытекающей из законов механики.

Рассмотрим третью ступень иерархической лестницы материи. На ней расположены неравновесные системы (НС). НС в

приближении локального термодинамического равновесия может быть представлена совокупностью движущихся относительно друг друга СЧ подобно тому, как СЧ представляет собой совокупность МТ [14]. То есть, структурным элементом НС является СЧ.

В соответствии с таким определением, возьмем в качестве НС систему из K одинаковых СЧ, в каждой из которых содержится N одинаковых МТ. Масса такой НС равна $M_{NS} = NKm$ (см. рис.1). Такой упрощенный вид модели НС не ограничивает ее общности для нашей задачи.

Уравнения для энергии НС составляется подобно уравнению энергии СЧ, только вместо МТ в ней используется СЧ.

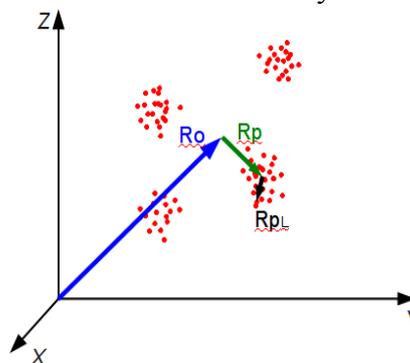


Рисунок 1 – Структура неравновесной системы.

Оно имеет вид:

$$E_{NS} = \{M_{NS} V_{NS}^2 / 2 + U_{NS}^0\} + \left\{ \sum_{p=1}^K M_{SP} V_{SP}^2 / 2 + \sum_{q=1}^{K-1} \sum_{p=1+q}^K U_{p,q} \right\} + \sum_{p=1}^K \left\{ \sum_{l=1}^N m v_{pl}^2 / 2 + U_p \right\} \quad (5)$$

$M_{SP} = mN$ - масса каждой СЧ;
 $U_p = \sum_{i_p=1}^{N-1} \sum_{j_p=i_p+1}^N U_{i_p, j_p}(r_{i_p, j_p})$ - внутренняя для p -й СЧ потенциальная энергия, обусловленная взаимодействиями всех ее МТ; r_{i_p, j_p} - расстояние между i_p -й и j_p -й МТ из p -й СЧ; V_{SP} - скорость p -й СЧ;
 $U_{p,q} = \sum_{l_{qj}=1}^{N-1} \sum_{l_{p_i}=1+l_{qj}}^N U_{p_i, q_j}(r_{p_i, q_j})$ - потенциальная энергия взаимодействий МТ из разных p -й и q -й СЧ; r_{p_i, q_j} - расстояние между p_i -й и q_j -й МТ из p -й и q -й СЧ. То есть, третий член в (3) определяет потенциальную энергию взаимодействий всех СЧ из НС.

Первый член в (5) является энергией движения НС. Он состоит из кинетической энергии движения НС и ее потенциальной энергии в поле внешних сил. Второй член - сумма энергий относительных движений всех СЧ и их энергий взаимодействий. Третий член в (5) определяет кинетическую и потенциальную энергию МТ внутри всех СЧ. Четвертый член U_{NS}^0 определяет потенциальную энергию НС в поле внешних сил.

В общем случае работа внешних сил тратится на движение НС в пространстве и на изменение ее внутренней энергии. Причем внутренняя энергия складывается из кинетических энергий движения СЧ относительно ЦМ НС, их потенциальных взаимодействий, а также из их внутренних энергий. Внутренняя энергия СЧ складывается из кинетических энергий движения МТ относительно ЦМ соответствующей СЧ и из потенциальных энергий их взаимодействий МТ. Таким образом, иерархия независимых переменных, определяющих динамику НС, соответствует ПДС на каждом иерархическом уровне.

Согласно уравнению движения СЧ, если замкнуть НС, то она переходит в равновесное состояние. Это обусловлено тем, что энергия относительных движений СЧ в замкнутой НС со временем переходит в их внутреннюю энергию. В результате НС превращается в СЧ. Отсюда следует, что **возможность существования НС может быть обусловлена только внешними потоками энергии, компенсирующими диссипацию энергий относительных движений СЧ.** Таким образом, можно утверждать, что **согласно законам классической механики, в рамках справедливости модели тел в виде совокупности МТ, все природные объекты должны представлять собой НС.**

НС могут существовать только при условии их открытости, благодаря которой диссипация энергии относительных движений СЧ компенсируется работой внешних сил. Этот вывод получен строго в рамках детерминированных законов классической механики. А это означает, что на основе законов классической механики и упомянутых ранее принципов перехода между ступенями,

можно подняться на третью ступень, иерархической лестницы материи, которую удобно представить так: $МТ \Rightarrow СЧ \Rightarrow НС(b)$.

Но в общем случае внутренняя структура тел самоподобна самому телу. То есть, ее структурным элементом также должна быть неравновесная система. Чтобы учесть это обстоятельство, цепочку (b) следует продлить еще на один шаг:

$$МТ \Rightarrow СЧ \Rightarrow НС \Rightarrow ОНДС (c)$$

И уже эту систему можно назвать ОНДС. Структурным элементом ОНДС является НС. То есть, ОНДС состоит из совокупности НС, которые, в свою очередь, состоят из СЧ. Очевидно, что такой вид ОНДС, на самом деле, является приближением к реальному структурному элементу материи, поскольку в нем количество ступеней должно быть бесконечно. Но логично предположить, что на этом можно оборвать цепочку для структурного элемента иерархической лестницы материи, которым является ОНДС, поскольку ОНДС обладает всеми ее ключевыми характеристиками. Так, внутренняя структура ОНДС также является неравновесной системой, состоящей из систем.

Уравнение энергии ОНДС следует строить из уравнения (5) аналогично, как строилось уравнение (4) на основе уравнения (2). Энергия ОНДС состоит из энергии движения в пространстве и внутренней энергии. Ее внутренняя энергия разбивается на два типа: сумма энергий относительных движений НС и их внутренних энергий. В свою очередь энергия НС разбивается на два типа энергии и так далее. Энергия внешнего поля идет как на изменение энергии движения ОНДС, так и на изменение энергии относительных движений НС и их СЧ.

В соответствии с иерархией энергии ОНДС, следует определять и иерархию энтропии. Наличие внутренней энергии у систем МТ позволило ввести понятие энтропии в рамках законов классической механики. Она была названа Д-энтропией, чтобы отличать от существующих определений [15]. **Д-энтропия – это относительная величина приращения внутренней**

энергии системы за счет работы внешних сил. Для малых систем Д-энтропия может быть, как положительной, так и отрицательной. Для СЧ она при определенных условиях эквивалентна энтропии Клаузиуса в термодинамике. Очевидно, что понятие Д-энтропии распространяется и на любые ОНДС, обладающие внутренней иерархической структурой.

Как выше было сказано, работа внешних сил тратится не только на перемещение ОНДС, но и на увеличение ее внутренней энергии, то есть, на приращение Д-энтропии ОНДС. Увеличение внутренней энергии ОНДС складывается из изменения энергий движения НС относительно ЦМ ОНДС и изменения их внутренних энергий. То есть, Д-энтропия ОНДС, как и энергия, обладает иерархией. Здесь следует подчеркнуть, что часть внутренней энергии ОНДС, определяемая ее энтропией, является энергией движения НС. Так же, как и часть внутренней энергии НС, определяющая ее энтропию, является кинетической энергией движения СЧ относительно ЦМ НС и так по цепочки вплоть до МТ. Это можно назвать **принципом относительности энергии и энтропии для ступеней иерархической лестницы материи.** Для ОНДС этот принцип можно записать через приращение ее энергии и энтропии за счет работы внешних сил таким образом:

$$\begin{aligned} \Delta E_{ONDS} &= \Delta E_{ONDS}^{mot} + \Delta E_{ONDS}^{int} ; \\ \Delta E_{ONDS}^{int} &= \Delta E_{NS}^{mot} + \Delta E_{NS}^{int} ; \Delta E_{NS}^{int} = \Delta E_{SP}^{mot} + \Delta E_{SP}^{int} ; \\ \Delta E_{SP}^{int} &= \Delta E_{MP}^{mot} \quad (6a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_{ONDS} &= \Delta E_{ONDS}^{int} / E_{ONDS}^{int} ; \Delta S_{NS} = \Delta E_{NS}^{int} / E_{NS}^{int} ; \\ \Delta S_{SP} &= \Delta E_{SP}^{int} / E_{SP}^{int} ; \Delta S_{MP} = 0 \quad (6b) \end{aligned}$$

Здесь (6a, 6b) цепочки приращений энергий и энтропии ОНДС, НС, СЧ, МТ соответственно при движении ОНДС в неоднородном поле сил. Энергии соответствующих структур состоят из суммы их энергий движения внутренних энергий, обозначенных верхним индексом «*mot*» и «*int*» соответственно.

Если последовательно выразить в уравнении (6b) все члены через энергию движения соответствующего иерархического уровня, то получим уравнение:

$$\Delta S_{ONDS} = \frac{(\Delta E_{NS}^{mot} + \Delta E_{SP}^{mot} + \Delta E_{MP}^{mot})}{(E_{NS}^{mot} + E_{SP}^{mot} + E_{MP}^{mot})} \quad (7)$$

Отметим, что если принять бесконечную делимость материи, то есть, если не ограничиваться несколькими иерархическими ступенями, как в случае ОНДС, то получим рекуррентную форму энтропии:

$$\Delta S_R = \sum_{i=1}^R \Delta E_i^{mot} / \sum_{i=1}^R E_i^{mot}, i = 1, 2, 3...R. R \rightarrow \infty \quad (8)$$

Подчеркнем, что эта формула получена при условии, что на каждой иерархической ступени вещества соответствующие системе структурированных частиц равновесны.

Из иерархии энергий на каждой ступени иерархической лестницы материи следует рекуррентное уравнение для энергии, характеризующее ОНДС, которое можно представить так:

$$E_R = E_R \{ E_{R-1} \{ E_{R-2} \dots \{ E_0 \} \} \}, R \rightarrow \infty \quad (9)$$

Поскольку мы исходим из условия, что материя на каждой ступени иерархической лестницы представляет собой ОНДС, то **уравнения (5-7) и соответствующим уравнения движения должны полностью определять наиболее общие динамические характеристики материи.**

Уравнение движения ОНДС будет следовать из уравнений (5, 7). Из-за новых типов энергии в ОНДС, это уравнение будет зависеть от иерархии микро- и макропеременных. Этой иерархии переменных соответствует иерархия коллективных сил, определяющих движение составляющих ОНДС систем и изменение их внутренних энергий.

Из условия бесконечной делимости материи следует, что в природе элементы тел сами являются системами. В свою очередь, эти системы также состоят из более мелких структурных элементов и так до бесконечности. Каждому иерархическому уровню соответствуют свои силы. В природе иерархия сил выстраивается в соответствии с молекулярными, атомными, ядерными и другими силами. Природа распорядилась так, что фундаментальные силы существенно отличаются друг от друга. Благодаря этому существует устойчивая иерархия структур материи: молекулы, атомы, ядра, нуклоны и т.п. Чем больше энергия взаимодействия

систем, тем глубже по иерархической лестнице сил может идти изменение ее внутренней энергии и соответствующая перестройка системы.

Внешние ограничения и стационарность ОНДС

На определенных интервалах времени ОНДС можно считать стационарными. Очевидно, что стационарность возможна только для соответствующих типов внешних ограничений, которые способны обеспечить баланс входящих и исходящих потоков вещества, энергии, энтропии. Этот баланс различен для каждой конкретной ОНДС, для каждой ее иерархической ступени. В дальнейшем такой поток, который обеспечивает стационарность ОНДС, будем называть *балансным потоком*. Простым примером таких стационарных ограничений является перепад температуры на границах системы, который приводит к градиенту температуры внутри системы. Поток тепла, обусловленный таким градиентом температуры, в частности, приводит к образованию конвективных ячеек Бенара в жидкости [14]. Остановимся подробнее на вопросе о *балансном потоке* и его связи с внешними ограничениями.

Очевидно, что ОНДС могут существовать только в динамике на всех иерархических уровнях, который возможен только при условии взаимодействия с внешним для них миром. Если гипотетически лишить ОНДС их взаимодействия с внешним миром, то есть замкнуть их, то начнется процесс последовательного установления равновесного состояния на всех иерархических уровнях ОНДС за счет трансформации энергии движения *структурных элементов* в их внутреннюю энергию. В результате иерархическая лестница ОНДС начнет сверху донизу разрушаться. Связано это с тем, что ключевым и определяющим свойством эволюции на всех иерархических ступенях ОНДС является необратимость. Поэтому **стационарное состояние ОНДС возможно только тогда, когда ее неравновесное состояние поддерживается путем обмена энергией и веществом с внешним миром на всех ступенях иерархической лестницы**. То есть,

наложенные на ОНДС внешние ограничения, должны компенсировать производство энтропии на всех иерархических ступенях ОНДС. Очевидно, что чем выше на иерархической лестнице материи находится ОНДС, тем сложнее должны быть внешние ограничения, обеспечивающие стационарность. Например, для конвективной ячейки Бенара, опять-таки, в рамках упрощенной модели, стационарность обеспечивается постоянством потока тепла. Для поддержания существования более сложной системы, например, живой клетки, балансный поток состоит из различных типов вещества энергии. Внешние ограничения, которые поддерживают ОНДС в стационарном состоянии и позволяют им эволюционировать в соответствии с присущими им процессами, будем называть **гармоничными внешними условиями**. То есть, для каждой i -й ступени ОНДС в стационарном случае должно иметь место условие:

$$\dot{E}_i^{mot} = 0, \dot{E}_i^{int} = 0 \quad (10)$$

Состояния ОНДС на каждой иерархической ступени определяются ПДС. К примеру, в классической механике ПДС определяет движение ОНДС в неоднородном поле внешних сил. Это внешнее поле сил представляет собой внешнее ограничение системы. Отсюда следует, что законы, определяющие эволюцию, должны быть согласованы на всех иерархических уровнях системы. А поскольку все системы существуют только благодаря взаимодействиям с внешним миром, то такая согласованность законов должна пронизывать всю Вселенную.

Рассмотрим сущность природы эволюции с позиций динамики систем классической механики, назовем это **системодинамикой**, рассмотрев вопрос, как внешние ограничения определяют их состояние.

Пусть ОНДС, которая состоит из МТ, движется в неоднородном поле внешних сил. Т.е. внешними ограничениями являются действующие на элементы системы силы, заданные в каждой точке МТ этой системы. Ключевыми параметрами такой системы, определяющими ее динамику, являются энергия ее движения и внутренняя энергия, определяемые как внешними, так

и внутренними силами. Внешние силы совершают работу как по перемещению системы в пространстве, так и по изменению ее внутренней энергии, то есть, по изменению Д-энтропии.

Объяснение механизма установления стационарности ОНДС только на основе детерминированной механики на самом деле невозможно. Действительно, согласно законам классической механики для СЧ может существовать только постоянный прирост Д-энтропии. Это означает бесконечное увеличение ее внутренней энергии. В природе это противоречие устраняется, например, в результате теплового излучения Планка внутренней энергии [16]. То есть, стационарность состояния СЧ обеспечивается тем, что внутренняя энергия достигает такого уровня, когда ее прирост за счет Д-энтропии компенсируется тепловым излучением. Для более сложных ОНДС исходящие потоки имеют более сложный характер. Например, они могут состоять из различных типов материи.

Таким образом, стационарность ОНДС достигается тогда, когда уходящий поток различных типов энергии, включая энтропию, становится равным приходу энергии и негэнтропии за счет работы внешних сил. Неравновесность тел поддерживается тем, что произведенная внутри энтропия «выносятся» с энергией излучения [17]. Для стационарности неравновесного состояния тела, производство энтропии должно быть равно разности энтропий входящего и исходящего потоков радиации и/или вещества.

Стационарные состояния должны соответствовать экстремальным значениям динамических функций. Это означает, что вблизи стационарного состояния эти функции линейно зависят от параметров системы. Отсюда следует, что при условии стационарности ОНДС микро - и макропеременные, определяющие ее эволюцию на всех иерархических уровнях, расцепляются. В этом случае стационарное состояние определяется уравнениями баланса энергии, энтропии и вещества, которые имеют вид [18]:

$$\dot{E}^{in} = 0, \dot{E}^{out} = 0, \quad (11)$$

$$\dot{S}^d + \dot{S}^{pr} - \dot{S}^{out} = 0 \quad (12)$$

$$\dot{P}^{in} + \dot{P}^{out} = 0. \quad (13)$$

Здесь

$E^{in} = \sum_{i=1}^R e_i^{in}(\lambda_i^e, r, t), E^{out} = \sum_{i=1}^R e_i^{out}(\lambda_i^e, r, t), E^{out}$ - входящая в ОНДС и выходящая из нее энергии соответственно; N число иерархических уровней:

$$\begin{aligned} S^d &= \sum_{i=1}^R s_i^{in}(\lambda_i^s, r, t), S^{pr} = \\ &= \sum_{i=1}^R s_i^{pr}(\lambda_i^s, r, t), S^{out} = \\ &= \sum_{i=1}^R s_i^{out}(\lambda_i^s, r, t), S^{pr}, S^{out} \end{aligned}$$

- поступающая энтропия с потоками энергии и вещества, производство энтропии внутри системы, уходящая энтропия с потоками энергии и вещества соответственно:

$$P^{in} = \sum_{i=1}^R \rho_i^{in}(\lambda_i^p, r, t), P^{out} = \sum_{i=1}^R \rho_i^{out}(\lambda_i^p, r, t).$$

- поступающее в систему и уходящее из нее вещество. Каждая из компонент энергии, энтропии и вещества зависят от характерного параметра для данного иерархического уровня $\lambda_i^e, \lambda_i^s, \lambda_i^p$, а также координат и времени.

Уравнение (11) определяет полный баланс поступающей и уходящей энергии в ОНДС. Уравнение (12) определяет входящую, производимую и уходящую с веществом или потоком радиации энтропию. Уравнение (13) определяет поступающее и уходящее из ОНДС вещество, то есть определяет баланс вещества.

Если принять условие выполнения принципа детального равновесия [13], когда можно пренебречь нелинейными связями различных каналов энергии, тогда потоки энергии, энтропии и вещества представляют собой сумму компонентов, соответствующих каждому i -му иерархическому уровню системы. Для этого случая система уравнений (11-13) принимает вид:

$$\dot{e}_i^{in} + \dot{e}_i^{out} = 0 \quad (14)$$

$$\dot{s}_i^{in} + \dot{s}_i^{pr} - \dot{s}_i^{out} = 0 \quad (15)$$

$$\dot{\rho}_i^{in} + \dot{\rho}_i^{out} = 0 \quad (16)$$

Даже для такого простейшего случая, которое может быть реализовано вблизи стационарного состояния, система уравнений (14-16) нелинейна, так как потоки эн-

тропии определяются нелинейной трансформацией энергии движения во внутреннюю энергию на соответствующем иерархическом уровне. Т.е. параметры для i -го уровня иерархии являются функциями энергии и вещества.

Естественно, что для сложных систем, разновидность форм приходящей и уходящей энергий и материи значительно сложнее, чем для систем МТ. Тем не менее, принцип баланса потоков энергии и энтропии при этом должен соблюдаться. В настоящее для описания неравновесных систем используют формулы Онзагера [14].

Очевидно, что для стационарности сложных ОНДС, прежде всего, нужен в среднем баланс потоков всех типов материи, энергий и энтропий. **Баланс входящих и исходящих потоков материи, энергии и энтропии, обеспечивающих стационарность ОНДС при заданных внешних ограничениях, является необходимым условием гармонии.**

Поскольку в общем случае ОНДС является иерархической системой, то **гармония, прежде всего, означает наличие баланса потоков энергии, энтропии, материи на всех иерархических уровнях ОНДС.** Отметим, что все элементы Вселенной с позиций детерминизма должны, так или иначе, быть взаимосвязаны. Поэтому **гармония возможна только лишь при балансе всех потоков энергии и энтропии во Вселенной.**

Понятие гармонии в определенной степени эквивалентно принципу наименьшего действия в классической механике [19]. Согласно этому принципу, МТ всегда движется по такому пути между заданными точками пространства, на котором она затрачивает минимальную работу. Здесь же система занимает такое состояние, когда разность входящих и уходящих потоков вещества и энергии стремится к нулю. Очевидно, что предложенное здесь определение гармонии приемлемо для любых систем.

Конечно, предложенные здесь формулы требуют своего развития. Но они полезны для определения путей изучения необходимых условий стационарности ОНДС

без детального рассмотрения сложных нелинейных процессов эволюции. Оно помогает найти принципы и законы, в соответствии с которыми ОНДС может существовать в стационарном состоянии, а также и то, как ОНДС определяется этими законами.

Условия для существования гармонии сильно усложняются по мере продвижения по иерархической лестнице. Если для простых ОНДС они заключаются, например, в поддержании градиентов системы за счет проходящего через нее потока тепла или вещества, то для живых организмов для реализации стационарного состояния уже требуется выполнение гораздо более сложных ограничений [20].

Заключение

Опираясь на возможность изучения диссипативных систем, появившуюся в результате решения проблемы необратимости, а также используя условие делимости материи до бесконечности, нами было показано, почему материю на всех ее иерархических ступенях следует представлять в виде совокупности ОНДС. То есть, показано, что ОНДС является структурным элементом материи на каждом ее иерархическом уровне. Этот вывод полностью вытекает из законов классической механики и подтверждается анализом современной картины мира.

На основе энергии выполнен анализ динамических свойств ОНДС. Так как ОНДС является открытой неравновесной диссипативной системой, то ее состояние определяется внешними потоками энергии, вещества, энтропии.

Отталкиваясь от выражения энергии ОНДС, найдена рекуррентная форма Д-энтропии для любой иерархической ступени материи.

Предложено обоснование универсальных принципов и законов возникновения, существования и развития ОНДС. Эти принципы выполняются на каждой ступени иерархической лестницы материи. Характерной чертой иерархической лестницы является то, что ее предшествующая ступень является структурным элементом последующей ступени. При этом законы эволюции

предшествующей ступени определяют законы эволюции последующей ступени.

Показана возможность формализации взаимосвязей законов на всех ступенях бесконечной иерархической лестницы материи. Приведены уравнения баланса, выполнение которых на всех иерархических ступенях материи необходимо для существования стационарных ОНДС.

Изучено, как внешние ограничения определяют эволюцию ОНДС, как опираясь на ПДС понятие Д-энтропии, можно определить условия гармонии ОНДС с внешними ограничениями.

Показано, что необходимым условием стационарности состояния ОНДС является равенство входящих и исходящих потоков энергии, энтропии, материи на каждом ее иерархическом уровне. Но согласно законам классической механики, для рассматриваемой модели системы из совокупности потенциально взаимодействующих МТ, возможно существование только положительных потоков энергии. Следовательно, как используемая модель, так и сами законы классической механики, не в силах объяснить наблюдаемую стационарность систем. Это означает, что законы классической механики необходимо дополнять другими законами. Например, возможность установления стационарного состояния может быть достигнута в результате теплового излучения энергии, которое определяется законом Планка.

Таким образом, изучение материи с позиций ОНДС, вне зависимости от ее сложности, позволяет:

- выделить принципы возникновения и существования ОНДС, определяемые потоками энергии, вещества и негэнтропии.

- показать: что гармония с внешними ограничениями достигается, благодаря балансу для ОНДС потоков энергии, вещества и энтропии; найти пути формализации задач.

- утвердить позиции детерминизма в построении физической картины мира.

Приведенные результаты получены благодаря существованию принципов перехода от «простого к сложному». Это означает, что зная эти принципы можно строить физическую картину мира.

Модель ОНДС хорошо согласуется и с возможным объяснением природы Эйнштейна-Подольского-Розена парадокса [22, 23, 24]. Действительно, если материя делима до бесконечности, то элементы распада любой частицы будут обладать внутренней энергией. Но тогда будет невозможным точное измерение координат и импульсов любого элемента распада и парадокс, таким образом, разрешается. Отметим, что к подобному выводу, но с позиций полевой структуры материи, пришли в работе [24]. В ней показано, что стохастический и детерминированный механизмы нелокальной эволюции не могут рассматривать квантовую частицу, как материальную точку, а должны рассматривать ее, как материальное поле, чтобы не противоречить специальной теории относительности. В целом подобное решение парадокса дает основание считать, что законы микро- и макромира согласованы. Это устраняет пессимизм по отношению к будущему физики [25].

Чрезвычайная сложность задач по изучению ОНДС заставляет предельно упрощать модели. Но то, что для простейших моделей появляется возможность описания процессов эволюции в рамках фундаментальных законов физики, то, что появляется план дальнейшего развития физики эволюции, которая, с нашей точки зрения, должна строиться, исходя из существования структурного элемента материи, является важным шагом по пути создания картины мира.

Конечно, есть множество вопросов, например, о рамках применимости используемой модели ОНДС, о полноте физических законов и принципов для построения физической картины мира [1, 2]. Очевидно, что, только в рамках законов классической механики, мы получаем основные принципы построения физики, но это далеко не все принципы. Для их более полного понимания необходимо решить вопросы, где и как обрывается бесконечная цепь структуры материи, каким образом она может возникать из фотонного газа [21], как она приобретает все те свойства материи, которые мы наблюдаем. Пока не ясно, как

прийти к законам электродинамики, законам квантовой механики и т.д. Но, исходя из единства мира, очевидно, что все недостающие для построения физической картины мира принципы и законы непротиворечиво связаны и согласованы друг с другом.

Продемонстрированная возможность вывода законов эволюции различных ступеней иерархической лестницы материи из законов классической механики, свидетельствует в пользу существования «теории всего»[8].

Литература:

1. Пенроуз Р. Путь к реальности или законы, управляющие Вселенной. Полный путеводитель- М.- Ижевск: 2007.- 912 с.
2. Callaway H.G. Fundamental Physics, Partial Models and Time's Arrow. Dec.2016 <https://www.researchgate.net/publication/296327588>.
3. Ginzburg V.L. Special sessioned.//Collegium of the journal, dedicated to the 90th anniversary of the Ginzburg V.L. UFN. - 2007. - 177(4). - 345.
4. Zaslavsky G.M. Stochasticity of dynamical systems. M. Science, 1984, 273 p.
5. Somsikov V. M. To the basics of the physics of evolution.- Almaty.- 2016.- 306 p.
6. Somsikov V. M. The equilibration of a hard-disk system. IJBC. –V. 14, No 11. – 2004. – P. 4027-4033
7. Anderson P. W. More Is Different. Sci., New Series, Vol. 177, No. 4047. p. 393-396
8. Hooft Gerard 't. Free Will in the Theory of Everything arXiv:1709.02874v1 [quant-ph] 8 Sep 2017
9. Вайнберг С *Мечты об окончательной теории* (М.: Урсс, 2004)
10. Somsikov V.M. Principles of Creating of the Structured Particles Mechanics. Journal of material Sciences and Engineering A (1). 2011. с.731-740
11. Клейн М.Дж. Макс Планкиначалоквантовой теории // УФН, Т.92, вып.4, с. 679-700
12. Голдстейн Г. Классическая механика. М. Наука. 1975. 416 с;

13. Somsikov V.M. Non-Linearity of Dynamics of the Non-Equilibrium Systems. World Journal of Mechanics, 2017, Vol.7 No.2, 11-23
14. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамик. Стат. Физика и Кинематика. – М.: Наука, 1977. – 532 с.
15. Somsikov V.M. The Dynamical Entropy. International Journal of Sciences. Volume 4 – May 2015 (05). С 30-36
16. Гейзенберг В. Открытие Планка и основные философские проблемы атомной теории УФН. 1968 г. Октябрь Т. LXII, вып. 2 с.163-175
17. Шрёдингер Э. Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки // М.-Ижевск.- НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика».- 2002.- 92 с.
18. Сомсиков В.М., Азаренко С.Н. Самосогласованная эволюция открытых неравновесных динамических систем. Физико-математические науки. ISSN. 2410-2563. Вестник современной науки. (РОССИЯ). № 2, 2015. с.20-31
19. Ланцош К. Вариационные принципы механики. – М.: Мир, 1962. – 408 с.
20. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем // М.- Наука. - 1994.- 238 с.
21. van der Mark M.B. and Hooft G.W. 't. Light is Heavy. arXiv:1508.06478v1 [physics.hist-ph] 26 Aug 2015
22. Somsikov V.M. Extension of the Schrodinger equation // EPJ Web of Conferences Baldin ISHEPP XXIII. –2017. –P.1-7.
23. A. Einstein, B. Podolsky and N. Rosen, “Can quantum mechanics description be considered complete?”, Phys. Rev., 47 (1935), 777–780
24. A. Yu. Samarin. Can quantum objects be point-like particles? arXiv:1710.10154v1 [physics.gen-ph] 23 Oct 2017
25. Rodney A. Brooks. A physics tragedy. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1710/1710.10291.pdf>

Принята в печать 25.09.2017

ОТКРЫТЫЕ НЕРАВНОВЕСНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Аннотация. Рассмотрены закономерности возникновения и эволюции открытой неравновесной динамической системы (ОНДС), как основного структурного элемента природы. Показано, как законы системы определяются законами динамики их элементов. Обсужден вопрос об универсальности законов эволюции ОНДС и их взаимосвязи с законами классической механики. Получено, как возможность представления физической картины материи в виде совокупности ОНДС следует из законов классической механики. Развивается новый подход к построению формализма для изучения эволюции природных систем. Этот формализм основан на существовании законов перехода между смежными иерархическими ступенями материи. С позиций детерминизма и на основе принципа дуализма симметрии системы и окружающей среды изучены условия стационарности и гармонии ОНДС с внешними ограничениями. Выделены принципы возникновения и существования ОНДС, определяемые внешними потоками энергии, вещества и негэнтропии. Показано, что эти принципы универсальны и не зависят от сложности ОНДС. Установлено, что гармония с внешними ограничениями достигается, благодаря балансу потоков энергии, вещества и энтропии для ОНДС, что позволяет формализовать решение задач по изучению ОНДС. Рассмотрено, как детерминизм помогает в построении законов развития физической картины мира.

Ключевые слова: Эволюция, динамика, системы, неравновесность, нелинейность.

В.М. Сомсиков

Ионосфера Института, Алма-Ата, Қазақстан, 050020.

vmsoms@rambler.ru

АШЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢСІЗДІК ДИНАМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР

Аннотация. Ашық теңсіздік динамикалық жүйелер (АТДЖ) эволюциясы мен оның пайда болу заңдылықтары табиғаттың негізгі құрылымдық элементтері ретінде қарастырылып отыр. Жүйе заңдылықтары динамика заңдарымен және олардың элементтерімен айқындалатыны көрсетілді. АТДЖ эволюциясының заңдарының әмбебаптығы туралы мәселе талқыланып және олардың классикалық механика заңдарымен өзара байланысы талқыланды. Табиғаттың физикалық көрінісі АТДЖ жиынтықтары ретінде көрсету мүмкіндігі классикалық физика заңдарының салдары екені көрсетілді. Табиғи жүйелердің эволюциясын зерделеу үшін жаңа көзқарас дамытылуда. Бұл формализм негізінде материяның қатар тұрған иерархиялық деңгейлердің арасында бір-біріне өту заңдылықтарының бар болуынан негізделген. Детерминизм тұрғысынан және жүйе мен қоршаған орта симметриясы дуализміне сүйене отырып АТДЖ-дің сыртқы шектеулермен гармониясы мен стационарлық шарттары зерттелген. Сырттан энергия, зат және негэнтропия ағымымен анықталатын АТДЖ-дің пайда болу және сақталу принциптері айқындалды. Ол принциптердің АТДЖ-дің күрделілігіне қарамастан универсалды екендігі көрсетілді. Сыртқы шектеулермен гармония энергия, зат және энтропия ағымы балансының арқасында отырып АТДЖ-дің сыртқы шектеулермен гармониясының орындалатыны және отырып АТДЖ-ге байланысты мәселелерді шешуге ықпал ететіні көрсетілді. Детерминизм ғаламның физикалық көрінісін қалыптастыруға ықпал ететіні көрсетілді.

Түйін сөздері: Эволюция, динамика, жүйелер, тепе-теңсіздік, бейсызықтық.

V.M. Somsikov

Institute of the Ionosphere, Almaty, 050020, Kazakhstan,

OPEN NON-EQUILIBRIUM DYNAMIC SYSTEMS

Abstract: The regularities of the emergence and evolution of an open nonequilibrium dynamic system (ONDS) as the main structural element of nature are considered. It is shown how the laws of the dynamics of their elements determine the laws of the system. The question of the universality of the laws of evolution of ONDS and their interrelation with the laws of classical mechanics is discussed. It is obtained that the possibility of representing the physical picture of matter in the form of a set of ONDS follows from the laws of classical mechanics. A new approach to the construction of a formalism for the study of the evolution of natural systems is developing. From the positions of determinism and based on the principle of symmetry duality of the system and the environment, the conditions of stationarity and harmony of ONDS with external constraints are studied. The principles of the emergence and existence of ONDS determined by energy, matter and negentropy fluxes are singled out. It is shown that these principles are universal and do not depend on the complexity of the ONDS. It is established that harmony with external constraints is achieved, thanks to the balance of energy, matter and entropy fluxes for ONDS, which allows one to formalize the solution of problems on the study of ONDS. Considered how determinism helps in building the laws of the development of the physical picture of the world. These results are obtained due to the existence of the principles of transition from "simple to complex." This means that, knowing these principles, you can build a physical picture of the world.

Keywords: Evolution, systems, dynamics, nonequilibrium.