Моделирование

DOI: 10.35634/UdSU.2026.35.38.009

УДК 511.3: 574

Ф.И. Маврикиди, С.А. Хорьков

ЧИСЛОВАЯ АСИММЕТРИЯ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ: ФОРМАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ. Ч2.

Люди повинуются законам природы, даже когда действуют против них. *И.В.Гёте*

Аннотация. Отмечено, что формальным выражением биологического содержания экологии является принцип числовой асимметрии, объединяющий вещественные и *p*-адические числа. Гносеологический смысл числовой асимметрии заключается в том, что для глубокого понимания Природы требуется, по крайней мере, два взаимодополняющих друг друга понятия. Такой подход не принимается традиционной математикой. Предлагаемый подход к теоретической экологии дает возможность развить новые методы её моделирования и увидеть те существенные стороны биологической реальности, которые не обнаружимы стандартной математической физикой. Показано, что средством этого развития служит биологическая интерпретация *p*-адических чисел, которые позволяют встроить математику экологии в связную теорию сложных систем. Спецификой метода видится включение человека в теорию, что даёт возможность обоснованно развивать идеи экологизации мышления.
Ключевые слова: система, фрактал, двойственность, числовая асимметрия, теоретическая экология, биоматематика, голограмма биологии.

Для цитирования: Маврикиди Ф.И., Хорьков С.А. Числовая асимметрия для теоретической экологии: формальные структуры системы // Управление техносферой: электрон. журнал, 2026. Т.9. Вып.2. С. 402–420. DOI: 10.35634/UdSU.2026.35.38.009.

Настоящая статья является продолжением (второй частью) статьи [1]. В ней изложены формальные основания числовой асимметрии для теоретической экологии. Общие положения этих оснований приведены в работах авторов [2-4]. Здесь делается упор на связи этих положений с теоретической экологией и теорией систем.

Числовая асимметрия есть *материализация идеального, визуализация невидимого, объективизация субъективного.* Она является формальным представителем природных фракталов и обеспечивает расширение арсенала моделирования сложных систем за счет введения в его основы *p*-адических чисел Q_p наряду с вещественными числами *R*.

Здесь мы рассмотрим числовую асимметрию и *p*-адические числа в биоматематической интерпретации. Она демонстрирует формальный аналог функциональной асимметрии Природы и, в этом смысле, её удобно представить как произведение вещественных *R* и *2*-адических чисел Z_2. Они связаны антиизоморфизмом и представляют антиномичный числовой базис математики, т.е. синтаксически неразличимы (изоморфны), но противоположны по действию (анти). Геометрически это два лексикографических дерева, связанных зеркальной симметрией, а их величины связаны инверсией, т.е. обратнопропорциональной зависимостью, которая известна как скейлинговые и степенные законы (*power laws* – англ.) вида $x = \xi^{-\alpha}$ хорошо известные в естествознании, системной науке и фрактальной геометрии природы. Таким образом, универсум (пространство) экологической реальности *U*, в первом приближении может быть, представлен выражением:

$$U = R \times Z_2 \qquad (1)$$

Согласно С. Уламу (1955г.) *p*-адические числа есть инвариант бесконечной делимости материи. В этом контексте, синоним делимости – анатомия. Она наблюдается умным ви́дением, проникающим разумом [5], т.е. мысленное, зрительное при помощи микроскопа различение деталей строения, углубление в детали (*zooming in* – англ.). Делимость формирует разрывность, дискретность – топологию, дополнительную к непрерывности, связности.

Информационная, лингвистическая, логическая интерпретация *p*-адических чисел дана А.Н. Паршиным (1984г.). Она дополняет интерпретацию Улама и представляет собой дерево Порфирия – древововидную схему

дедуктивного дихотомического деления понятий от высших к низшим и представляет важную веху развития систематики. Поэтому базовую интерпретацию *p*-адических чисел будем называть интерпретацией Улама – Паршина. Она есть числовое выражение пар *непрерывность – разрывность*, *материя-символ, материальное-идеальное.*

Системная их интерпретация заключается в том, что они служат формальным аналогом пары *Единое-Многое*, *Целое-Часть*. Здесь *Единое* – пространство, которое состоит из отдельных *Частей*, которые, в свою очередь сами являются такими пространствами. Иными словами – это пространство допускает *декомпозицию* систем, т.е. *анатомию* организмов, которые снаружи видятся как замкнутые, но изнутри – как открытые. Они называются открыто-замкнутыми множествами (*closed and open, clopen* – англ.). То есть, они не изолированы от внешней среды, которая, также не изолирована от них. Биологически – они есть кожа плоти. Это формальный аналог принципа единства организма и среды.

Кроме того, *p*-адические числа интерпретируют как пространство *образов* (известное «красота фракталов» и есть красота *образов*). Для математики образы являются пространством неопределённости *невероятностного* типа. Они, будучи дивергентными образованиями, принадлежат иному логическому типу. Неопределённость в *образах* дана сразу вся, как все варианты исходов в конечном их числе. Это пространство теории возможностей (*possibility theory* –англ.), которая согласована с фракталами и имеет разнообразные источники.

Еще одна полезная интерпретация состоит в том, что эти числа оцифровывают, координатизируют *внутреннее пространство* объекта и, по сути дела, теоретически формируют и вводят в модель его нульмерный прообраз вещественного образа, формируя оппозицию «*внутреннее – внешнее*». Материальные объекты приобретают своё внутреннее пространство, геометрию и динамику. Так же все числовые параметры имеют наряду с вещественным и *p*-

адическое представление. Вместо движения точки на вещественной оси любой параметр представляет собой меру (массу, заряд, альбедо и т.п.) движущегося элемента объема на *p*-адическом дереве. Таким образом, становится возможным введение понятия активности, самодвижения и энергетики систем.

Микрокосм и макрокосм. Известно, что психика человека состоит из двух сигнальных систем (*1сс* и *2сс*). Первая – *1сс* ориентирует его в материальном мире, она реагирует на физические стимулы – цвет, звук, температуру, осязание. Вторая – *2сс* реагирует на слова, смысл. Очевидным образом так понимаемая психика U_{ψ} тождественна функциональной асимметрии Природы и формализуется числовой асимметрией $U = R \times Z_2 \equiv 1cc \times 2cc = U_{\psi}$.

Экспериментальное подтверждение этого возможно с «*включенным участием*» [6], т.е. через самонаблюдение или интроспекцию. Факты и результаты кибернетики и системного анализа прошлого века при всех нерешенных проблемах этих наук, содержат огромный материал о связи этих космосов. Примерами могут служить идеи Н.Н. Моисеева о коэволюции природы и общества и «путь к очевидности» (единство человека и природы как подмножеств единого универсума), В.В. Налимова о «реальности нереального» (объективности сознания). Это формальное выражение метафоры микрокосма и макрокосма, и узел современных гуманитарных и экологических проблем.

Мы опустим техническое описание *p*-адических чисел и сосредоточимся лишь на их связи с биологическими идеями. Мы примем *p=2* по целому ряду причин, основной из которых является независимость двойки от абстракции и многочисленные согласованные её интерпретации в психике и естествознании. Формально, такова мощность истинностного множества *антиномий* и *парадоксов* $2 = card\{A, \neg A\}$, аккумулирующих различные пары, которые под видом дополнительности являются логической парадигмой естествознания.

Обратимся к *информационному* определению *p*-адических чисел в виде последовательности строки цифр/символов, т.е. слов формальных языков теоретической информатики:

$$\xi = a_{-n}a_{-n+1}\ldots a_0 a_1 \ldots a_k \ldots \qquad (2)$$

В этом случае множество *p*-адических чисел совпадает с декартовым произведением:

$$\Xi_p = \{0,1,\ldots p-1\}^N \qquad (3)$$

Наиболее известна в информатике экспонента *двухэлементного* множества:

$$\Xi_2 = 2^N = \{0,1\}^N = \{true,\ false\}^N = \{\wedge,\vee\}^N = \{инь,\ ян\}^N = \{\circ,\bullet\}^N = \ldots \qquad (4)$$

В качестве *символов алфавита* этого множества могут выступать любые копии пары «*притяжение-отталкивание*», связанные отношением отрицания-инволюции, например $\neg\wedge = \vee,\quad \neg\neg\wedge = \neg\vee = \wedge$.

Величины *p*-адических чисел определяются метриками на Z_p двух видов.

Аддитивная версия:

$$\begin{aligned} &\forall \xi \in Q_p \quad \nu_p(\xi): Z_p \to N \qquad \nu_p(\xi) = ord_p(x) = -n \quad в\ разложении\ (2) \\ &\nu_p(\xi\eta) = \nu_p(\xi) + \nu_p(\eta) \quad и \quad \nu_p(\xi+\eta) \geq \min\left\{\nu_p(\xi) + \nu_p(\eta)\right\} \end{aligned} \qquad (5)$$

Мультипликативная версия:

$$\begin{aligned} &|\xi|_p^\alpha : Q_p \to R \quad |\xi|_p^\alpha = p^{-\alpha\cdot n}, \quad \alpha > 0 \\ &|\xi\cdot\eta|_p^\alpha = |\xi|_p^\alpha \cdot |\eta|_p^\alpha \quad и \quad |\xi+\eta|_p^\alpha \leq \max\left\{|\xi|_p^\alpha, |\eta|_p^\alpha\right\} \end{aligned} \qquad (6)$$

Метрика (6) называется неархимедовой или ультраметрикой. Она появляется в системной теории под видом субаддитивности и в аксиомах теории возможностей. В отличие от теории вероятностей она имеет, многочисленные источники: от материальных до информационных и носит, поэтому, синтетический характер. Меру возможности следует понимать, как промежуточное состояние восприятия между *ощущением* и *образом*. Биологически – это постепенное *образование организма*

из недифференцированной целостности т.е. с неразличимыми деталями строения, в образ – дифференцированное образование. Мера возможности здесь – это степень развитости, бытия организма.

Соответственно, в (5) и (6) различают аддитивную прямую R^+ и мультипликативную прямую $R^\times$. На числовой прямой, как числовом ресурсе аргументов вычислений, они *неразличимы*. Соответствие между этими прямыми имеет вид $n \to p^n \quad \nu_p(\xi) = \alpha \cdot n = -\log|\xi|_p^{\alpha \cdot n}$.

p-Адические числа естественным образом позволяют рассмотреть их в рамках нашей схемы как аддитивную и мультипликативную метрики, соответственно. Эти две метрики лежат в основе формальных моделей эмпирических психофизиологических законов Вебера-Фехнера (аддитивная): $S = k \cdot I$ – закон Вебера; $S = k \cdot \log I$ – закон Фехнера; и Стивенса (мультипликативная): $S = k \cdot I^b$ – закон Стивенса, где S – реакция, I – стимул.

Связь числовых систем имеет смысл порождения объектов тонким, нульмерным миром. Она дана А. Робертом [7]. Мы приведём в качестве иллюстрации лишь основную формулу.

$$\varphi_{\nu,b} : Z_p \mapsto R \qquad \sum_{i \geq 0} a_i \cdot p^i \mapsto \theta \cdot \sum_{i \geq 0} \frac{\nu(a_i)}{b^{i+1}} \qquad b \geq p \tag{7}$$

Здесь $\nu(a_i)$ – векторизованные цифры, параметры сдвига/дивергенции, а θ – масштабный множитель, задающий диаметр порожденного фрактального объекта. При $b = p^\alpha \quad \alpha \geq 1$, видим, что это есть форма теоремы Островского – порождения подмножеств рациональных чисел, т.е. объектов с анатомией последовательными ультраметрическими измерениями фракталов. Основу процесса порождения составляет поток функций вида $\left\{ e^{-\alpha \cdot i \cdot \ln p} \right\}_{i=1}^{\infty}$ [8], в котором узнаётся последовательность значений ультраметрики $\left\{ |\xi|_p^\alpha = p^{-\alpha \cdot n} = e^{-\alpha \cdot n \cdot \ln p} \right\}, \; n = -ord_p \xi$. Это есть поток нарастания мер возможности, т.е. формирования деталей образа анатомии объекта. При небольшом усилии

воображения здесь можно видеть акт рождения и развития организма. Хотя эта тема слишком обширна для обсуждения в настоящей статье.

Голограмма биологии. Описать линейным языком конечной длины, как, например, уравнением, биологическое пространство, по-видимому, невозможно из-за голографического свойства фракталов и их многомодальности – войти в теорию можно с любого понятия. Здесь более всего подходит образ *сети Индры* – пространства как сети кристаллов, каждый из которых отражает всю сеть. Ниже приведем формальный образ голограммы:

$$H \equiv Z_2 \cong \exp(C)\} \cong [IFS \equiv \{0,1\}^N] \cong [Z_2 \to Z_2] \cong BA \cong 2^C \qquad (8)$$

В этом месте, слева направо, после обозначения голограммы H: объект с анатомией Z_2, комбинация его частей $exp(C)$, язык $IFS \equiv \{0,1\}^N$, непрерывные функции $Z_2 \to Z_2$, булева алгебра BA и её множество истинности 2^C. В нульмерном пространстве исчезает различие качеств, целого и части, большого и малого, непрерывного и дискретного, устойчивости и движения. Последние два изоморфа означают взаимоопределяемость целого и части, т.е. родство организма и среды. Всякий произвольно малый фрагмент голограммы содержит всю голограмму и содержится в ней – биоголографический закон подобия целого и части:

$$2^{-n} H \subset H \subset 2^{-m} H .$$

В каждом фрагменте H может разворачиваться дерево Порфирия, возникает двойственность материи-символа и появляется вся цепочка голограммы.

Биология, как нульмерное пространство, есть поле, в каждой точке которого присутствуют все известные поля: электрическое, магнитное, тепловое, гравитационное, тепловое, лингвистическое, морфогенетическое, и т.п. Поэтому в рассуждениях/теориях о биологии одних представлений о элементарных материальных частицах недостаточно, следует обращаться ко всей голограмме.

Многомодальность, разнообразие. Факт, формализующий самоподобие фракталов, и *p*-адических чисел [9] соответствует биоразнообразию пространства:

$$\forall n \in N \quad Z_2 \cong Z_2 \times Z_2 \times \ldots \times Z_2 = Z_2^n \qquad (9)$$

Здесь каждый сомножитель представляет параметр модели. То же соотношение верно и для вещественных чисел. В итоге получают *многомодальную объективную биологическую* реальность U_φ:

$$U \cong U_\varphi = (R \times Z_2) \times (R \times Z_2) \times \ldots \times (R \times Z_2) = (R \times Z_2)^n \qquad (10)$$

Аналог в физике – в одной точке сосуществуют все поля: гравитационное, электромагнитное, тепловое, поля скоростей и т.п. Вне физики – лингвистическое, биологическое (морфогенетическое), информационное, энергетическое. Соотношения (9) и (10) можно интерпретировать как «*каждому фактору/параметру соответствует своя модальность*». В них каждый из сомножителей не является изолированным. Например, перепишем (9) как:

$$Z_2^i = Z_2 \times \prod_{k \neq i} Z_2^k \,. \qquad (11)$$

Движения, причинность, составляющие замыкающего круга. Рассмотрим вопрос о движениях в пространстве числовой асимметрии. То, что этот вопрос не сводится к физике ясно уже из того, что живые организмы способны самостоятельно генерировать движение, т.е. они несут в себе его источник. Известна так называемая «загадка человеческого движения» – что, кроме нашего желания, воображения, мысли движет нами, нашими органами [10].

Кроме того, известна также роль слова, т.е. второй сигнальной системы, в состоянии и энергетике человека – психосоматические реакции [31], в управлении как целеполагании деятельности. Более широко язык рассматривается как самостоятельная, отличная от физики, действующая среда – «язык есть *energia*, а не *ergon*» (П.Флоренский). Поэтому имеет смысл говорить

о символической энергии [11] и *семантическом сопряжении/замыкании* их с физической энергетикой. Иными словами, напрашивается необходимость исследования наличия энергетики и причинности символического пространства Z_2.

В пространстве числовой асимметрии, согласно идее естественности, введем динамическое бескоординатное подпространство «конвергенции-дивергенции». Иными словами, будем рассматривать реальность в двух топологиях, т.е. как парадоксальную реальность. Поэтому все, что можно сделать, это рассмотреть относительные движения точек:

$$u = x \cdot \xi \quad \text{и} \quad v = y \cdot \eta, \quad x, y \in R, \quad \xi, \eta \in Z_2, \quad u \in Q_2 = R \times Z_2 = \vec{Q}_2 \times \bar{Q}_2 \qquad (12)$$

Изменения будут восприниматься на аддитивной R^+ и мультипликативной $R^\times$ числовых осях. Как числовые ресурсы измерительных и вычислительных процедур они неотличимы.

Имеем четыре производных:

$$E = \frac{d\,u}{d\,v} = (e_1 = \frac{|du|_\infty}{|dv|_\infty},\ e_2 = \frac{|du|_\infty}{|dv|_2},\quad e_3 = \frac{|du|_2}{|dv|_\infty},\quad e_4 = \frac{|du|_2}{|dv|_2}). \qquad (13)$$

При этом для метрик будут выполняться соотношения $\|u\| = |x|_\infty \cdot |\xi|_2$ и $\|v\| = |y|_\infty \cdot |\eta|_2$, $|\bullet|_\infty \cong \frac{\|\bullet\|}{|\bullet|_2}$. Здесь метрики вещественных и *2*-адических представлены как $|\ \ |_\infty, |\ \ |_2$, соответственно, а метрика «наблюдаемого» мира как $\|\ \ \|$.

В (13) интерпретируем: e_1 – физическая, e_2 – нисходящая, e_3 – восходящая, e_4 – информационная причинности-энергии.

Перемножив составляющие (13), с учетом обратимости элементов, получим общее выражение для числовой асимметрии:

$$e_1 \cdot e_2 \cdot e_3 \cdot e_4 = \frac{c_x^2}{c_y^2} \cdot (x \cdot y^{-1})^2 \cdot (\xi \cdot \eta^{-1})^2 = c_u \cdot (e_1 \cdot e_2 \cdot e_3 \cdot e_4) \cdot L \cdot \Lambda, \quad c_u \neq 0,\ L \in R, \Lambda \in Z_2 \qquad (14)$$

В выражении (14) узнается известный факт существования *биоэнергоинформационного* поля [12].

Ранее существование этой энергетики, как энергетики времени, было предсказано А.Н. Козыревым [13] и исследовано К.С. Тринчером [14]. Как сила мысли и воображения, она описана Я. Голосовкером [15]. Работы Г. Патти [16] представляют символические энергии как необходимое условие самодвижения и развития биологических организмов. Многочисленные исследования последнего времени вплотную подошли к этому факту, но остаются удерживаемыми материальной парадигмой точных наук.

Замыкающий круг Барри Коммонера. Четыре причины-энергии *действуют в* подпространствах числовой асимметрии как во внутреннем Z_2, так и во внешнем R мирах, замыкая их связь в круг Коммонера:

$$\begin{array}{ccc} Z_2 & \xrightarrow{e_4} & Z_2 \\ {\scriptstyle e_3}\uparrow & & \downarrow{\scriptstyle e_2} \\ R & \xleftarrow{e_1} & R \end{array} \qquad (15)$$

где, e_1: $R \rightarrow R$ – действует между вещественными, наблюдаемыми, большими объемами, в физическом мире, больших величин. Это действие и движение в физическом пространстве – гравитация, механика;

e_2: $Z_2 \rightarrow R$ – действует из малого, нульмерного подпространства в вещественное, наблюдаемое. Это конвергенция психической, символической энергии в материальный образ. В физике – это сильные ядерные взаимодействия;

e_3: $R \rightarrow Z_2$ – действие внешнего материального, физического стимула на психику, восприятие. Оно причина возникновения ощущений, образов. Это дивергентное/идеализирующее и расталкивающее действие. В физике ему можно сопоставить слабое ядерное взаимодействие, в биологии – эволюционные, развертывающие сценарии поведения;

e_4: $Z_2 \rightarrow Z_2$ – движение психики, порождение мысли, чувства, нового восприятия. Это действие в нульмерном мире, в мире очень малого. С ним связана

символическая /семантическая энергия, преобразование качеств (*qualia*), символическая динамика. Действие на малые частицы – это действие поля. На поверхности лежит электромагнитное взаимодействие. Здесь напрашивается исследование коллективного поведения животных как суперорганизмов, описанных в литературе, в частности [17].

Из (15) видно, что пары причин-энергий связаны отрицанием/ инволюцией – *inv:*

$$e_1 = inve_4, e_2 = inve_3 \qquad (16)$$

Второе равенство в (16) определяет нисходящую – e_2 и восходящую – e_3 причинности. Это модель формализации взаимосвязи Целого и Части. В соответствии с рефлексивными свойствами (9), (10), (11) рефлекторный круг *многомодален и многопредметен*. В каждой модальности действуют своя четверка причин-энергий. Все они оказываются взаимосвязанными (11). Эта связь теоретически представляется как тензорное произведение топологических пространств и, соответственно, определяется его метрика. Метриками моделируется энергетика, интенсивность, сила каждой модальности. Насколько известно авторам, эта техника еще недостаточно развита и не доведена до расчетных формул. Пока же отметим существование минимальной и максимальной величин метрики произведения [18]. Этот факт коррелирует с существованием диапазона приспособляемости организмов, жизненного цикла систем. В частности, важным является выявление, установление динамики *лимитирующих факторов*, ограничивающих или тормозящих развитие.

С точки зрения считающей парадигмы точных наук здесь наличествуют принципиальные трудности. Первая – это взаимная неопределимость метрик двух числовых систем. Поэтому определима только e_1, частично определимы e_2 и e_3, и полностью неопределима e_4. В p-адике арифметические операции теряют эффективность, поэтому вычислить до конца производные в общем случае невозможно. Можно только утверждать их существование как свойство

числового поля, т.е. голограммы H как единого целого. То есть наша модель делает очевидным для Человека их невидимое для физики существование. Поэтому, как наблюдаемое проникающим разумом явление, круг Коммонера должен включаться в теоретическую экологию.

Следовательно, описанная энергетика определяется всем пространством, т.е. эта теория является непредикативной, действия нелокальны. Поэтому здесь просматривается не прогноз, но диагноз. Не причинно-следственная картина, но анализ симптомов и детектирование синдромов состояния целого. Это делает бесконтекстное вторжение технических приемов и технологий весьма рискованным и ставит вопрос о формализации реакций природы в ответ на воздействия. В этом состоит содержание понимания Природы как партнера, а не косного ресурса. В качестве первого шага, по-видимому, следует переработать идеи термодинамики иерархических природных систем [19,20].

Замыкающий круг в естествознании известен как круговорот материи, состоящий из многочисленных разноприродных циклов, действующих на всех масштабах [21], обеспечивающих её самодвижение [22].

В теории систем поиск материальной причины *эмерджентности – появления новых качеств,* теряется в «нульмерном» тумане. Круги, составляющие круговорот материи, являются временными, энергетическими, а не вещественными. В них взаимодействие поля тонкого мира Z_2 и вещества физического мира R приводит к преобразованию вещества, т.е. появлению новых свойств [23]. По-видимому, рефлекторный круг может служить кандидатом на объяснение этого феномена.

Особую роль, как представляется, эта схема может сыграть в медицине, диагностике и детерминации заболеваний – как эмерджентных свойств физиологии и органов, на ранней стадии их возникновения. Например, при помощи замыкающего круга можно смоделировать сосуществование органов и систем человека в единую систему физиологии. В этом случае

Z_2 описывает состояние органа, R – его реакции и взаимодействия с соседними элементами. Замыкающий круг в этом случае будут сопрягаться по внешним факторам R. Иными словами, анатомический атлас можно будет сделать цифровой имитационной моделью.

Общебиологическая перспектива – модели эволюции и гомеостаза. В приложении к большим техногенным системам, которые представляют собой сосуществование техники и экологии – диагностика отдаленных последствий технических решений.

В заключение рассмотрим одну их сквозных тем экологии – теоремы Б. Коммонера [24].

Теоремы Барри Коммонера. Наши построения как представляется, позволяют перевести четыре эмпирических обобщения Б. Коммонера, замкнутых в циклическую причинность, в теоремы теоретической экологии. Подробно они рассмотрены [25].

Очевидно, что в утверждениях Коммонера речь идет о самодвижении «всего» разнообразия Природы. Этому соответствует биоэнергоинформационное пространство.

Циклической причинности у нас соответствует многомодальная связка «всех» рефлексивных кругов. Недостаточно четкие формулировки оправданы неопределимостью трех причин-энергий.

1.*Всё связано со всем* – следует из подстановки голограммы H в замыкающий (рефлексивный) круг.

2.*Все должно куда-то деваться* – видно из переходов материальное-идеальное и обратно. Другой вариант – *ничто никуда не исчезает*. В психике – это психофизиологическая проблема «сознание-тело».

3.*Природа знает лучше* – здесь напрашивается небольшое рассуждение. По - видимому речь идет о технических решениях. Поскольку сами теоремы Коммонера сформулированы человеком как частью Природы, то и человек

видит/знает о недостатках технических решений. Но видит он как биологическое существо, а «научно» мыслит, как физик. В этом месте стоит вопрос о расхождении между математикой и физикой. В технических, материальных, физических решениях нет актуальной бесконечности, они не воспроизводят рефлексивную биоэнергетику. Математика же способна это показать.

4.*Ничего не дается даром* – можно считать следствием теорем Коммонера. Более подробно этот закон, как закон сохранения и трансформации психофизической энергии, описан в [26].

Выводы. Главным требованием, которое предъявляет общая теория систем к математике, является согласование её положений с базовыми понятиями и результатами частных наук – биологии в особенности. Предлагаемый подход к развитию математической главы теоретической экологии позволяет увидеть те существенные стороны биологической реальности, которые нельзя обнаружить методами стандартной математической физики. То есть, он видится перспективным кандидатом на роль формальной теории. Хотя, если считать, что в основе этой теории лежит парадокс Лжеца, то она есть, так называемая, «неформализуемая формальная теория».

Новым трендом научного поиска оказывается разработка математики образов – объектов с анатомией, то есть организмов. Стоит также отметить, что предлагаемый подход сопрягается с современным развитием нейронауки. Образность мышления отражается в естествознании в виде большого числа карт, атласов, схем.

Дополнение наглядных образов полями числовой асимметрии с включением числовых локальных зависимостей/формул/уравнений позволит двойной модус мышления человека – и в словах, и в образах, перевести в «теоретическую имитацию» по мысли И.В. Гёте – «Не надо ничего искать за феноменами. Сам феномен и есть теория». Теоретическая имитация – это моделирование универсальности как двойственности, дополнительности

и парадоксов. Это имитация уникальности объекта формальной теорией, то есть математика in vivo – единственный адекватный способ моделирования сложной системы. Она сама и её движение есть её теория. Вместо вероятностной идеологии, которая не имеет оснований в пространстве уникальных, многократно невоспроизводимых событий, «случайные вариации» становятся закономерными, то есть возможными. Это позволяет ставить задачи моделирования уникальности экологических феноменов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маврикиди Ф.И., Хорьков С.А. Числовая асимметрия для теоретической экологии: биологическая проблематизация математики // Управление техносферой: электрон. журнал, 2025. Т.7. Вып.4. С. 27 – 49. DOI: 10.35634/UdSU.2026.81.80.003
2. Маврикиди Ф.И. Числовая асимметрия в прикладной математике. М.: Дельфис, 2015. 414с.
3. Хорьков С.А. Проблема расчета электропотребления многономенклатурного цеха промышленного предприятия, модели и методики для её решения. Ижевск: Издательство ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2019. 123с.
4. Хорьков С.А., Маврикиди Ф.И. Техноценозы, системы и их модели. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2025. 310с.
5. Герасимова И.А. Природа живого и чувственный опыт // Вопросы философии, 1997, №8. С.123 – 134.
6. Арсеньев В.Р. Мир как «слон» и «слон» как мир // Terra Humana, 2009, С. 141 – 169.
7. Robert A. A Course in p-Adic Analysis. Springer, 2000. 437p.
8. Bedford T., Fisher A.M. On the Magnification of Cantor Sets and Their Limit Structures// Monatsh. Math. 121, 1996, pp. 11 – 40.
9. Schikhoff W.H. Ultrametric Calculus. Cambridge U.P., 1984. 306p.
10. Мейс Л.Ф.К. Загадка человеческого движения. М., КМК, 1996. 39с.
11. Pike K. Language as particle, wave and Field, The Texas Quarterly 2:2 (1959), pp. 37 – 54.
12. Горский А.Н. Биоэнергоинформатика. СПб: 2012. 283с.
13. Козырев Н.А. Избранные труды. Л.: ЛГУ, 1991. 448с.
14. Тринчер К.С. Биология и информация. М.: Наука, 1965. 119с.
15. Голосовкер Я. Имагинативный абсолют. В кн. Логика мифа. СПб: 2010. 496с.

16. Pattee H. Laws, Language and Life. Springer, 2012, 333p.
17. Канжинский Б.Б. Биологическая радиосвязь. Киев, Ан УССР, 1963. 166с
18. Ryan R.A. Introduction to Tensor Product of Banach Spaces. Springer, 2002, 239p.
19. Гладышев Г.П. Термодинамика и макрокинетика природных иерархических процессов. М., Наука, 1988. 286 с.
20. Anderson G. Thermodynamics of Natural Systems. Cambridge U.P, 2005, 657 p.
21. Лойфман И.Я., Стадник В.П. Единство природы и круговорот материи. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1988, 203с.
22. Петрушенко Л.А. Самодвижение материи в свете кибернетики. М.: Наука, 1971. 292с.
23. Нейман (ред.) Вопросы превращений в природе, концентрация и рассеяние / ред. В.Б. Нейман: Айастан, 1971. 171с.
24. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л.: Гидрометеоиздат, Наука.1974.185с.
25. Розенберг Г.С. Я никогда не был эко-уродом // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии, 2014.Т.23, №1. С.130 – 169.
26. Шварц-Салант Н. Парадокс порядка и беспорядка. М.: Академический проект, 2021. 228 с.
27. Свасьян К.А. Философское мировоззрение Гёте. М.: Эвидентис, 2001. 221с.
28. Wolfram S. Undecidability and Intractability in Theoretical Physics, Phys. Rev.Lett 54, 38, 1985, pp.735 – 738.
29. Паршин А.Н. Дополнительность и симметрия// Вопросы философии, 2001, №4, С.84 – 104.
30. Myhill J. A System which can Define its own Truth, Fundamenta Mathematicae 37, 1950, pp.190 – 192.
31. Платонов К.И. Слово как физиологический и лечебный фактор. М.: Медгиз, 1957. 437 с.
32. Merton T. Ecology as Text, Text as Ecology, Oxford Literary Review. 2010, 32, pp. 1 – 17.

Поступила в редакцию: 12.11.2025

Сведения об авторах

Маврикиди Федор Иванович
к.т.н., с.н.с. Институт проблем нефти и газа Российской академии наук, Москва, Россия.
E-mail: mavrikidi@mail.ru

Хорьков Сергей Алексеевич
доцент кафедры теплоэнергетики, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1/7, г. Ижевск, Россия. E-mail: horkov_07@mail.ru

F.I. Mavrikidi, S.A. Khorkov

NUMERICAL ASYMMETRY FOR THEORETICAL ECOLOGY: FORMAL STRUCTURES OF THE SYSTEM

People obey the laws of nature,
even when they act against them. I.W. Goethe

Annotation. It is noted that the formal expression of the biological content of ecology is the principle of numerical asymmetry, which unifies real and p-adic numbers. The epistemological meaning of numerical asymmetry lies in the fact that a deep understanding of Nature requires at least two mutually complementary concepts. This approach is not accepted by traditional mathematics. The proposed approach to theoretical ecology makes it possible to develop new methods for its modeling and to discern those essential aspects of biological reality that are not discoverable by standard mathematical physics. It is shown that the means for this development is the biological interpretation of p-adic numbers, which allow the integration of the mathematics of ecology into a coherent theory of complex systems. The specificity of the method is seen in the inclusion of humans in the theory, which provides a basis for substantively developing the ideas of the ecologization of thinking.
Keywords: system, fractal, duality, numerical asymmetry, theoretical ecology, biomathematics, biology hologram.

For citation: Mavrikidi F.I., Khor'kov S.A. [Numerical asymmetry for Theoretical Ecology: formal structures of the system] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2026, vol. 9, issue 2, pp. 402–420. DOI: 10.35634/UdSU.2026.35.38.009. (In Russ.).

REFERENCES

1. Mavrikidi F.I., Khor'kov S.A. Chislovaya asimmetriya dlya teoreticheskoi ehkologii: biologicheskaya problematizatsiya matematiki [Numerical asymmetry for Theoretical Ecology: formal structures of the system]. *Upravlenie tekhnosferoi*: ehlektron. zhurnal, 2026, vol. 9, issue.1, pp. 27 – 49. DOI: 10.35634/UdSU.2026.81.80.003. (In Russ.).
2. Mavrikidi F.I. *Chislovaya asimmetriya v prikladnoi matematike*. [Numerical asymmetry in applied mathematics]. Moscow: Del'fis, 2015, 414 p. (In Russ.).
3. Khor'kov S.A. *Problema rascheta ehlektropotrebleniya mnogonomenklaturnogo tsekha promyshlennogo predpriyatiya, modeli i metodiki dlya ee resheniya*. [The problem of calculating the electricity consumption of a multi-nomenclature workshop of an industrial enterprise, models and methods for its solution]. Izhevsk: Publ., IzhGTU im. M.T. Kalashnikova, 2019, 123 p. (In Russ.).

4. Khor'kov S.A., Mavrikidi F.I. *Tekhnotsenozy, sistemy i ikh modeli*. [Technocenoses, Systems, and Their Models]. Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovanii, 2025, 310 p.
5. Gerasimova I.A. Priroda zhivogo i chuvstvennyi opyt [The nature of living and sensory experience]. *Voprosy filosofii*, 1997, no. 8, pp. 123 – 134. (In Russ.).
6. Arsen'ev V.R. Mir kak «slon» i «slon» kak mir [The World as an Elephant and the Elephant as the World]. *Terra Humana*, 2009, pp. 141 – 169. (In Russ.).
7. Robert A. A Course in p-Adic Analysis. Springer, 2000, 437 p.
8. Bedford T., Fisher A.M. On the Magnification of Cantor Sets and Their Limit Structures, Monatsh. Math. 121, 1996, pp. 11 – 40.
9. Schikhoff W.H. Ultrametric Calculus. Cambridge U.P., 1984, 306 p.
10. Meis L.F.K. Zagadka chelovecheskogo dvizheniya. [The Riddle of Human Movement]. Moscow, KMK, 1996, 39 p. (In Russ.).
11. Pike K. Language as particle, wave and Field, The Texas Quarterly 2:2 (1959), pp. 37 – 54.
12. Gorskii A.N. Bioehnergoinformatika. Saint Petersburg, 2012, 283 p. (In Russ.).
13. Kozyrev N.A. *Izbrannye trudy*. [Selected Works]. L.: LSU, 1991, 448 p. (In Russ.).
14. Trincher K.S. Biologiya i informatsiya. [Biology and Information]. Moscow: Nauka, 1965, 119 p. (In Russ.).
15. Golosovker Ya. *Imaginativnyi absolyut* [Imaginitive Absolute]. *Logika mifa*. Saint Petersburg, 2010, 496 p. (In Russ.).
16. Pattee H. Laws, Language and Life. Springer, 2012, 333 p.
17. Kanzhinskii B.B. *Biologicheskaya radiosvyaz'*. [Biological Radio Communication]. Kiev, An USSR, 1963, 166 p. (In Russ.).
18. Ryan R.A. Introduction to Tensor Product of Banach Spaces. Springer, 2002, 239 p.
19. Gladyshev G.P. *Termodinamika i makrokinetika prirodnykh ierarkhicheskikh protsessov*. [Thermodynamics and Macrokinetics of Natural Hierarchical Processes]. Moscow, Nauka, 1988, 286 p. (In Russ.).
20. Anderson G. Thermodynamics of Natural Systems. Cambridge U.P, 2005, 657 p.
21. Loifman I.Ya., Stadnik V.P. *Edinstvo prirody i krugovorot materii* [The Unity of Nature and the Cycle of Matter]. Sverdlovsk: Publ., Ural. un-ta, 1988, 203 p. (In Russ.).
22. Petrushenko L.A. *Samodvizhenie materii v svete kibernetiki* [Self-movement of matter in the light of cybernetics]. Moscow: Nauka, 1971, 292 p. (In Russ.).

23. Neiman V.B. *Voprosy prevrashchenii v prirode, kontsentratsiya i rasseyanie* [Questions of transformations in nature, concentration and scattering red]. In V.B. Neiman (ed): Aiastan., 1971, 17 1p. (In Russ.).
24. Kommoner B. Zamykayushchiisya krug [The Closing Circle]. Leningrad: Gidrometeoizdat, Nauka, 1974, 185 p. (In Russ.).
25. Rozenberg G.S. Ya nikogda ne byl ehko-urodom [I have never been an eco-freak]. Samarskaya Luka: problemy regional'noi i global'noi ehkologii [Samara Luka: problems of regional and global ecology]. 2014, vol. 23, no. 1, pp. 130 – 169. (In Russ.).
26. Shvarts-Salant N. Paradoks poryadka i besporyadka. [The paradox of order and disorder]. Moscow: Akademicheskii proekt, 2021, 228 p. (In Russ.).
27. Svas'yan K.A. *Filosofskoe mirovozzrenie Gete* [Goethe's philosophical worldview]. Moscow: Ehvidentis, 2001, 221 p. (In Russ.).
28. Wolfram S. Undecidability and Intractability in Theoretical Physics, Phys. Rev.Lett 54, 38, 1985, pp.735 – 738.
29. Parshin A.N. *Dopolnitel'nost' i simmetriya* [Complementarity and symmetry]. *Voprosy filosofii*, 2001, no. 4, pp.84 – 104. (In Russ.).
30. Myhill J. A System which can Define its own Truth, Fundamenta Mathematicae 37, 1950, pp. 190 – 192.
31. Platonov K.I. *Slovo kak fiziologicheskii i lechebnyi faktor*. [The word as a physiological and therapeutic factor]. Moscow: Medgiz, 1957, 437 p. (In Russ.).
32. Merton T. Ecology as Text, Text as Ecology, Oxford Literary Review. 2010, 32, pp. 1 – 17.

Received: 12.11.2025

About the Authors

Mavrikidi Fyodor Ivanovich
Candidate of Technical Sciences, senior researcher, Institute of oil and gas problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.
E-mail: mavrikidi@mail.ru

Khorkov Sergey Alekseevich
Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Institute of Oil and Gas named after M.S. Gutseriev, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", 426034, University st., 1, Izhevsk, Russia.
E-mail: horkov_07@mail.ru