Моделирование техногенных объектов

DOI 10.34828/UdSU.2020.66.20.002

УДК 303.732: 004.942

Ф.И. Маврикиди, С.А. Хорьков

СИСТЕМНО-ЦЕНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация. Основу предлагаемой работы составляет близость понятий системы и ценоза, которые задают два способа описания и управления техногенными объектами. Используя развитый авторами подход к моделированию систем и ценозов, в работе представлен метод математического моделирования, основанный на включении в аппарат моделирования *p*-адических чисел. Этот шаг дает возможность моделировать специфически системно-ценологические свойства объектов и их взаимодействия с внешней средой. Описываемый подход основан на ряде известных математических фактов, не вошедших в образовательный арсенал науки, но, представляющий собой логически связную последовательность результатов, имеющих отношение к практике и теории фракталов.
Ключевые слова: система, ценоз, математическое моделирование, числовая асимметрия, фрактальная геометрия, *p*-адические числа.

Для цитирования: Маврикиди Ф.И., Хорьков С.А. Системно-ценологический подход к математическому моделированию техногенных объектов // Управление техносферой: электрон. журнал, 2020. Т.3. Вып.3. С. 401 – 426. URL: http://f-ing.udsu.ru/technosphere DOI 10.34828/UdSU.2020.66.20.002

Техногенные объекты, эколого-экономические системы, водохозяйственные комплексы, системы разработки полезных ископаемых (прежде всего, нефтегазовое производство) имеют двойную – искусственно-естественную природу, являясь плодами технической деятельности человека, погруженными и взаимодействующими с естественными геолого-географическими, биологическими и социальными процессами. Общая теория систем хотя и включала в себя производство, однако в большей степени была нацелена на вскрытие естественной природы систем, имея ввиду свой исток в виде биологии, дающей большое разнообразие немеханического, целевого поведения. Итогом развития теории сложных объектов в XX веке явилось отсутствие математического аппарата для их моделирования. По сей день общая теория систем использует физико-математические методы, оставаясь зависимой переменной от их развития, не демонстрируя собственных оригинальных результатов.

Однако, как показано авторами этой статьи, в математике осталась часть, незадействованная в моделировании и несущая в себе потенции существенного прогресса в моделировании сложных техногенных объектов [1, 2]. Говоря естественнонаучным языком, суть этого подхода заключается в объединении физического атомизма с биологической анатомией. Философски – это объединение непрерывности с разрывностью. Формально он выражается сведением двух основных числовых систем математики – вещественных и p-адических чисел в единую самодвойственную систему, названную числовой асимметрией. Эти виды двойственности воспроизводят известную с древности пару универсальных сил – притяжения и отталкивания, которые порождают пару универсальных же процессов конвергенции и дивергенции, известных во всех науках под различными именами: энтропия и негэнтропия, денудация и седиментогенез, асимметричный дуализм лингвистического знака, концентрация и распределение материального ресурса в производстве и т.д. Равнодействующими этой универсальной пары являются фракталы, которые, снабженные самодвойственной числовой асимметрией, проявляют все признаки кандидата в качестве базы для формального описания систем, отличной от традиционных физико-математических оснований. Это усматривается в том, что физические способы координатизации дополняются координатой делимости (декомпозируемости сложных систем), тем самым расширяя физические процессы *ан*-атомическими, биологическими.

Предлагаемая работа нацелена на общее описание интегрального подхода к моделированию техногенных объектов, основанного на числовой асимметрии систем и математики ценологии [3].

Предварительно следует пояснить, какой смысл вложен в сложный термин «системно-ценологический подход», указанный в заголовке статьи. Для этого следует показать сходство и отличие терминов и понятий «система» и «ценоз». Термин «система» употребляют в науке в составе таких словосочетаний как, «сложная система», «динамическая система», «техническая система», «электрическая система», «социальная система». Термин «ценоз» встречают в составе таких сложных терминов, как «биоценоз», «биогеоценоз», «техноценоз», «социоценоз». Следует отметить также, что отсутствуют общепринятые определения понятий «система» и «ценоз». В тоже время имеются значительные количества, их так называемых, «рабочих» определений.

В главе «Основы термодинамики и статистической физики» [4] «Системой называется набор реальных или воображаемых элементов, произвольно выбранных из окружающего мира. Этот набор является системой, если:

1. Задана связь между элементами.

2. Элементы системы считаются неделимыми. Конечно, в зависимости от изучаемой проблемы каждый элемент можно рассматривать как отдельную систему.

3. С окружающим миром система взаимодействует, как одно целое.

4. В ходе эволюции во времени набор остается системой, если существует однонаправленное соответствие между старыми и новыми элементами. Это соответствие должно быть именно однонаправленным. В случае дивергенции новые элементы могут рассматриваться, как одна система, или вводиться понятие «субсистема»…».

В этом определении зафиксированы структурные (элементы и связи) и динамические свойства (эволюция) некоторой целостности окружающего мира, выделенного с научной или производственной целью. Причем здесь предпочтение не отдается ни структурной, ни динамической стороне условий рабочего определения.

«Динамическая система», как абстракция, есть термин и понятие математики. При этом исходят из того, что все процессы, происходящие вокруг нас, (или почти все) могут быть описаны дифференциальными уравнениями. Эволюционные процессы на пространстве состояний (фазовом пространстве) описывают динамической системой. Порядок описания предполагает наличие самого пространства, исходной точки пространства, оператора эволюции, задающего траекторию движения исходной точки, области притяжения (аттрактора) или области отталкивания (репеллера). Очень часто вместо сложного оператора – дифференциального уравнения, используют более простой способ описания динамики – итерации отображения одной области пространства внутрь себя. Нетрудно заметить, что в этом определении упор сделан на динамику (эволюцию) событий, структурному аспекту описываемой ситуации уделено гораздо меньше внимания.

Термин «ценоз», впервые появившийся ещё во второй половине 19 века в составе «биоценоза», получил новый импульс к развитию во второй половине 20 века после введения Б.И. Кудриным термина «техноценоз» [5]. Кудрин рассматривает его в составе сложного отношения «изделие (особь)-ценоз-сфера» и считает, что родовым термином для «ценоза» является термин «сообщество», а главным инструментом для его изучения считает негауссову статистику. Ценоз состоит из единичных элементов (особей), но представляет собой целое образование, из ценозов складывается сфера. Например, множества отдельных представителей флоры и фауны образуют различные биоценозы; биосфера, в свою очередь, состоит из биоценозов. Кудрин Б.И. исследовал техноценозы – естественным образом сложившиеся сообщества технических изделий и агрегатов. Множества техноценозов, в свою очередь, составляют техносферу. Техносфера и биосфера взаимодействуют, их взаимодействие в настоящее время достигло такого уровня, что вызовы технического не всегда могут быть компенсированы адекватным ответом биосферы. Биосфера – дом всего живого, деформируется до такой степени, что теряет способность к восстановлению.

Кудрин Б.И. предложил ранжировать элементы ценозов и выделил видовое, ранговидовое и ранговое по параметру распределения. Эти распределения аппроксимируют гиперболическими (степенными) распределениями и называют гиперболическими *H*-распределениями. Они являются эмпирическим основанием для изучения ценозов. Теорией ценозов, по Кудрину, является теория безгранично-делимых распределений, основной вклад в создание которой сделали Колмогоров, Хинчин и Гнеденко.

Сильным и имеющим эмпирические основания утверждением Кудрина Б.И. является положение о том, что техноэволюция, порождающая техноценозы, является таким же естественным процессом как и биоэволюция. И «правильное» создание (проектирование) техноценозов должно являться следствием открытия и изучения естественных законов техноэволюции.

По Б.И. Кудрину техноценоз не является системой («ни кибернетической, ни большой»), потому что связи между элементами техноценоза слабее, чем связи между элементами техноценоза и элементами других ценозов. Внутрисистемные связи по Кудрину являются более сильными, чем связи между системами. Однако он не указывает на способ для количественной оценки силы-слабости этих связей. Существенна также размытость, неопределенность границ техноценоза, определяемая лишь конвенционно [5].

Вслед за Кудриным Б.И. сложилось понимание ценоза как сообщества, состоящего из разновеликих элементов. Для построения гиперболических распределения таких элементов не требуется ни специальных приборов, ни специальных средств измерений. Например, Парето получил гиперболическое распределение богатства по различным слоям населения на основе доступного статистического материала; Лотка получил степенную зависимость для ученых, написавших определенное количество статей, на основе статистического исследования массива публикаций.

Анализ эволюции техноценоза требует выделения временных этапов в значительном объеме статистических данных. Для исследования зарождения, функционирования (развития) и старения (угасания, утилизации) крупного техноценоза нужны документы, охватывающие значительный период времени. Получение их в полном объеме чрезвычайно редкая удача. Работа с такими документами требует специальной исследовательской работы.

По нашему мнению, дать рабочее определение «ценоза» можно как через «систему», так и через «сообщество». (Важно подчеркнуть также, что процесс, запущенный интерсубъективным механизмом формирования понятия «ценоза», еще не завершен и продолжается в настоящее время). Если акцент делают на динамике ценоза, то удобно говорить о ценозе, как о системе, если упор делают на его структуре, то удобно говорить о ценозе, как о сообществе.

Главным в «структурном» определении ценоза является то, что он имеет иерархическую структуру, состоящую из самоподобных элементов, т.е. таких элементов, форма которых совпадает с формой целого, и/или элементы и целое ценоза являются статистически однородными образованиями. Такую структуру, как правило, описывают гиперболическими *H*-распределениями. Следует подчеркнуть также, что структура ценоза появляется при приеме материального, энергетического или информационного ресурса и эволюционирует, как единое целое.

Поскольку структура ценоза формируется естественным образом и является иерархической (гиперболической и/или древесной), то для её описания и формализации используют математику фракталов, *p*-адических чисел, ветвящихся процессов, негауссовых статистических распределений, то есть тех разделов математики, которые нельзя отнести к разряду традиционных.

Таким образом, системно-ценологический подход к математическому моделированию техногенных объектов означает соединение наработок теории систем, теории ценозов и тех достижений математики, которые остались в тени традиционных подходов к моделированию и исследованию сложных природных и технических систем. Перспективность такого подхода обусловлена актуальными задачами, стоящими перед современной наукой и практикой.

Теорема К. Гёделя – основа единого подхода к формализации. Теорема Гёделя о неполноте имеет большую литературу как математическую, так философско-методологического плана. С точки зрения общей теории систем в нынешнем виде она запрещает двойственность в математических моделях, несмотря на то, что сам Гёдель говорил, что источником его идеи нумерации послужил парадокс Лжеца – «Я лгу», который, очевидно, имеет двойной смысл. Как показал анализ, в тени конструкции Гёделя осталась нумерация Р. Смальяна – двоичными, или вернее 2-адическими строками. Эта нумерация в железе реализована в компьютере, который является наиболее знакомым и выразительным примером числовой асимметрии – синтеза вещественных и 2-адических чисел (численных расчетов и текстовых, графических редакторов). Эти 2-адические числа представляют собой интерпретацию арифметики Прессбургера, в которой есть отрицания, но нет противоречий, и которая являет полную и непротиворечивую логическую систему, в отличие от неполных и непротиворечивых физических. Как показал Дж. Майхилл, такие системы могут формулировать истину собственными средствами – доказуемость совпадает с выводимостью. Поэтому такой системный вариант теоремы Гёделя, дополненный результатами М. Пресбургера и Дж. Майхилла, представляет логическую основу системно-ценологического моделирования (все сведения из математики, потребные для дальнейшего приведены в [1]). Кратко, для ясности картины, скажем, что они представляют собой оставшиеся в тени развития физико-математической науки результаты, которые неожиданным образом образуют связное целое и смысл при снабжении их эмпирией фрактальной геометрии.

Пространство-время техногенных систем состоит из двух противонаправленных числовых систем – вещественных R и 2-адических чисел Z_2, которые объединены в единую самодвойственную числовую систему $Q_2^{\#} = R \times Z_2$, которая образована числами вида:

$$\begin{aligned} x &= a_{-n} \cdot p^{-n} + a_{-n+1} \cdot p^{-n+1} + \ldots + a_{-1} p^{-1} + a_0 + a_1 \cdot p + a_2 \cdot p^2 + \ldots + a_k \cdot p^k + \ldots = \\ &= \sum_{i=-n}^{\infty} a_i \cdot p^i \qquad a_i \in A = \{0, 1, 2, \ldots, p-1\} \end{aligned} \tag{1}$$

Точно также одинакова позиционная запись обоих видов чисел в виде слов:

$$x = a_{-n} a_{-n+1} \ldots a_0 a_1 \ldots a_k \ldots \tag{2}$$

Разложения (1)-(2) имеют двойной смысл. При чтении справа налево или с обратной стороны листа они превращаются в правильную запись вещественных чисел. Иными словами, два вида чисел связаны *инверсией-отрицанием*, меняющей порядок чтения/записи. В предлагаемой модели (1)-(2) числа рассматриваются частично как p-адические, частично как вещественные, т.е. их можно читать с обеих сторон листа. Например, с $n>0$ вправо разложение представляет собой p-адическое число, влево – вещественное. Формы (1)-(2) являются также числовым и бескоординатным прототипом *итеративной системы функций*, которая является основным генератором фракталов и перекрестком физики, языка, биологии и т.п., где она известна под видом иерархии. Её действие – делимость материи, декомпозируемость систем, различение и границы, нарушения связности. Впервые такую интерпретацию p-

адических чисел в 1955 г. предложил С. Улам при исследовании мультипликативных процессов, возникающих в цепной реакции деления [6]. Бесконечное деление приводит к нульмерным множествам или фракталам.

Позже два российских ученых – химик И.В. Тананаев и математик А.Н. Паршин значительно расширили интерпретацию С. Улама таким образом, что *p*-адические числа обрели системно-ценологическое содержание. И.В. Тананаев предложил считать размер частиц, получающихся при делении, отдельной степенью свободы, поскольку при таком движении меняются качества материи. Это движение становится, таким образом, аналогичным фазовому переходу или химической реакции, производящей новое вещество-качество. Тем самым ось делимости приобрела статус линии философских мер – узлов развития. Известно, что мерой философы называют единство количественного и качественного, которое определяет границы развития целого. Мера есть количественный интервал в рамках заданного качества. Паршин проинтерпретировал дерево 2-адических чисел как единство противоположностей и показал, что оно «растет» как в материальном, так и в идеальном мире.

Содержание координаты узлов развития дано С.И. Сухоносом в виде масштабной оси или М-оси [7]. Их анализ с точки зрения динамики описан в [8]. В частности, *p*-адические числа образуют внутреннее пространство систем/объектов, дополнительное к внешнему. Эти два способа введения координат хорошо известны. Можно по карте указать координаты точки, а можно выписать её адрес по цепочке: страна, область, город, улица, дом, квартира. Этот же способ адресации применяется в сети интернет. Поэтому, как и фракталы, *p*-адические числа, как их числовое содержание – встречают повсюду. Нульмерные множества не имеют физических свойств, они невидимы, являются числовыми кандидатами на роль полей различной природы – физических (электромагнитных, гравитационных, и т.п.), морфогенетических в биологии, различных лингвистических. Причем все эти разнородные поля сосуществуют в каждой точке физического пространства, т.е. *p*-адические числа *многомодальны*. Поэтому числовые системы математики составляют пару «материальное – идеальное». Иными словами, это пространство включает в себя как материальные, так и мыслительные процессы техногенных систем – движение оборудования, проектирование технологий, принятие решений различного уровня и т.п.

Двойственность числовых систем влечет двойственность измеряемых величин, которые являются формальными функциональными аналогами универсальной пары процессов «*конвергенция – дивергенция*». Вещественные числа получаются из (1)-(2) сложением/интеграцией всех разрядов и тогда все цифры исчезают, *p*-адические – различением цифр/дифференциацией в позиционной записи. Величины (нормы/метрики) этих чисел имеют вид

$$x \in R,\ |x|_\infty = |x|, \quad \xi \in Z_2\ \ |\xi|_2 = p^{-(-n)} \tag{3}$$

Точнее, для *p*-адических чисел существуют две метрики – аддитивная и мультипликативная:

1. Аддитивная метрика даёт координату узлов развития материи/объема понятия на *экстенсиональной* оси:

$$\nu_p(\xi) = ord_p(\xi) = -n = -\ln|\xi|_p^\alpha \ \Rightarrow\ \nu_p(\xi+\eta) \geq \min\{\nu_p(\xi) + \nu_p(\eta)\} \tag{4}$$

2. Мультипликативная дает размер подсистем или объем денотатов на *интенсиональной* оси:

$$|\xi|_p^\alpha = p^{-\alpha\cdot n}, \quad \alpha > 0 \ \Rightarrow\ |\xi+\eta|_p^\alpha \leq \max\{|\xi|_p^\alpha, |\eta|_p^\alpha\} \tag{5}$$

Следует отметить, что процесс восприятия мира человеком также имеет двойное кодирование. Он заключается в том, что вербальные структуры (логика, алгоритмы (технологии), линейное письмо) дублируются образным представлением – памятью на значения слов [9]. Иными словами, фрагмент мира запоминается «снизу» линейно алгоритмически и «сверху» картой значений, т.е. совокупностью/картиной материальных объектов. Этими способами восприятия пользуются все естественные науки. Оба эти способа восприятия отражаются выбранной моделью числовой асимметрии – они совпадают с метриками двух основных числовых систем. Решение этого нетривиального вопроса требует отдельной работы, несмотря на то, что основные нужные для этого теории составляющие части, по-видимому, наличествуют.

В частности, нетрудно видеть, что *объект* – естественный или технический, в пространстве числовой асимметрии представляется следующим образом:

$$S \equiv \xi_0 \xi_1 \dots \xi_n \circ B_r(\xi) \qquad (6)$$

Здесь префикс $pr_s = \xi_0 \xi_1 \dots \xi_n$ является именем системы/объекта, аналогичным паспортам людей, которые остаются неизменными и общими для всех их подсистем. Выражение (6) определяет информационный компакт. Тогда напрашивается формальное определение *системы как информационно замкнутого множества объектов*. Здесь все члены определения имеют формальные референты в отличие от широко распространенного «система есть множество *каким-либо образом* связанных объектов». Радиус шара B_r, т.е. расстояние между подсистемами не меняет свойства информационной замкнутости-открытости, т.е. системности.

Если не учитывать генезис, то на вещественной оси нормы $|x|_\infty$ *и* $|\xi|_2$ неотличимы. Нетрудно проверить, что эти две величины связаны гиперболическим отношением, известным как степенные законы, которое позволяет их различать по поведению:

$$|x|_\infty = c \cdot |x|_2^{-D}, \qquad (7)$$

где D – фрактальная размерность.

Эта форма зависимости норм/метрик измеряемых величин является общей для ранговых и видовых распределений, составляющих основной аппарат ценологии [3]. Взаимная неопределимость числовых норм/метрик в (7) лежит в основе невозможности представления устойчивых распределений, *H*-распределений в виде функций. Как показывает простое сравнение, степенные зависимости (7), ранговые и видовые распределения получают одинаковой организацией измерительных процедур – подсчётом частей и сравнением их с целым. В целом все безгранично-делимые распределения и распределения сумм независимых случайных величин являются вариацией известной проблемы Платона «целое-часть», и (7) есть её числовое представление.

В итоге, поскольку порядок двух числовых систем взаимнообратный, измеряемые величины реализуют *два вида причинности*, известные как *сжатие, агрегация, материализация* и *расширение, диссипация, дематериализация* – синонимы универсальной пары процессов, порождаемых универсальной парой сил *притяжения* – *отталкивания*. Тогда противонаправленность (отрицание) можно понимать как дополнительность, при которой объединяются виды причинности, направления времени, топологии, членов оппозиций. Совмещение двух способов координатизации: физической и *p*-адической, даёт основание для адекватного учета геометрии системно-ценологического пространства – оно становится локально гиперболическим, глобально – проективным (проективной плоскостью).

Формально имеем:

$U = R \times Z_2, \quad u = x \cdot \xi, \; x \in R, \xi \in Z_2$ – пространство и представление рационального числа через вещественные и *p*-адические числа;

$P^2(R) = R^2 \cup P^1(R)$ – проективная плоскость в геометрии; (8)

$R = inv\, Z_2 = \neg Z_2$ – «оси координат» U. (inv – инволюция, $\neg$ – отрицание);

$\| u \| = | x |_{\infty} \cdot | \xi |_{2}$ – общая формула числа.

Любое утверждение логики $P(x,t,f,g,\dots)$, формулы, уравнения, имеет смысл в обеих числовых системах:

$$R \leftarrow P(x,t,f,g,\dots) \rightarrow Z_2, \tag{9}$$

в частности:

$$2 = |2|_{\infty} \in R \leftarrow 2 \rightarrow |2|_2 = 2^{-1} \in Q_2^{\#}.$$

Для мер неопределённости: вероятности *prob* и возможности *poss* с мерами Лебега и Хаара имеют, соответственно:

$$Th\ prob(\mu_L) \xleftarrow{\wedge} Q_2 \xrightarrow{\vee} Th\ poss(\mu_{Haar}), \tag{10}$$

а для логики: классической и Прессбургера, соответственно:

$$CL \xleftarrow{\wedge} Q^{\#}{}_2 \xrightarrow{\vee} AP\ . \tag{11}$$

Выражения (9-11) соответствуют принципу переноса, включающего в себя принцип двойственности для решеток (сетей) [1].

Многомодальность p-адических чисел имеет вид:

$$Z_2 \cong Z_2 \times Z_2 \times \dots \times Z_2 \cong (Z_2)^N, \text{ для любого счетного } N. \tag{12}$$

Здесь каждому сомножителю может соответствовать свое поле и своя ультраметрика (3), определяющая степень возможности – материальной проявленности того или иного фактора.

Общая формула, дающая возможность связать воедино иерархию, топологию, показатели степени распределений (7), дана А. Робертом [10]. Она представляет детализацию итеративной системы функций в направлении создания евклидовых образов/объектов. Как показывает ее вид, все материальные преобразования проистекают из идеальной сферы. В технетике, соединяющей технологию, технику, материалы, продукцию и отходы [5], – определяются проектами и принятием решений.

$$\varphi_{\nu,b} : Z_p \mapsto E : \sum_{i \ge 0} a_i \cdot p^i \mapsto \theta \cdot \sum_{i \ge 0} \frac{\nu(a_i)}{b^{i+1}}, \quad b \ge p \tag{13}$$

В (13) параметры θ, b, i – могут интерпретироваться с помощью понимания их с понятиями *H*-распределениями ценологии. Точнее $v(a_i)$ – векторизованные цифры, параметры сдвига, задающие разметку евклидова пространства *E*, а θ – масштабный множитель, задающий диаметр фрактального множества. Положив $b = p^{\alpha}$ $\alpha \geq 1$ при различных α, получим различную степень интеграции системы $F \subset E$ во внешней среде, т.е. различные наборы параметров сдвига и масштаба порождают различные визуальные образы фракталов, т.е. различные размеры и структуру технических объектов.

Система *F* состоит из самоподобных копий [2], которые задаются итеративно:

$$F_1 = \bigcup_{v}(\theta \cdot \frac{v}{b} + \frac{F}{b}) = \bigcup_{v}(\theta \cdot \frac{v}{b} + \frac{1}{b}\bigcup_{v}(\theta \cdot \frac{v}{b} + \frac{F_1}{b}). \tag{14}$$

Выражение (14) может использоваться как множество-носитель, соответствующий распределению ресурса. Аналитическими операциями из (6) возможно получать нужные в каждом конкретном случае результаты.

Время в теории систем и ценозов имеет два направления течения *T*:

$$t \times \tau \equiv |T|_{\infty} \cdot |T|_2 = const, \; T \in Z_2. \tag{15}$$

Одно из них *t* можно назвать физическим, второе τ - системным, биологическим. По аналогии с двумерной системой координат (X,Y), представленной комплексными числами – аддитивной версией связи осей $z = x + i \cdot y$, также связаны оси времени $t = i \cdot \tau$.

Вообще говоря, соотношения типа (3,4,5) неединственны в том смысле, что варианты их числовых значений определяются разнообразием конкретных формальных выражений для составляющих его числовых метрик. Существует большое количество способов измерений, принятых в естественных науках [11], которые, однако, не соотнесены с двумя основными математическими числовыми метриками. Включение их в контекст числовой асимметрии дело отдельной и очень важной работы, как для теории систем, так и для частной дисциплины. Мы, упрощая ситуацию, априори положим, что все частные метрики могут быть расклассифицированы нужным образом, и используемые нами числовые метрики имеют своим содержанием способы измерений в естественных науках. Этот шаг оправдывается тем, что способы измерений формально совпадают со способами человеческого восприятия [1]. Поэтому мы ограничимся стандартной их версией.

$|T|_{\infty} \propto t$ – физическое время движения в евклидовом пространстве. (16)

Системная ось времени – это время развития. Она, как и *p*-адические числа неопределима в вещественном пространстве и поэтому может считаться мнимой осью, мнимым временем. Полагая нормировку *p*-адических чисел плотной, т.е. уровни занумерованными не целыми, а рациональными числами $q \in Q \subset R: q = a_0 a_1 \ldots a_n$, т.е. конечными строками цифр разложения (1), получим мнимую числовую ось времени. Эта ось τ_0 дается аддитивной версией *p*-адической метрики (3) и определяет скорость декомпозиции, развития системы:

$$\tau_0 = \alpha \cdot q \tag{17}$$

$$t = i \cdot \tau_0, \text{ где } i = \sqrt{-1} \tag{18}$$

Мультипликативная норма (4) дает второе системное время $|T|_2^{\alpha} \propto \tau_1$, определяющее количество и размеры подсистем на уровне $\tau_0 = \alpha \cdot q$. По отношению к физическому линейному времени оно оказывается замкнутым, т.е. циклом гомеоморфным кругу:

$$|T|_2^{\alpha} \propto \tau_1 = 2^{\alpha \cdot q} = \exp(i \cdot \alpha \cdot t \cdot \ln 2) \tag{19}$$

Это локально соответствует понятию жизненного цикла системы. Циклы вообще являются одной из вездесущих естественных геометрий природы [12, 13].

Таким образом, приходим к характеристике В.И. Вернадского о времени естественных систем как прерывисто-непрерывном, циклическом и необратимом [14]. Физическая формализация двух времен – внешнего и внутреннего, разрабатывалась И. Пригожиным [15]. В итоге, очевидно, что *U* есть пространственно-временнóй фрактальный континуум систем, порождаемый числовой системой Z_2, т.е. идеальным пространством.

Определение системы и ценоза следует как набор “вариантов инварианта” - присутствия канторова совершенного множества в различных разделах математики и его изоморфа 2-адических чисел Z_2:

$$\begin{aligned} &C \cong C_{matter} \cong \exp(C) \cong 2^C \cong Z_2 \cong [IFS \equiv \{0,1\}^N] \cong \\ &\cong [Z_2 \to Z_2] \cong C(Z_2, Z_2) \cong H \cong C_{Bool} \cong C_{Stone} \equiv C \end{aligned} \quad (20)$$

здесь знаки эквивалентности (изоморфизма) означают по порядку слева направо: C_{matter} – модель делимой материи – точный геометрический фрактал, *C* является экспоненциально полным, то есть механические преобразования материи не меняют её числовой природы. Такое распределение материи представляет собой спектр функций истинности булевой алгебры. Это материя с числовыми свойствами, Z_2 есть топологическая алгебра. Такое строение материи (нульмерное, дисконтинуальное, фрактальное) совпадает с формальными языками теоретической информатики, является доменом в теоретической информатике (итеративная система функций – *IFS*, является центральной техникой порождения фракталов). Это символическое пространство, область действия символической динамики. Как решётка она совпадает с пространством непрерывных функций над собой – $[Z_2 \to Z_2] \cong C(Z_2, Z_2)$. Такой числовой или алгебраический образ материи представим своим полем непрерывных функций по теореме о двойственности Стоуна – $C_{Bool} \cong C_{Stone}$. Множество *2*-адических чисел представляет собой гильбертово пространство с ортонормированным базисом в виде системы ван дер Пата. Оно изометрически вкладывается в гильбертово пространство – *H* и в пространство функций. Это значит, что его элементы допускают интерпретацию в виде векторов гильбертова пространства и в виде функций.

Тем самым *p*-адические числа можно рассматривать как банахову алгебру с инволюцией, то есть C^* – алгебру. Поскольку R является гильбертовым пространством и решёткой, а инволюция меняет порядок на решётке, то, согласно принципу двойственности для частичного порядка, $Z_2 = inv\ R$ сохраняет истинность утверждений. Z_2 – дисконтинуальная версия гильбертова пространства. В таком виде Z_2 является также и булевой алгеброй – основой символьной техники (по той же теореме Стоуна). Фрактальное распределение материи как эквивалентное, по формулировке М.Стоуна, булевой алгебре, есть оборотная сторона канторова множества как фрактальной модели материи [1].

Тогда *формально определить систему и ценоз* можно, используя рефлексивные свойства *p*-адических чисел:

$$\begin{aligned} &\forall n \in N,\ \forall\ p = 2,3,\ldots,43,\ldots \quad Q_p \cong Q_p \times Q_p \times \ldots \times Q_p = Q_p^n \\ &\text{и} \quad Z_p \cong Z_p \times Z_p \times \ldots \times Z_p = Z_p^n \end{aligned} \tag{21}$$

(Эти два изоморфизма известны как парадокс Банаха-Тарского о разрезании шара на два других такого же объема). Множители в (21) могут быть выраженными различными цифрами, то есть языками (см. (8-11)) с сохранением изоморфизма. Тогда получается известное определение системы (ценоза) как объекта, для описания которого требуется множество несводимых друг к другу языков. Кроме того, полагая в (21) сомножители, равными одному из изоморфов (20), мы получим представление множества свойств (или граней) одного C – фрактального объекта. Отметим особо, что *p*-адические числа являются интерпретацией арифметики Прессбургера [16] – *полной и непротиворечивой формальной системы*, которая содержит взаимно отрицающие *истинные* утверждения. Таким образом, определение понятия системы (ценоза) получается сведением языков/структур из различных разделов математики, имеющих общую основу. Противоречивый вариант теоремы Гёделя логически последователен и дает основания для разработки системной (ценологической) теории. Изъяном этого понимания системы (ценоза) является общий для всей математики недостаток – отсутствие математической модели периодической таблицы Менделеева, которое остро встает при создании системной теории материи. Однако и в этом направлении усматривается согласование базовых фактов [17].

Из двойственности $Q_2^{\#}$ следует, что система (ценоз) существует одновременно в двух состояниях – материальном и информационном (тонком, ультраметрическом). Соответственно, задачи «структурный эквивалент функции», «материальный эквивалент функции», «материальный эквивалент языка» являются системно-специфическими и входят в состав системных инвариантов. Они являются основой целевого подхода, принятия решений и т.п. нефизических преобразований системы.

Метапозиция – понятие, имеющее ключевое значение как для управления производством, так и для формулирования целей, задач и ограничений на него. Она проистекает из *дейксиса.* Дейксис – понятие языкознания, означает координаты «здесь и сейчас», то, что имеет ввиду говорящий, контекст, неявно присутствующий в наличной речевой деятельности. Математика является редуктом естественного языка, и ее так называемая «непостижимая эффективность» проистекает из природы естественного языка как *alter ego* внешнего мира [18]. Современная физико-математическая наука сформировалась в экспериментально-лабораторном пространстве [19]. Поэтому она требует обозримости и алгоритмической эффективности теории, сопоставимости с лабораторным человеческим пространственно-временным кругозором. Тем самым методы становятся локальными и относительно простыми. Человек, отдаленные последствия и эффекты, связь с внешней средой исключаются из хода процесса и, соответственно, из теории требованием чистоты эксперимента. Системные (ценологические) же объекты решительно не вписываются в этот лабораторный кругозор. Они не допускают экспериментального изучения – нет воспроизводимости, число степеней свободы не поддается перечислению, и человек оказывается включенным в динамику. Системы (ценозы) наблюдаемы двояко – снаружи и изнутри. Эта двойственность пока не формализована. Детальное ее рассмотрение в экономике под видом субъектной или рефлексивной позиции изложено в [20] и его же монографии [21]. Известно, что в *p*-адическом шаре (объекте, системе, ценозе) любая точка является его центром. Это значит, что система, производство могут наблюдаться и моделироваться одновременно снаружи и изнутри, согласовывая эти противоположные движения. Таким образом, в зависимости от собственных целей системы управление может передаваться любой из ее подсистем, в зависимости от внешних целей и ограничений управление может осуществляться извне. Эта техника известна как инверсия тела в идеальном пространстве.

Математический анализ двойственности систем мы покажем на примере уравнения непрерывности *CE* (x,y,t,…) – *(continuity equation – CE).* Любые уравнения начинаются с установления баланса для заданной физической величины. В нашем случае системы (ценозы) изменяются под действием внешних и внутренних факторов. Из всех уравнений баланса наиболее общим представляется закон сохранения массы (несмотря на то, что понятие материи и массы до сих пор не формализовано). Известно, что этот закон справедлив для всех экстенсивных физических величин – массы, заряда, момента и т.д. Это, в свою очередь, значит, что он не зависит от размерностей физических величин и является чисто геометрическим фактом – преобразования массы из конвергентного состояния в дивергентное. В этом смысле закон сохранения массы имеет междисциплинарный характер, и его применение в теории систем (ценозов) напрашивается само собой. Изоморфизм $R \cong Z_2$ к тому же оправдывает принцип переноса. Имеем диаграмму

$$CE(\rho,V) \xleftarrow{\wedge} m=\int_V \rho\cdot\pi\cdot dV \xrightarrow{\vee} CE(\pi,V^*). \quad (22)$$

Здесь, m – масса, ρ – плотность, π – мера возможности, V и V^* – представления объемов в двух подпространствах числовой асимметрии.

Конструкция интеграла (22) предполагает предварительное, до акта суммирования, существование его слагаемых. Отсюда получается уравнение неразрывности для объема, записанного в обоих типах переменных:

$$CE(\rho,x,t)+CE(\varphi,\xi,\tau)+CE(V(x,\xi,t,\tau))=0 \quad \text{или}$$
$$\left(\frac{\partial\rho}{\partial t}+div_E\,\rho\cdot v\right)\pi V+\left(\frac{\partial\pi}{\partial\tau}+div_U\pi\cdot v\right)\rho\cdot V+\left(\frac{\partial V}{\partial\tau}+\frac{\partial V}{\partial t}+\frac{\partial V}{\partial x}\right)=0 \quad (23)$$

Здесь нижние символы у производных маркируют E – евклидово пространство, U – ультраметрическое; ρ – плотность, v – скорость частицы, x – координата евклидова пространства, ξ – координата ультраметрического пространства, t – физическое время, τ – системное время, V – переменный объем.

Первое слагаемое в (23) выражает геометрию объема (массы, «жидкости материи») через плотность массы, второе слагаемое – «жидкость вероятности» через возможность, третье слагаемое выражает объединение двух подпространств «течения», имеющее также вид уравнения неразрывности.

Отметим, что выражение (23) тесно связано с понятиями системообразующего фактора систем (ценозов).

Отдельно поясним *теорию возможностей*, которая, как и числовая асимметрия U является билингвой. В её основе лежит полное совпадение её аксиом со свойствами ультраметрики p-адических чисел (5) и неопределимость ультраметрики над полем вещественных чисел, позволяющих говорить о математическом содержании понятия *возможности* как о модели случайности.

Теория возможностей раскрывает неопределённость, возникающую на оси декомпозиции/делимости/углубления в детали, и поэтому является в точности дополнительной к теории вероятностей, с заменой меры Лебега на неразличимую от неё на вещественной оси меру Хаара (10).

В (10) в качестве единицы системного универсума естественным образом появляется число «золотого сечения», 5-лучевая симметрия и тесно с ним связанные числа Фибоначчи [22, 23].

Большие системы природно-технические, социально-эколого-экономические, геополитические, как правило, не имеют фиксированного объема в обычном физическом смысле при огромном числе подсистем и составных частей. Естественной характеристикой их размера является структура, с которой связываются все характеристики и свойства системы. Структура систем (ценозов) формализуется матрицами смежности, достижимости и другими графо-теоретическими матрицами [24]. Такая формализация наиболее подходит для описания динамики систем (ценозов). Отметим также, что дифференциальное исчисление матриц практически полностью повторяет обычное.

Одна из важных задач, возникающих при создании и эксплуатации больших природно-технических и им подобных систем (ценозов) – согласование развития/изменения системы (ценоза) с изменениями внешней среды. Эта задача определяет как саму возможность погружения системы (ценоза) в данную обстановку, так и экологический аспект проблемы – влияния функционирования системы (ценоза) на внешнюю среду. Более сложный и глубокий аспект этой проблемы заключается в оценке способности внешней среды к утилизации побочных эффектов функционирования системы (ценоза). Эта проблема выводит в специальную область технетики, включающей технологию, технику, материалы, продукцию и отходы [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маврикиди Ф.И. Числовая асимметрия в прикладной математике: фракталы, p-адические числа, апории Зенона, сложные системы. М., Дельфис, 2015. 416 с.
2. Хорьков С. А. Проблема расчёта электропотребления многономенклатурного цеха промышленного предприятия, модели и методики для её решения: монография. Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2019. 128 с.
3. Кудрин Б.И. Математический аппарат общей и прикладной ценологии и философское осмысление фундаментального природного закона гиперболичности видового и рангового распределений//Не новые новости. Вып. 55. «Ценологические исследования» – М.: Технетика, 2015. С. 137 – 157.
4. Блюменфельд Л.А. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики. М.: Едиторал УРСС, 2014. 160 с.
5. Кудрин Б.И. Философия технетики: основания постнеклассической философии техники. Вып.6 «Ценологические исследования». М.: Технетика, 2007. 196 с.
6. Улам С. Нерешённые математические задачи. М.: Наука, 1964. 168 с.
7. Сухонос С.И. Масштабная гармония Вселенной. М.: Новый мир, 2015. 215 с.
8. Коваленко В.В. Частично инфинитное моделирование: основания, примеры, парадоксы. СПб.: Политехника, 2005. 479 с.
9. Панов Е.Н Знаки, символы, языки. 2-ое изд., доп. М.: Знание, 1983. 248 с.
10. Robert, A. A Course in p-Adic Analysis. Springer, 2000, P.17 – 19
11. Deza, M.-M, Deza E. Encyclopedia of Distances. Springer, 2009
12. Петрушенко Л.А. Самодвижение материи в свете кибернетики. М.: Наука. 1971. 290 с.
13. Лойфман И.Я., Стадник А.А. Единство природы и круговорот материи. Свердловск, изд-во Урал. ун-та, 1988. 204 с.
14. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. 520 с.
15. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. Пер. с англ. Под ред. Ю.Л. Климантовича. М.: Наука, 1985. 327 с.
16. Macyntire A. Twenty Years of p-Adic Model Theory// Logic Colloqium’84. J.B. Paris, A.J. Wilkie, G.M. Wilmers (eds.), Elsevier, NH, 1986.
17. Изотов А.Д., Маврикиди Ф.И. Числовое представление фракталов в физико-химии материаловедения // РЭНСИТ. 2019. Т. 11. №3. С.313 – 328
18. Постовалова В.И Язык и миропонимание. Опыт лингвофилософской интерпретации. М.: Ленанд, 2017. 312 с.

19. Пономарев Л.И. Под знаком кванта. М.: Физматлит, 2005. 416 с.
20. Попков В.В. Двойственность: концепция и методы познавательной модели. В кн. Системный поход в современной науке. М.: Прогресс-Традиция, 2004. С. 235 – 253
21. Попков В.В. Экономический конструктивизм. Ускользающая реальность: что кроется за объективностью экономической науки. М.: УРСС, 2014. 200 с
22. Изотов А.Д., Маврикиди Ф.И. Числовая асимметрия внутреннего пространства некристаллических материалов //Известия Самарского научного центра РАН. 2017. №1. С.3 – 24.
23. Изотов, А.Д., Маврикиди Ф.И. Числовое представление фракталов в физико-химии материаловедения // РЭНСИТ, 2019. №4. С.317 – 328
24. Изотов А.Д. Маврикиди Ф.И., Хорьков С.А. Математический базис инновационных технологий нефтегазовой промышленности // Управление техносферой: электрон. журнал. 2019. Т.2. Вып. 4. URL: f-ing.udsu.ru/technosphere (дата обращения: 14.05.2020)

Поступила в редакцию 22.06.20

Сведения об авторе

Маврикиди Федор Иванович
к.т.н., старший научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа Российской академии наук, Россия. Тел +7(916)7966320
E-mail: mavrikidi@mail.ru

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

F.I. Mavrikidi, S.A. Khorkov

THE SYSTEM-CENOSIS APPROACH TO MATHEMATICAL MODELING TECHNOGENIC OBJECT

Annotation. The basis of the proposed work is the proximity of the concepts of system and cenosis, which define two ways to describe and manage man-made objects. Using the approach developed by the authors to modeling systems and cenoses, the paper presents a method of mathematical modeling based on the inclusion of *p*-adic numbers in the modeling apparatus. This step makes it possible to model specific system-technological properties of objects and their interaction with the external environment. The described approach is based on a number of well-known mathematical facts that are not included in the educational Arsenal of science, but represent a logically coherent sequence of results related to the practice and theory of fractals.

***Keywords*:** system, cenosis, mathematical modeling, numerical asymmetry, fractal geometry, *p*-adic numbers,

For citation: Mavrikidi F.I., Khorkov S.A. [The system-cenosis approach to mathematical modeling technogenic object] *Upravlenie tekhnosferoi,* 2020, vol. 3, issue 3. (In Russ.) Available at**:** http://f-ing.udsu.ru/technosphere pp. 401 – 426. DOI 10.34828/UdSU.2020.66.20.002

REFERENCES

1. Mavrikidi F.I. *Chislovaya asimmetriya v prikladnoi matematike: fraktaly, r-adicheskie chisla, aporii Zenona, slozhnye sistemy* [Numerical asymmetry in applied mathematics: fractals, p-adic numbers, Zeno's aporia, complex systems]. Moscow, Delfis, 2015, 416 p. (In Russ.).
2. Khor'kov S.A. *Problema rascheta elektropotrebleniya mnogonomenklaturnogo tsekha promyshlennogo predpriyatiya, modeli i metodiki dlya ee resheniya: monografiya* [The Problem of calculating the power consumption of a multi-product shop of an industrial enterprise, models and methods for its solution: monograph]. Izhevsk: Publishing house of Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov, 2019, 128 p. (In Russ.).
3. Kudrin B.I. Matematicheskii apparat obshchei i prikladnoi tsenologii i filosofskoe osmyslenie fundamental'nogo prirodnogo zakona giperbolichnosti vidovogo i rangovogo raspredelenii [Mathematical apparatus of General and applied cenology and philosophical understanding of the fundamental natural law of hyperbolicity of species and rank distributions] *Ne novye novosti. Vyp. 55. «Tsenologicheskie issledovaniya*». Moscow: Technetika, 2015, pp. 137 – 157. (In Russ.).
4. Blyumenfel'd L.A. *Reshaemye i nereshaemye problemy biologicheskoi fiziki* [Solvable and unsolvable problems of biological physics]. Moscow: Editorial URSS, 2014, 160 p. (In Russ.).

5. Kudrin B.I. Filosofiya tekhnetiki: osnovaniya postneklassicheskoi filosofii tekhniki [The Philosophy of technetics: the foundations of post-non-classical philosophy of technology] *Vyp.6 «Tsenologicheskie issledovaniya»*, Moscow: Technetika, 2007, 196 p. (In Russ.).
6. Ulam S. *Nereshennye matematicheskie zadachi* [Unsolved mathematical problems]. Moscow: Nauka, 1964, 168 p. (In Russ.).
7. Sukhonos S.I. *Masshtabnaya garmoniya Vselennoi* [Scale harmony of the Universe], Moscow: New world, 2015, 215 p. (In Russ.).
8. Kovalenko V.V. *Chastichno infinitnoe modelirovanie: osnovaniya, primery, paradoksy* [Partially infinite modeling: foundations, examples, and paradoxes]. Saint Petersburg: Politechnika, 2005, 479 p. (In Russ.).
9. Panov E.N *Znaki, simvoly, yazyki* [Signs, symbols, languages] 2-oe izd., dop. Moscow: Znanie, 1983, 248 p. (In Russ.).
10. Robert A. A. Course in p-Adic Analysis. Springer, 2000, pp.17 – 19
11. Deza M.M, Deza E. Encyclopedia of Distances. Springer, 2009
12. Petrushenko L.A. *Samodvizhenie materii v svete kibernetiki* [Self-Movement of matter in the light of Cybernetics]. 1971, 290 p. (In Russ.).
13. Loifman I.Ya., Stadnik A.A. *Edinstvo prirody i krugovorot materii* [Unity of nature and circulation of matter]. Sverdlovsk, Ural University Publishing House, 1988, 204 p. (In Russ.).
14. Vernadskii V.I. *Filosofskie mysli naturalista* [Philosophical thoughts of a naturalist]. Moscow: Nauka, 1988, 520 p. (In Russ.).
15. Prigozhin I. *Ot sushchestvuyushchego k voznikayushchemu: vremya i slozhnost' v fizicheskikh naukakh* [From existing to emerging: time and complexity in the physical Sciences]. Per. s angl., Klimantovich Yu.L. (ed). Moscow: Nauka, 1985, 327 p. (In Russ.).
16. Macyntire A. Twenty Years of p-Adic Model Theory. Logic Colloqium'84. J.B. Paris, A.J. Wilkie, G.M. Wilmers (eds.), Elsevier, NH, 1986.
17. Izotov A.D., Mavrikidi F.I. *Chislovoe predstavlenie fraktalov v fiziko-khimii materialovedeniya* [Numerical representation of fractals in physical chemistry of materials science]. 2019, vol. 11, no. 3, pp. 313 – 328 (In Russ.).
18. Postovalova V.I *Yazyk i miroponimanie. Opyt lingvofilosofskoi interpretatsii*. [The Language and understanding of the world. Experience of linguophilosophical interpretation]. Moscow: Lenand, 2017, 312 p. (In Russ.).
19. Ponomarev L.I. *Pod znakom kvanta* [Under the sign of quantum]. Moscow: Fizmatlit, 2005, 416 p. (In Russ.).

20. Popkov V.V. *Dvoistvennost': kontseptsiya i metody poznavatel'noi modeli. V kn. Sistemnyi pokhod v sovremennoi nauke* [Duality: the concept and methods of the cognitive model. In the book. System approach in modern science]. Moscow: Progress-Tradition, 2004, pp. 235 – 253 (In Russ.).
21. Popkov V.V. *Ekonomicheskii konstruktivizm. Uskol'zayushchaya real'nost': chto kroetsya za ob"ektivnost'yu ekonomicheskoi nauki* [Economic constructivism. Elusive reality: what lies behind the objectivity of economic science]. Moscow: URSS, 2014, 200 p. (In Russ.).
22. Izotov A.D., Mavrikidi F.I. Chislovaya asimmetriya vnutrennego prostranstva nekristallicheskikh materialov [Numerical asymmetry of the internal space of non-crystalline materials]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, [*Proceedings of the Samara scientific center of RAS*], 2017, no.1, pp. 3 – 24. (In Russ.).
23. Izotov, A.D., Mavrikidi F.I. Chislovoe predstavlenie fraktalov v fiziko-khimii materialovedeniya [Numerical representation of fractals in physics and chemistry materials science] *RANSIT*, 2019, no. 4, pp. 317 – 328 (In Russ.).
24. Izotov A.D. Mavrikidi F.I., Khor'kov S.A. Matematicheskii bazis innovatsionnykh tekhnologii neftegazovoi promyshlennosti [Mathematical basis of innovative technologies in the oil and gas industry]. *Upravlenie tekhnosferoi: elektron. Zhurnal* [Managment of the technosphere: the electron. journal]. 2019, vol. 2, issue 4. Available at**:** f-ing.udsu.ru/technosphere (accessed: 14.05.2020). (In Russ.).

Received 22.06.20

About the Author

Mavrikidi Fyodor Ivanovich
Candidate of Technical Sciences, senior researcher, Institute of oil and gas problems of the Russian Academy of Sciences, Russia, Tel +7(916)7966320.
E-mail: mavrikidi@mail.ru

Khor'kov Sergei Alekseevich
Associate Professor, Department of Heat Power Engineering, Oil and Gas Institute named of M.S. Gutseriev, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt state University", 426034, Russia, Izhevsk, Str. University, 1/7, Russia, Tel +7(912)7671690
E-mail: horkov_07@mail.ru