

**В.М. Сомсиков**

*Институт ионосферы, Алматы, 050020, Казахстан,*

Email: [ymsoms@rambler.ru](mailto:ymsoms@rambler.ru)

## О ПОСТРОЕНИИ ФИЗИКИ ЭВОЛЮЦИИ

**Аннотация:** Рассматриваются вопросы, как и какие возможности, открывает детерминированный механизм необратимости (ДМН) для построения физики эволюции. С этой целью излагается природа ДМН. Показывается, как можно изучать неравновесные системы на основе механики структурированных частиц (СЧ). Рассматривается роль Д-энтропии, определяющей эффективность преобразования энергии движения системы в ее внутреннюю энергию, для механики неравновесных систем. Представляются основы формализма физики эволюции, полученные в результате использования уравнения движения СЧ вместо уравнения движения Ньютона, и рассматривается его отличие от формализма классической механики. Показывается и обосновывается, почему базовым элементом материи следует брать *открытую неравновесную динамическую систему (ОНДС)*. Исследуется вопрос об иерархичности ОНДС. Рассматриваются принципы возникновения, существования и развития ОНДС. Показывается, как внешние ограничения определяют эволюцию ОНДС. Исследуются вопросы об условиях стационарности ОНДС. Представляются уравнения, определяющие развитие ОНДС при условии их стационарности. Рассматриваются некоторые закономерности, определяющие поведение ОНДС и анализируется их зависимость от сложности ОНДС. Рассмотрены пути построения физики эволюции.

**Ключевые слова:** эволюция, динамика, системы, механика, энтропия, необратимость, формализмы классической механики.

### Введение

Основная задача физики - построение картины мира, главной чертой которой является эволюция. Но современная фундаментальная физика, описывающая эту картину, имеет существенный недостаток. Она, отвечая на вопрос, как устроен мир, не может учесть процессы эволюции. То есть, в рамках фундаментальных законов физики невозможно описать возникновение, развитие и распад систем, объяснить диссипативные процессы, фазовые переходы, невозможно понять сущность жизни и т.п. Это, главным образом, связано с обратимостью ее законов [1,2]. Впервые всю глубину проблемы необратимости в фундаментальной физике осознал Больцман. В результате усилий Больцмана и его последователей в прошлом веке удалось предложить статистическое объяснение ее механизма [3-7]. Объяснение опирается на гипотезу о существовании внешних хаотических флуктуаций, воздействующих на систему. Необходимость гипотезы объясняется тем, что экспоненциально неустойчивые по Ляпунову гамильтоновы системы, хотя и через сколь угодно большое,

но конечное время, возвращаются в любую сколь угодно малую наперед заданную окрестность исходной точки фазового пространства. Но при наличии сколь угодно малых флуктуаций внешних условий такое возвращение становится невозможным. А поскольку в природе все системы в той или иной степени открыты и находятся под влиянием внешних случайных воздействий, то это эквивалентно необратимости. Однако, использование вероятностной гипотезы в основе доказательства необратимости выводит его за рамки фундаментальной физики. Поэтому, хотя механизм необратимости был найден, поставленный Больцманом вопрос о возможности создания физической теории эволюции в рамках законов фундаментальной физики остался нерешенным. То есть, поиск детерминированного механизма необратимости (ДМН) - актуальная проблема современности. [6,7]. Действительно, в рамках найденного статистического механизма необратимости оставалось не ясно, можно ли, и если можно, то, как строить физическую теорию эволюции, то есть такую теорию, которая описывает возникновение,

развитие и распад систем в рамках фундаментальных законов физики [8]. Ведь если необратимость имеет случайную природу, то невозможно объяснить, как из хаоса возникает порядок. Но, пожалуй, самое главное, остался открытым вопрос: можно ли в рамках законов фундаментальной физики строить эволюционную картину мира.

Относительно недавно ДМН был предложен [8-11]. Он найден на основе уравнения движения структурированной частицы (СЧ). Согласно ДМН необратимость обусловлена тем, что для движущихся систем в неоднородном поле внешних сил часть их работы тратится на увеличение внутренней энергии. То есть, симметрия времени, основным условием сохранения которой является сохранение энергии движения тела, нарушается.

Существование ДМН свидетельствует о возможности описания диссипативных процессов в рамках фундаментальных законов физики. А поскольку диссипация является необходимым фактором для возникновения аттракторов [19], ДМН открывает путь к построению физики эволюции, для которой характерны необратимые процессы.

Задача этой статьи рассмотреть, как ДМН создает возможность построения физики эволюции. Для этого кратко изложена природа ДМН, и как он расширяет классическую механику. Показано, почему в качестве базового элемента материи следует брать открытую неравновесную динамическую систему (ОНДС). Исследован вопрос о ее структуре. Рассмотрены принципы возникновения, существования и развития ОНДС. Изучено, как внешние ограничения определяют эволюцию ОНДС, как можно установить закономерности поведения ОНДС. Определены условия, при которых ОНДС могут находиться в стационарных состояниях. Предложены пути построения физики эволюции.

### Природа ДМН

Поясним ключевые идеи и понятия, которые использовались при обосновании ДМН с помощью простейшего примера, демонстрирующего необратимость динамики тел, связанной с диссипацией его энергии движения. (см. рис. 10). На нем изображен кирпич, скатывающийся по наклонной шероховатой поверхности под действием силы тяжести.

В начальный момент энергия движения кирпича равна его потенциальной энергии в поле тяжести. В процессе скатывания по шероховатой поверхности часть этой энергии тратится на преодоление силы трения, которая идет на его нагрев кирпича. То есть, происходит диссипация энергии движения в тепловую энергию кирпича, эквивалентную внутренней энергии. В классической механике силу трения задают эмпирическим образом. Покажем, как в рамках законов классической механики можно получить ее аналитическое выражение, позволяющее описать необратимый процесс диссипации энергии движения тела в его внутреннюю энергию.

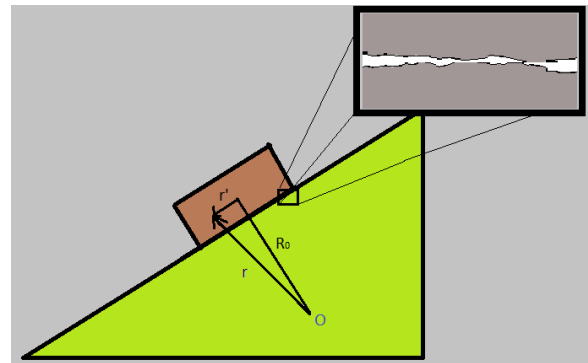


Рисунок 1 – Диссипативная динамика тела.

Представим кирпич равновесной системой потенциально взаимодействующих МТ (см. рисунок 1). Вектор  $r$  определяет положение одной из МТ в лабораторной системе координат с началом в точке  $O$ . Этот вектор можно записать в виде суммы векторов:  $r = R_0 + r'$ , где вектор  $R_0$  направлен в ЦМ системы, а вектор  $r'$  определяет положение МТ относительно ЦМ тела. Аналогичным образом задается вектор скорости МТ:  $v = V_0 + v'$ . Назовем систему координат такого представления дуальной системой координат (ДСК). Покажем, что в ДСК энергия тела распадается на энергию движения и внутреннюю энергию.

Пусть система состоит из  $N$  потенциально взаимодействующих МТ единичной массы. Из условия потенциальности сил следует их аддитивность, поэтому силы, действующие на каждую МТ, равны сумме сил

со стороны всех других МТ и внешних сил. Силы между МТ определяются расстоянием между ними. Кинетическая энергия системы,  $T_N$ , равна сумме кинетических энергий МТ. То есть,  $T_N = \sum_{i=1}^N mv_i^2/2$ , где  $v_i$  - скорость  $i$ -й МТ в лабораторной системе координат. Потенциальная энергия системы МТ в поле внешних сил -  $U_N^{env}$  равна сумме потенциальных энергий МТ. Потенциальная составляющая внутренней энергии складывается из энергий парных взаимодействий МТ между собой -  $U_N^{ins}(r_{ij}) = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N U_{ij}(r_{ij})$ , где  $i, j$  - номера МТ,  $i, j = 1, 2, 3 \dots N$ ;  $r_{ij} = r_i - r_j$  расстояние между  $i$  и  $j$  элементами. Энергия в лабораторной системе координат имеет вид:

$$E_N = T_N + U_N^{ins} + U_N^{env} = const \quad (1)$$

Перепишем энергию (1) в ДСК. То есть, перейдем в ДСК, где  $r = R_0 + r'$ ,  $v = V_0 + v'$  (см. рис.1, где индексы  $i$  опущены). Оказывается, что в ДСК квадратичную функцию кинетической энергии можно записать через квадратичную функцию, в которой аргументами являются относительные скорости МТ и скорость ЦМ системы [26]. Это следует из равенства:

$$N \sum_{i=1}^N v_i^2 = (\sum_{i=1}^N v_i)^2 + \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N v_{ij}^2. \quad \text{Выполним здесь замену:}$$

$$V_0 \equiv V_N = (\sum_{i=1}^N v_i) / N \text{ - скорость ЦМ; } v_i - v_j = v_{ij} = \dot{r}_{ij}. \text{ В результате получим: } T_N = [M_N V_N^2 + m/N \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N v_{ij}^2] / 2 \quad (а).$$

Теперь выполним в (1) замену:  $v_i = V_N + \tilde{v}_i$ , где  $\tilde{v}_i$  - скорости движения частиц относительно ЦМ. Так как при условии  $m=1$  имеем  $\sum_{i=1}^N \tilde{v}_i = 0$ , то получим:  $T_N = M_N V_N^2 / 2 + \sum_{i=1}^N m \tilde{v}_i^2 / 2$  (б). Из (а) и (б) видно, что сумма энергий относительных движений МТ и энергия, определяемая суммой кинетических энергий движения МТ относительно ЦМ, совпадают. Кинетическая энергия системы, представленная в ДСК, распалась на сумму кинетических энергий МТ относительно ЦМ и кинетическую энергию движения ЦМ системы.

Потенциальная составляющая энергии движения системы определяется суммарной потенциальной энергией всех МТ в поле

внешних сил и соответствует потенциальной энергии МТ в точке ЦМ, равной массе системы. Потенциальная составляющая внутренней энергии связана с энергией взаимодействия МТ.

Переменные, определяющие внутреннюю энергию, назовем микропеременными, а переменные, определяющие энергию движения системы, назовем макропеременными. Согласно (а, б) микро- и макропеременные независимы и принадлежат к двум различным группам симметрии. Это свидетельствует о наличии двух инвариантов, соответствующих двум группам симметрии, определяющим движение тел. С одним типом симметрии связана энергия движения тела, а со вторым- внутренняя энергия. Это означает, что движение структурированного тела определяется симметрией тела и симметрией пространства, в котором оно движется. Данное утверждение называется принципом дуализма симметрии (ПДС) [8-10].

В микро- и макропеременных переменных энергия системы имеет вид:

$$E_N = E_N^{tr} + E_N^{ins}, \quad (2)$$

где  $E_N^{ins} = T_N^{ins} + U_N^{ins}$  - внутренняя энергия, зависящая от микропеременных;  $T_N^{ins} = \sum_{i=1}^N m \tilde{v}_i^2 / 2$  - кинетическая составляющая внутренней энергии тела МТ,  $E_N^{tr} = T_N^{tr} + U_N^{tr}$  - энергия движения,  $T_N^{tr}$  - кинетическая энергия движения системы, зависящая от макропеременных.

В соответствии с (2), закон сохранения энергии системы следующий: *сумма энергии движения и внутренней энергии системы сохраняется вдоль ее траектории*. Таким образом, в ДСК возникает разделение энергии системы на сумму ее энергии движения и внутренней энергии. Покажем, как в ДСК можно изучать диссипативные процессы, связанные с преобразованием энергии движения во внутреннюю энергию.

Продифференцировав энергию системы (2) по времени, получим [30]:

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

$$\text{где } F^{env} = \sum_{i=1}^N F_i^{env}(R_N, \tilde{r}_i),$$

$$\dot{E}_N^{ins} = T_N^{ins}(\tilde{v}_i) + U_N^{ins}(\tilde{r}_i) = \sum_{i=1}^N \tilde{v}_i (m \dot{\tilde{v}}_i + F(\tilde{r}_i)_i),$$

$$M_N = mN, F_i^{env} = \partial U^{env} / \partial \tilde{r}_i,$$

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

Уравнение (3) определяет изменение энергии движения и внутренней энергии системы во внешнем поле сил. Правая часть определяет работу внешних сил.

Помножив уравнение (3) на  $V_N$ , разделив его на  $V_N^2$ , оставив в левой части инерциальную силу, получим уравнение движения системы:

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

Таким образом, мы получили уравнение движения системы с учетом диссипативных процессов. В общем случае уравнение (2) описывает движение системы МТ в неоднородном поле внешних сил. Согласно этому уравнению, нарушение симметрии времени связано с нарушением закона сохранения энергии движения системы, обусловленное трансформацией энергии движения тела во внутреннюю энергию.

Рассмотрим, как и от чего зависит трансформация энергии движения системы во внутреннюю энергию. Пусть выполняется неравенство  $R \gg \tilde{r}_i$ . Тогда силу  $F^{env}$  можно разложить по малому параметру  $\tilde{r}_i / R$ . Сохраняя в разложении члены нулевого и первого порядков малости, запишем:

$F_i^{env} \approx F_i^{env}|_R + (\tilde{r}_i \cdot \nabla) F_i^{env}|_R$ . Так как  $\sum_{i=1}^N \tilde{v}_i = \sum_{i=1}^N \tilde{r}_i = 0$  и  $\sum_{i=1}^N F_{i0}^{env} = N F_{i0}^{env} = F_0^{env}$ , то из уравнения (3) будем иметь:

$$V_N (M_N \dot{V}_N) + \dot{E}_N^{ins} \approx -V_N F_0^{env} - \sum_{i=1}^N (\tilde{r}_i \cdot \nabla) F_i^{env}|_R \tilde{v}_i. \quad (5)$$

Второй член в правой части (5) зависит как от микро, так и от макропеременных, принадлежащим разным группам симметрии. Поэтому этот нелинейный член *бисимметричный*. Он отличен от нуля только при наличии градиента сил, когда микро – и макропеременные зацепляются. В результате возникает преобразование энергии движения во внутреннюю энергию. Если градиенты внешних сил малы, то возникающим при этом нарушением равновесия СЧ можно пренебречь. Так как внутренняя энергия равновесной системы не может преобразовываться в энергию

движения, то это приводит к необратимости динамики СЧ.

Нелинейности, отвечающие за нарушение симметрии времени в результате преобразования энергии движения систем в любые другие типы ее энергии, названы *эволюционными* [8].

### Изучение НС на основе механики СЧ

В природе все тела в той или иной степени являются НС. Описанием релаксационных процессов установления равновесия в НС занимается кинетика [4]. Это описание опирается на вероятностные подходы, развитые в стат. физике [3,4]. В них используется метод статистических ансамблей. В его основе лежит представление системы совокупностью равновесных подсистем. Изучение НС с помощью уравнения движения СЧ также выполняется на основе метода статистических ансамблей. Но в отличие от кинетических методов, механика СЧ позволяет описывать процессы эволюции НС далеких от равновесия в рамках законов классической механики с учетом взаимодействия подсистем и при наличии внешних воздействий.

Учет движения СЧ в НС потребовал модификации используемого для их описания фазового пространства. Модификация заключается в том, что, что НС представляется совокупностью движущихся относительно друг друга СЧ. В этом случае состояние НС можно задать точкой в фазовом пространстве  $6K-1$  измерений, где  $K$  – количество СЧ в НС. Положение каждой СЧ задается тремя координатами и тремя компонентами импульсов. Такое пространство было названо *S-пространством*. Точки *S-пространства* характеризуют эволюцию НС [8]. При движении СЧ ее внутренняя энергия изменяется из-за взаимодействия с другими СЧ. Каждой точке *S-пространства* соответствуют состояния с разными значениями внутренней энергии СЧ. Эта неоднозначность устраняется, если *S-пространство* дополнить пространством микропеременных, определяющих движение МТ внутри СЧ. Такое дуальное пространство названо *SD-пространством* [8]. Наиболее просто *SD-пространство* выглядит для случая, когда СЧ можно считать равновесными в течение все-

го времени. Тогда дополнительное пространство сводится к  $K$  - мерной плоскости. В этом случае состояния СЧ определяются их внутренней энергией [8]. Равновесие соответствует тому, что вектор состояний НС лежит в  $D$ -пространстве. НС является третьей ступенью иерархической лестницы материи:  $MT \Rightarrow СЧ \Rightarrow НС$ . В природе в общем случае внутренняя структура тел самоподобна телу. То есть, она сама должна быть неравновесной. Поэтому цепочку следует продлить еще на один шаг:  $MT \Rightarrow СЧ \Rightarrow НС \Rightarrow ОНДС$  (а)

Возьмем в качестве НС систему из  $K$  СЧ, в каждой из которых содержится  $N$  одинаковых МТ. Масса такой НС равна  $M_{NS} = NKm$ . Уравнение энергии НС имеет вид [8]:

$$E_{NS} = \{M_{NS} V_{NS}^2 / 2 + U_{NS}^0\} + \left\{ \sum_{p=1}^K M_{SP} V_{SPp}^2 / 2 + \sum_{q=1}^{K-1} \sum_{p=1+q}^K U_{p,q} \right\} + \sum_{p=1}^K \left\{ \sum_{l=1}^N m v_{pl}^2 / 2 + U_p \right\} \quad (6)$$

$M_{SP} = mN$  - 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;

$V_{SPp}$  - скорость  $p$ -й СЧ;

$U_{p,q} = \sum_{l_{qj}=1}^{N-1} \sum_{l_{p1}=1+l_{qj}}^N U_{p_i, q_j}(r_{p_i, q_j})$  - 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 (6) определяет потенциальную энергию взаимодействий всех СЧ из НС.

Первый член в (6) - энергия 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 определяет кинетическую и потенциальную энергию МТ внутри всех СЧ. Четвертый член  $U_{NS}^0$  - потенциальную энергию НС в поле внешних сил.

В общем случае работа внешних сил тратится на движение НС в пространстве и на изменение внутренней энергии, которая складывается из кинетических энергий дви-

жения СЧ относительно ЦМ НС, их потенциальных взаимодействий, а также из их внутренних энергий. Внутренняя энергия СЧ складывается из кинетических энергий движения МТ относительно ЦМ и из потенциальных энергий их взаимодействий.

Иерархия независимых переменных, определяющих динамику НС, соответствует ПДС на каждом иерархическом уровне. Если замкнуть НС, то она перейдет в равновесное состояние, поскольку энергия относительных движений СЧ со временем перейдет в их внутреннюю энергию. Отсюда возможность существования стационарных НС обусловлена внешними потоками энергии, компенсирующими диссипацию энергий относительных движений СЧ. Диссипативные процессы в НС определяются с помощью анализа эволюционной нелинейности, ответственной за нарушение временной симметрии [17]. В статистической физике стремление НС к равновесию доказывается путем вариации энтропии НС при условии существования ее максимума в равновесном состоянии, и того, что максимальной энтропии соответствуют состояния, в которых система находится максимальное время. Равновесное состояние соответствует нулевым значениям энергии движения СЧ [4]. Это следует из того, что энергия относительных движений СЧ в равновесии удовлетворяет условию:  $T_K^{tr} \rightarrow 0$  при  $t \rightarrow \infty$ , где  $k$  - номер СЧ. Согласно принципу наименьшего действия, равновесие является устойчивым состоянием [8].

### Д-энтропия

То, что ПДС характерен, как для механики СЧ, так и для термодинамики, позволило ввести в механике СЧ **механический принцип энергии**. Он записывается так [21]:  $dU^{sp} = \delta E^{int} + \delta E^{tr}$ . В механике СЧ, работа внешних сил по ее перемещению рассматривается полностью. Но при этом работа по изменению внутренней энергии, в отличие от термодинамики, не делится на работу по изменению ее объема и тепла, как это делается в термодинамике. При анализе эволюции НС в таком разделении нет необходимости. В отличие от термодинамики, в механике СЧ учитывается градиент внешнего поля сил, благодаря которому возникает транс-

формация энергии движения СЧ в ее внутреннюю энергию. В термодинамике же энергия движения системы и изменяющие ее силы рассматриваются [3]. Следовательно, **механический принцип энергии** представляет собой полную работу внешних сил по перемещению системы и изменению ее внутренней энергии, а **термодинамический принцип** включает в себя только работу по изменению ее внутренней энергии, которая разбивается на работу по изменению объема системы и ее тепла. Хотя термодинамический принцип энергии отличается от механического принципа, они по физической сути совпадают. Действительно, работа по изменению объема тела соответствует работе по перемещению СЧ, совокупностью которых можно задать тело. А тепловая энергия эквивалентна сумме внутренних энергий СЧ. То есть, отличия механики СЧ от термодинамики не носят качественного характера, как в случае отличия механики Ньютона для бесструктурных тел от механики СЧ, учитывающую структуру тел.

Подобие термодинамического и механического принципов энергии, обусловленное учетом в механике СЧ изменения внутренней энергии, позволило ввести в механику СЧ **детерминированное** понятие энтропии, определив ее, как  $\Delta E^{\text{int}} / E^{\text{int}}$ . Она была названа **Д-энтропией** -  $S^d$  [18]. Для Д-энтропии больших систем справедлив второй закон термодинамики:  $dS^d / dt \geq 0$ . Для замкнутой НС, объем которой не меняется, изменение **Д-энтропии** определяется количеством энергии относительных движений СЧ, перешедшим в их внутреннюю энергию. Физический смысл Д-энтропии заключается в том, что энергия упорядоченного движения переходит в энергию хаотического движения совокупности МТ. Для хаотического движения МТ равновесной системы характерно то, что суммарный вектор их импульсов в любой выделенной подсистеме равен нулю. Это может служить определением равновесия системы. Изменение Д-энтропии для НС определяется суммой приращений Д-энтропий каждой СЧ. Это можно записать так [8,18]:

$$\Delta S^d = \sum_{L=1}^R \left\{ N_L \sum_{k=1}^{N_L} \left[ \int \sum_s F_{ks}^L v_k dt \right] / E_L \right\} (7)$$

$E_L$  - внутренняя энергия  $L$ -СЧ;  $s$  - внешние МТ относительно  $L$ -СЧ, взаимодействующие с ее  $k$ -ми МТ;  $F_{ks}^L$  - сила, действующая на  $k$ -ю МТ данной СЧ со стороны  $s$ -ой МТ другой СЧ;  $v_k$  - скорость  $k$ -й МТ.

*Д-энтропия применима не только для СЧ, но и для систем с малым количеством МТ. Изменение Д-энтропии малой системы может быть отрицательным* [13].

Для Д-энтропии не возникает проблем ее расчета для открытых НС, а вероятностные типы энтропии становятся эквивалентны ей в частных случаях консервативных систем [8,13]. Важность Д-энтропии связана еще и с тем, что образование аттракторов возможно только для диссипативных систем [19].

Механика СЧ позволяет обосновать не только законы термодинамики в рамках фундаментальных законов физики, но и законы неравновесной термодинамики, описывающей неравновесные процессы в сплошных средах на основе уравнений баланса массы, энергии, импульса, энтропии [3]. Также из механики СЧ следует бесконечная делимость материи [8]. Это согласуется с математическим описанием процессов возникновения аттракторов, превращения порядка в хаос и хаоса в порядок, что является главными атрибутами физики эволюции [19].

### О формализме физики эволюции

*Изучение НС выполняется на основе различных эмпирических модификаций кинетических уравнений [5]. Они построены на основе канонических формализмов классической механики и вероятностных закономерностей. В свою очередь, формализмы построены на основе уравнения движения Ньютона для МТ при условии выполнения гипотезы о голономности связей [14, 15]. Это привело к потере в формализмах ДМН [10]. Необратимость кинетических уравнений вводится искусственно с помощью эмпирических членов, которые приходится каждый раз для конкретной задачи получать из опыта. Но если опираться на **расширенные уравнения Лагранжа, Гамильтона, Лиувилля**, полученные, опираясь на уравнение движения СЧ, то эти члены возникают аналитическим образом. Вывод этих*

обобщенных уравнений осуществляется, как и в классическом случае. Но только вместо уравнения движения Ньютона берется уравнение движения СЧ. Обобщенное уравнение Лагранжа имеет вид [20]:

$$\sum_{i=1}^N \left( \frac{d}{dt} \frac{\partial L_p}{\partial v_i} - \frac{\partial L_p}{\partial r_i} \right) = \sum_{i=1}^N \Phi_i^p = \Phi^p \quad (8)$$

Здесь  $\Phi_i^p$  - непотенциальная составляющая сил, действующих на  $i$ -ю МТ, входящую в  $p$ -ю СЧ,  $i=1,2,3...N$ ,  $\Phi^p$  - результирующие силы, меняющие внутреннюю энергию  $p$ - СЧ. Эти силы определяются вторым членом правой части уравнения (4).

Из (8) стандартным образом получаем уравнения Гамильтона [20]:

$$\frac{\partial H_p}{\partial r_i} = -\dot{p}_i + F_i^p, \quad \frac{\partial H_p}{\partial p_i} = v_i, \quad (8a)$$

Здесь  $H^p$  - функция Гамильтона для  $p$ -й СЧ,  $\dot{p}_i$  - импульс  $i$ -й МТ. Отсюда выводится расширенное уравнение Лиувилля для СЧ [20]:

$$\begin{aligned} \frac{df_p}{dt} &= \frac{\partial f_p}{\partial t} + \sum_{i=1}^N \{v_i (\partial f_p / \partial r_i) + \dot{p}_i (\partial f_p / \partial p_i)\} = \\ &= -f_p \sum_{i=1}^N \partial F_i^p / \partial p_i \end{aligned} \quad (9)$$

Здесь  $f_p$  - функция распределения МТ в  $p$ -й СЧ,  $v_i, r_i, p_i$  - скорость, координаты и импульс  $i$ -й МТ,  $N$  - число МТ в СЧ. Правая часть уравнения (9) отлична от нуля из-за учета внешних сил, меняющих внутреннюю энергию СЧ.

Формальное решение уравнения (9) имеет вид:

$$f_p = f_0 \exp \left\{ - \int \left( \sum_{i=1}^N \partial F_i^p / \partial p_i \right) dt \right\} \quad (10)$$

Из (10) следует, что со временем функция распределения стремится к равновесной.

Уравнения (8-10) применимы для изучения процессов установления равновесия в НС, так как они описывают переход энергий движения СЧ в их внутреннюю энергию. Видим, что  $S$ -пространство сжимаемо. Только в равновесном или стационарном состояниях системы,  $S$ -пространство совпадает с обычным фазовым пространством.

Расширенные скобки Пуассона для НС строятся, как и обычные скобки Пуассона, только вместо уравнения движения для

МТ используется уравнение движения СЧ. Определяемые ими инварианты, зависят от микро- и макропеременных [8]. Общим их инвариантом является сумма энергии движения и внутренней энергии.

Покажем, как учет диссипативных сил в движущихся в неоднородных полях системах модифицирует принцип наименьшего действия.

Условие голономности связей эквивалентно потенциальности коллективных сил, определяющих движение системы. Это видно из того, что к уравнению Лагранжа можно прийти как вариационным методом, так и интегрированием уравнения Даламбера по времени при потенциальности внешних сил. Интегрируя уравнение Даламбера с фиксированными начальными и конечными точками траектории системы, получим [14]:

$$\int_{t_1}^{t_2} \delta w dt = \delta \int_{t_1}^{t_2} L_0 dt = \delta A = 0, \quad (11)$$

где  $A = \int_{t_1}^{t_2} L_0 dt$  - действие,  $L_0$  - канонический лагранжиан для голономных систем.

Выражение (11) - принцип наименьшего действия. Согласно этому принципу, движение системы происходит таким образом, что определенный интеграл с фиксированными начальным и конечным положениями системы имеет стационарное значение по отношению к любым возможным изменениям ее траектории. Отсюда для потенциальных сил имеем:  $\delta A = 0$  [14, 15]. Этот случай справедлив для систем, близких к равновесию. В общем случае для СЧ в неоднородном поле сил вместо уравнения (11) имеем [21]:

$$\int_{t_1}^{t_2} \delta w dt = \delta \int_{t_1}^{t_2} L dt = \delta A^d \neq 0 \quad (12)$$

Здесь  $A^d$  - член, обусловленный нелинейным преобразованием энергии движения системы во внутреннюю энергию. В простейшем случае  $A^d$  - билинейная функция и, согласно уравнению (5), имеет место [22]:

$$A^d = \delta \int \sum_{i=1}^R (\Phi_i dr_i) dt \quad (13)$$

Выражение (13) это расширенный или модифицированный принцип наименьшего действия для систем в неоднородном поле внешних сил.

**Канонические уравнения формализмов классической механики являются частным случаем соответствующих им**

*расширенных уравнений, которые составляют основу формализма физики эволюции, приемлемого для описания диссипативных процессов.*

### ОНДС-базовый элемент в физике эволюции

Процессы образования и эволюции любого природного объекта математически описываются на языке аттракторов в фазовом пространстве [15]. Само возникновение аттракторов возможно только при наличии диссипации. Диссипация неразрывно связана с ДМН. Согласно ДМН, необратимость возможна только для систем. Для бесструктурных тел она невозможна [21]. Следовательно, образование, эволюция тел возможны лишь в том случае, если эти тела, а также их структурные элементы являются взаимодействующими динамическими системами. Отсюда также следует открытость структурного элемента материи, поскольку обмен энергией, импульсами, материей, обуславливающих возникновение и существование структур, возможен только при их взаимодействиях. То, что первичный элемент должен быть *системой*, следует из невозможности возникновения и существования бесструктурных элементов и из бесконечной делимости материи. Если тела обмениваются потоками материи, энергией, импульсом, то они ОНДС, поскольку в равновесных телах отсутствуют потоки энергии и импульса. Таким образом, приходим к выводу, что *описание процессов возникновения, эволюции и распада тел в природе возможно только на основе ОНДС.*

Поскольку ОНДС - базовый элемент материи, то *одной из основных задач физики эволюции является изучение принципов и законов возникновения, развития и разрушения ОНДС на основе фундаментальных законов физики* [8]. Идеи об использовании ОНДС в качестве простейшего базового элемента материи были высказаны в работе [23]. Они опираются на заключение о бесконечной делимости материи и невозможности существования бесструктурных элементов. То есть, если не учитывать структурность базового элемента материи, то невозможно описание процессов возникновения, эволюции систем в природе. Ниже более глубоко обос-

нуем эти идеи.

Из условия бесконечной делимости материи следует, что в качестве минимальной ОНДС можно взять квантовый осциллятор, поскольку он обладает внутренней энергией и энергией движения. Такому ОНДС присущ корпускулярно – волновой дуализм [22]. Этот дуализм для осциллятора можно объяснить тем, что его движение определяется колебанием элементов осциллятора относительно ЦМ и поступательным движением. Причем при прохождении потенциального барьера, каким, например, может являться щель, его траектория будет определяться фазой взаимодействия с барьером [13]. Не исключено, что этим можно объяснить дифракционную картину на экране при прохождении через щель потоков квантовых частиц.

Для тел, состоящих из ОНДС присущи следующие принципы построения законов тел на базе законов их элементов [9, 23]:

1. Законы верхнего иерархического уровня следуют из законов нижнего иерархического уровня;
2. Модель тела, представляющую собой систему структурных элементов 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 дополняется фундаментальными понятиями и параметрами, отображающими новые свойства верхнего иерархического уровня;
5. Силы следует определять из характера трансформации соответствующих энергий;
6. Эволюция тел на каждом иерархическом уровне определяется на основе ПДС.
7. Для описания процессов возникновения и эволюции тел необходимо учитывать структурность их базовых элементов.



Эти принципы следуют из природы формирования свойств системы на основе свойств их элементов [8]. Они согласуются с принципами причинности, детерминизма и единственности картины мира [24]. Общность предложенных принципов позволяет использовать их и для построения картины мира.

### Иерархия ОНДС

Энергия тел состоит из энергии их движения и внутренней энергии. Внутренняя энергия разбивается на сумму энергий относительных движений ее составных элементов и их внутренних энергий. В свою очередь энергия элементов также разбивается на два типа энергии и так далее. То есть, ОНДС существует на каждом иерархическом уровне материи. Энергия внешнего поля для каждой иерархической ступени ОНДС идет как на изменение ее энергии движения, так и на изменение энергии относительных движений ее частей. В соответствии с этой иерархией энергии ОНДС следует определять и иерархию ее Д-энтропии [18]. Работа внешних сил тратится как на перемещение ОНДС, так и на приращение Д-энтропии. Увеличение внутренней энергии складывается из изменения энергий движения составных частей ОНДС относительно ЦМ, и изменения их внутренних энергий. То есть, Д-энтропия, как и энергия, обладает иерархией. Часть внутренней энергии, определяемая Д-энтропией, является энергией относительно движения составных частей ОНДС. Так же, как и часть внутренней энергии ОНДС, определяющая Д-энтропию, является кинетической энергией относительно движения подсистем, из которых состоят части ОНДС и так по цепочки вплоть до минимальной ОНДС. Это можно назвать *принципом относительности энергии и Д-энтропии для ступеней иерархической лестницы материи*. Для ОНДС этот принцип можно записать через приращение его энергии и Д-энтропии за счет работы внешних сил таким образом [26]:

$$\begin{aligned} \Delta E_{ONDS} &= \Delta E_{ONDS}^{mot} + \Delta E_{ONDS}^{int} ; \\ \Delta E_{ONDS}^{int} &= \Delta E_{NS}^{mot} + \Delta E_{NS}^{int} ; \Delta E_{NS}^{int} = \Delta E_{SP}^{mot} + \Delta E_{SP}^{int} ; \\ \Delta E_{SP}^{int} &= \Delta E_{MP}^{mot} \quad (14a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_{ONDS}^d &= \Delta E_{ONDS}^{int} / E_{ONDS}^{int} ; \Delta S_{NS}^d = \Delta E_{NS}^{int} / E_{NS}^{int} ; \\ \Delta S_{SP}^d &= \Delta E_{SP}^{int} / E_{SP}^{int} ; \Delta S_{MP}^d = 0 \quad (14b) \end{aligned}$$

Здесь (14а, 14b) цепочки приращений энергий и Д-энтропии иерархии тела, движущегося в неоднородном поле сил. Энергии соответствующих структур состоят из суммы их энергий движения и внутренних энергий, обозначенных верхним индексом «*mot*» и «*int*» соответственно.

Если последовательно выражать в уравнении (14b) все члены через энергию движения соответствующего иерархического уровня, то получим уравнение [26]:

$$\Delta S_{ONDS}^d = (\Delta E_{NS}^{mot} + \Delta E_{SP}^{mot} + \Delta E_{MP}^{mot}) / (E_{NS}^{mot} + E_{SP}^{mot} + E_{MP}^{mot}) \quad (15)$$

Отметим, что если принять бесконечную делимость материи, то получим рекуррентную форму Д-энтропии для  $R$ -го иерархического уровня материи:

$$\Delta S_R^d = \sum_{i=1}^R \Delta E_i^{mot} / \sum_{i=1}^R E_i^{mot}, i=1,2,3...R. R \rightarrow \infty \quad (16)$$

Т.е., на каждом иерархическом уровне Д-энтропия определяется изменениями энергии движения, а также полной энергией движения всех элементов системы.

Из иерархии энергий на каждой ступени иерархической системы следует рекуррентное уравнение для энергии ОНДС  $R$ -го уровня, которое можно представить так:

$$E_R = E_R \{ E_{R-1} \{ E_{R-2} \dots \{ E_0 \} \} \}, R \rightarrow \infty \quad (17)$$

Поскольку мы исходим из условия, что материя на каждой ступени иерархической лестницы представляет собой ОНДС, то уравнения (13-17) и соответствующие им уравнения движения должны определять общие эволюционные характеристики материи.

Уравнение движения ОНДС следует из уравнения для энергии (6). Из-за новых типов энергии в ОНДС, это уравнение зависит от иерархии микро- и макропеременных, которая определяется условием (а). Этой иерархии переменных соответствует иерархия коллективных сил, определяющих движение составляющих ОНДС подсистем, и иерархии изменений их внутренних энергий.

Таким образом, из условия бесконечной делимости материи следует, что материя построена из ОНДС. ОНДС состоят из вложенных друг в друга структурных элементов, которые также представляют собой

ОНДС и так до бесконечности. Каждому иерархическому уровню ОНДС соответствуют свои силы. В природе иерархия сил выстраивается в соответствии с молекулярными, атомными, ядерными и другими силами. Причем 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, тем глубже по иерархической лестнице сил может идти изменение внутренней энергии и соответствующая перестройка системы. Когда внешние силы много меньше внутренних сил, уравнение движения ОНДС сводится к уравнению Ньютона.

Ниже в приближении неравновесной термодинамики рассмотрим некоторые общие свойства ОНДС. Учтем при этом, что ключевые параметры, определяющие эволюцию систем - это энергия, энтропия и их масса. Остальные величины, характеризующие эволюцию, могут быть определены с помощью этих ключевых параметров.

### Внешние ограничения и стационарность ОНДС

Поскольку в общем случае в природе все тела являются ОНДС, то возникает вопрос о том, каким образом реализуется их стационарность. Очевидно, что она создается с помощью соответствующих типов внешних ограничений, которые способны обеспечить баланс на всех иерархических уровнях входящих и исходящих потоков вещества, энергии, энтропии при условии, что этот баланс поддерживает структуру ОНДС. В дальнейшем такой поток, который обеспечивает стационарность тел, будем называть **балансным**. Простым примером стационарных ограничений является поддерживаемый перепад температуры на границах системы, который приводит к градиенту температуры внутри системы. Соответствующий градиенту температуры балансный поток тепла приводит, например, к образованию конвективных ячеек Бенара в жидкости [3]. Если же гипотетически лишить ОНДС их взаимодействия с окружающим 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 ключевыми и определяющими свойствами эволюции на всех иерархических ступенях ОНДС являются диссипативные процессы. То есть, внешние ограничения должны обеспечивать потоки, компенсирующие производство энтропии на всех иерархических ступенях ОНДС.

Чем выше на иерархической лестнице материи находится ОНДС, тем сложнее должны быть внешние ограничения, обеспечивающие стационарность. Например, если для конвективной ячейки Бенара стационарность обеспечивается постоянством потока тепла, то для поддержания стационарности в более сложной ОНДС, например, в живой клетке, балансный поток состоит из различных типов веществ и энергии. Причем само поступающее вещество также является совокупностью ОНДС. Внешние ограничения, которые поддерживают ОНДС в стационарном состоянии и позволяют им эволюционировать в соответствии с присущими им процессами, будем называть *гармоничными ограничениями*.

Состояния ОНДС на каждой иерархической ступени определяются ПДС. На основе ПДС определяется движение ОНДС в неоднородном поле внешних сил, представляющее собой внешнее ограничение системы. Причем, *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 природу эволюции на примере систем классической механики. Будем исходить из условия, что их состояние определяется внешними ограничениями. Пусть ОНДС движется в неоднородном поле внешних сил. Ключевыми параметрами такой системы, определяющими ее динамику, являются энергия ее движения и внутренняя энергия. Внешние силы совершают работу как по перемещению системы в пространстве, так и по изменению ее внутренней энергии, то есть, по изменению Д-энтропии.

Установление стационарности ОНДС только в рамках законов механики невозможно. Действительно, согласно законам классической механики для СЧ может существовать только постоянный прирост Д-энтропии. Это означает бесконечное увеличение ее внутренней энергии. Это противоречие устраняется, например, в результате теплового излучения Планка внутренней энергии [3]. Неравновесность тел поддерживается тем, что произведенная внутри энтропия «выносятся» с энергией излучения и для стационарной ОНДС, производство энтропии равно разности энтропий входящего и исходящего потоков радиации и/или вещества [23]. Рассмотрим, какими должны быть уравнения баланса при условии гармоничности ограничений.

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 на всех иерархических уровнях можно рассматривать независимыми, а стационарное состояние ОНДС определяется уравнениями баланса энергии, энтропии и вещества, которые имеют вид [23- 26]:

$$\dot{E}^{in} = 0, \dot{E}^{out} = 0, \quad (18)$$

$$\dot{S}^{in} + \dot{S}^{pr} - \dot{S}^{out} = 0 \quad (19)$$

$$\dot{P}^{in} + \dot{P}^{out} = 0. \quad (20)$$

Здесь  $E^{in} = \sum_{i=1}^R e_i^{in}(\lambda_i^e, r, P^{in}, t)$ ,  $E^{out} = \sum_{i=1}^R e_i^{out}(\lambda_i^e, r, P^{out}, t)$ ,  $E^{out}$  - входящая в ОНДС и выходящая из нее энергии соответственно;  $N$  число иерархических уровней [26]:

$$S^{in} = \sum_{i=1}^R s_i^{in}(\lambda_i^s, r, P^{in}, E^{in}, t),$$

$$S^{pr} = \sum_{i=1}^R s_i^{pr}(\lambda_i^s, r, t),$$

$$S^{out} = \sum_{i=1}^R s_i^{out}(\lambda_i^s, r, P^{out}, E^{out}, t),$$

где  $S^{in}, S^{pr}, S^{out}$  - 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. В простейшем случае 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. Входящие и исходящие потоки энергии и энтропии также зависят от поступающего и исходящего потоков вещества. Кроме того, входящая и исходящая энтропия зависит от соответствующих потоков энергии.

Уравнение (18) определяет полный баланс поступающей и уходящей энергии в ОНДС. Уравнение (19) определяет приходящую, производимую и уходящую с веществом или потоком радиации энтропию. Уравнение (20) определяет поступающее и уходящее из ОНДС вещество, то есть определяет баланс вещества. Причем поступающее вещество на соответствующий иерархический уровень само представляет ОНДС более низкого уровня.

Если выполняется принцип детального равновесия, то потоки энергии, энтропии и вещества представляют собой сумму компонентов, соответствующих каждому  $i$ -му иерархическому уровню системы, а система уравнений (18-20) принимает вид [26]:

$$\dot{e}_i^{in} + \dot{e}_i^{out} = 0 \quad (21)$$

$$\dot{s}_i^{in} + \dot{s}_i^{pr} - \dot{s}_i^{out} = 0 \quad (22)$$

$$\dot{\rho}_i^{in} + \dot{\rho}_i^{out} = 0 \quad (23)$$

Даже для такого простейшего случая система уравнений (21-23) непростая. Ведь компоненты потоков энтропии, энергии, вещества для различных иерархических уровней в любом случае взаимозависимы, хотя в некоторых случаях эта зависимость может определяться постоянными коэффициентами.

В общем случае разновидность форм приходящей и уходящей энергий и материи значительно сложнее, чем для систем МТ. Тем не менее, принцип баланса потоков энергии и Д-энтропии для существования стационарного состояния системы должен соблюдаться. 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

на всех иерархических уровнях при условии сохранения их структур, назовем *гармонией* [8].

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 для всех объектов Вселенной. Понятие гармонии в определенной степени эквивалентно принципу наименьшего действия в классической механике [8, 18]. Согласно этому принципу, МТ всегда движется по такому пути между заданными точками пространства, на котором действие минимально. Предложенное здесь определение гармонии приемлемо для любых систем.

Конечно, уравнения, определяющие стационарности ОНДС не замкнуты. Чтобы замкнуть их, требуется написать уравнения для всего бесконечного иерархического ряда элементов, что практически невозможно. Однако этот ряд можно обрезать, в зависимости от поставленной задачи. Теоретически это не простая задача. Тем не менее, приведенные уравнения полезны для определения путей изучения необходимых условий стационарности ОНДС без детального рассмотрения сложных процессов эволюции. Они могут помочь выявить принципы и законы, в соответствие с которыми ОНДС может возникать, эволюционировать и существовать в стационарном состоянии. Очевидно, что условия существования гармонии сильно усложняются по мере продвижения по иерархической лестнице. Если для трехступенчатой иерархии  $MT \Rightarrow SC \Rightarrow HC$  они заключаются, например, в поддержании градиентов системы за счет проходящего через нее потока энергии, то для живых организмов требуется выполнение гораздо более сложных ограничений [25].

### **Заключение.**

Все природные системы представляют собой иерархию ОНДС, поскольку бесструктурные элементы не могут возникать, и не могут эволюционировать. То есть, процессы эволюции возможны только для ОНДС.

Из существования принципов перехода от законов эволюции для элементов к законам эволюции их систем, установленных в

механике СЧ, следует существование универсальных принципов и законов возникновения и развития ОНДС для всех ступени иерархической лестницы материи. Характерной чертой иерархической лестницы материи является то, что ее предшествующая ступень может служить структурным элементом последующей ступени.

Наличие связи между иерархическими уровнями ОНДС следует из детерминированности связи между законами динамики МТ и СЧ. Законы, определяющие эволюцию верхнего иерархического уровня системы, следуют из законов нижних иерархических уровней ОНДС. То есть, все наблюдаемые в природе свойства живой и неживой материй связаны между собой.

Возникновение, эволюция систем, представляющих собой иерархию ОНДС, определяются внешними ограничениями, опираясь на ПДС и Д-энтропию. Для иерархической ступени материи существует рекуррентная форма Д-энтропии. Причем энтропия иерархической системы взаимосвязана с энергией движения на каждом ее иерархическом уровне. То, что Д-энтропия определяет диссипативные силы, может оказаться важным также и для поиска природы фундаментальных сил. Не случайно эти силы пытаются связать с энтропийной природой. Более того, в процессе доказательства ДМН было показано, что область использования вероятностных законов определяется законами механики. То есть, вероятностный механизм необратимости является следствием ДМН.

Стационарность ОНДС для достаточно простых систем, достигается за счет внешних ограничений, при балансе потоков энергии, вещества, энтропии, поддерживающих состояния согласованных между собой ОНДС. Причем, стационарность верхних иерархических уровней ОНДС может поддерживаться поступлением в систему базовых для них ОНДС. Для более сложных ОНДС, таких, как живая клетка, стационарность обеспечивается более сложными свойствами систем. Например, такими как обратная связь между неоднородной средой и организмом, самовоспроизводством, мыслительными процессами и другими сложными адаптивными свойствами высокоорганизованных

систем. Но все эти свойства, насколько бы они сложными не казались, должны иметь генетическую связь с более простыми свойствами систем нижнего иерархического звена, поскольку более простые системы являются базовыми элементами сложных систем.

Конечно, есть множество вопросов, например, о рамках применимости используемой модели ОНДС, о полноте физических законов и принципах построения физической картины мира и т.п. Так, очевидно, что законы классической механики необходимо дополнять другими законами физики, а перечисленные принципы построения физики, полученные в рамках законов классической механики, далеко не полны. Для их полноты необходимо решить вопросы, как ведет себя иерархическая цепь структуры материи в ее фундаменте, как она связана с полевой формой материи, как полевая форма материи приобретает все те свойства материи, которые мы наблюдаем. Нет достаточной ясности в том, как прийти к законам электродинамики, законам квантовой механики. Предстоит выполнить большой объем исследований для определения балансных условий для заданной ОНДС. Необходимо рассмотреть проблемы получения законов, инвариантов, определяющих верхний иерархический уровень ОНДС через законы и инварианты нижних иерархических уровней. Но, исходя из условия единства мира, очевидно, что все недостающие для построения физической картины мира принципы и законы должны быть непротиворечиво связаны и согласованы друг с другом.

Использование модели элемента материи в виде ОНДС также необходимо для решения ключевой проблемы физики, имеющей огромное практическое значение: как задать внешние ограничения, чтобы получить систему с заданными свойствами.

В целом, полученные результаты демонстрируют возможность построения самоогласованной физической картины мира, необходимость и перспективность использования ОНДС, как элемента материи. Но для всего этого необходимо будет построить физику эволюции, опираясь на существующие и, может быть, пока неизвестные, но согласованные между собой фундаментальные законы физики.

### **Список литературы:**

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. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинам. Стат. Физика и Кинематика. М.: Наука, 1977. 532 с
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М. 1976. 583 с.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Физическая кинетика. М. Наука. 1979. 528с.
6. Ginzburg V.L. Special session dedicated to the 90<sup>th</sup> anniversary of the Ginzburg V.L. UFN. 2007. 177(4). 345.
7. Zaslavsky G.M. Stochasticity of dynamical systems. M. Science, 1984, 273 p.
8. Somsikov V. M. To the basics of the physics of evolution. Almaty. 2016. 306 p.
9. Somsikov V.M. Principles of Creating of the Structured Particles Mechanics. Journal of material Sciences and Engineering A (1). 2011. с.731-740
10. Somsikov V.M. Irreversibility and physics of evolution. Proc. of 10-th Chaotic Modeling and Simulation Internat. Confer. Barcelona, 2018. P.789-803.
11. Сомсиков В.М. О путях развития редукционизма. ПЭОС. 2007, В. 9, т.1, с.3-12
12. Lyubarskii G.Y. Group theory and its application in physics. Fiz.mat, Moscow. 1958. 358 p.
13. Somsikov V.M., A.B. Andreyev A.B., Mokhnatkin A.I. Relation between classical mechanics and physics of condensed medium. Intern. Journal of Physical Sci. Vol. 10(3). 2017. pp. 112-122.
14. Голдстейн Г. Классическая механика. М. Наука. 1975. 416 с;
15. Ланцош К. Вариационные принципы механики. М.: Мир, 1962. 408с.
16. Somsikov V.M. Limitation of classical mechanics and ways it's expansion. ISHEPP XXII. Dubna, 2014. P.1-12
17. Somsikov V.M. Non-Linearity of Dynamics of the Non-Equilibrium Systems. World Journal of Mechanics. Vol. 2(7). 2017. P.11-23.
18. Somsikov V.M. The Dynamical Entropy. International Journal of Sciences. V. 4. May

2015 (05). С 30-36

19. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. М. Наука. 1990. 272 с.

20. Somsikov V.M. The equilibration of a hard-disks system. *ИЖС*. 2004. V.14(11). P.4027-4033.

21. Somsikov V.M. Deterministic mechanism of irreversibility. *Journal of Advances in Physics*.

V. 14. Is. 3. 5708-5733p. DOI:

10.24297/jap.v14i3.7759 ISSN: 2347-3487

22. Somsikov V.M. Limitation of classical mechanics and ways it's expansion. *ISHEPPXXII*. Dubna, (2014). 1-12.

23. Сомсиков В.М. Открытые неравновесные динамические системы. ПЭОС. 2017. № 19(2). -С.33-47.

24. Пригожин И. Отсутствующее гоквозникающему. М., Наука, 1980, 342 с.

25. Шредингер А. Что такое жизнь. Атомиздат. 1972. 88с.

26. Сомсиков В.М. Открытые неравновесные динамические системы // ПЭОС. – 2017. – № 19(2). - С.33-47.

**Принято к печати 10.10.2018**

**В.М. Сомсиков**

*Институт ионосферы, Алматы, 050020, Казахстан,*

Email: [ymsoms@rambler.ru](mailto:ymsoms@rambler.ru)

## **О ПОСТРОЕНИИ ФИЗИКИ ЭВОЛЮЦИИ**

**Аннотация:** Рассматриваются вопросы, как и какие возможности, открывает детерминированный механизм необратимости (ДМН) для построения физики эволюции. С этой целью излагается природа ДМН. Показывается, как можно изучать неравновесные системы на основе механики структурированных частиц (СЧ). Рассматривается роль Д-энтропии, определяющей эффективность преобразования энергии движения системы в ее внутреннюю энергию, для механики неравновесных систем. Представляются основы формализма физики эволюции, полученные в результате использования уравнения движения СЧ вместо уравнения движения Ньютона, и рассматривается его отличие от формализма классической механики. Показывается и обосновывается, почему базовым элементом материи следует брать открытую неравновесную динамическую систему (ОНДС). Исследуется вопрос об иерархичности ОНДС. Рассматриваются принципы возникновения, существования и развития ОНДС. Показывается, как внешние ограничения определяют эволюцию ОНДС. Исследуются вопросы об условиях стационарности ОНДС. Представляются уравнения, определяющие развитие ОНДС при условии их стационарности. Рассматриваются некоторые закономерности, определяющие поведение ОНДС и анализируется их зависимость от сложности ОНДС. Рассмотрены пути построения физики эволюции.

**Ключевые слова:** эволюция, динамика, системы, механика, энтропия, необратимость, формализмы классической механики.

**V.M. Somsikov**

*Institute of Ionosphere, Almaty, 050020, Kazakhstan*

## **ON THE CONSTRUCTION OF THE PHYSICS OF EVOLUTION**

**Abstract:** Questions, as well as what opportunities, the deterministic irreversibility mechanism (DMI) opens up for building of the physics of evolution are considered. To this aim the nature of DMI is described. It is shown how to study non-equilibrium systems based on the mechanics of the structural particles (SP). The role of D-entropy, which determines the efficiency of conversion of the motion energy of the system's into its internal energy, is considered for the mechanics of non-equilibrium systems. The fundamentals of the evolutionary physics formalism, derived from the use of the motion equation of the mean instead of the Newton's motion equation of are presented, and its difference from the formalism of classical mechanics is considered. It is shown and justified why the base element of matter should be taken as an open nonequilibrium dynamic system (ONDS). We study the question of the hierarchy of odds. The principles of the emergence, exist-

ence and development of ONDS are considered. It is shown how external constraints determine the evolution of overheads. Investigated questions about the conditions of stationarity ONDS. The equations that determine the development of ONDS under the condition of their stationarity are presented. Some patterns that determine the behavior of ONDS are considered and their dependence on the complexity of ONDS is analyzed. The ways of constructing of the physics of evolution are considered.

**Keywords:** evolution, dynamics, systems, mechanics, entropy, irreversibility, formalism of classical mechanics.

**В.М. Сомсиков**

*Ионосфера институты, Алматы қ., Қазақстан*

## **ФИЗИКА ЭВОЛЮЦИЯСЫН ҚҰРУ ТУРАЛЫ**

**Аннотация:** Эволюция физикасын құру үшін қайтымсыздықтың детерминирленген механизмін (ҚДМ) қалай және қандай мүмкіндіктер қарастырылады. Осы мақсатта ҚДМ табиғаты баяндалады. Құрылымдалған бөлшектер (ҚБ) механикасы негізінде тепе-тең емес жүйелерді қалай зерттеуге болады көрсетіледі

Д-энтропияның рөлі қарастырылады, оның ішкі энергиясына жүйенің қозғалыс қуатын түрлендірудің тиімділігін анықтайтын, тепе-тең емес жүйелер механикасына арналған.

Ньютон қозғалысының теңдеуінің орнына ҚБ қозғалыс теңдеуін қолдану нәтижесінде алынған эволюция физикасының формализм негіздері ұсынылады және оның классикалық механиканың формализмінен айырмашылығы қарастырылады. Материяның базалық элементі ашық тең емес динамикалық жүйені (АТДЖ) неге алу керек екендігі көрсетіледі және негізделеді. АТДЖ иерархиялылығы туралы мәселе зерттеледі. АТДЖ-ның пайда болу, өмір сүру және даму принциптері қарастырылады. Сыртқы шектеулер АТДЖ эволюциясын көрсетіледі. АТДЖ стационарлығы шарттары туралы сұрақтар зерттеледі. Стационарлық жағдайда АТДЖ дамуын анықтайтын теңдеулер ұсынылады. АТДЖ мінез-құлқын анықтайтын кейбір заңдылықтар қарастырылады және олардың күрделілігіне тәуелділігі талданады. Эволюция физикасын құру жолдары қарастырылды.

**Түйін сөздер:** эволюция, динамика, жүйелер, механика, энтропия, қайтымсыз, классикалық механиканың формализмдері.