



УДК 005; 303.732

**ОБОСНОВАНИЕ ОБЩЕСИСТЕМНЫХ ПРИНЦИПОВ И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ
ФОРМАЛИЗОВАННЫМИ СРЕДСТВАМИ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА
«УЗЕЛ-ФУНКЦИЯ-ОБЪЕКТ»**

**SUBSTANTIATION OF SYSTEM-WIDE PRINCIPLES AND REGULARITIES
FORMALIZED BY MEANS OF A SYSTEMATIC APPROACH
«UNIT-FUNCTION-OBJECT»**

**С.И. Маторин, А.Г. Жихарев, О.А. Зимовец
S.I. Matorin, A.G. Zhikharev, O.A. Zimovets**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85*

Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

e-mail: matorin@bsu.edu.ru

Аннотация. В работе предлагается вариант обоснования некоторых общесистемных закономерностей средствами системно-объектного подхода "Узел-Функция-Объект" как фрагмент концепции разрабатываемой авторами формализованной общей теории систем.

Resume. This paper proposes a version of the justification of certain system-wide regularities by means of the system-object approach "Unit-Function-Object" as a fragment of the concept developed by the authors formalized the general systems theory.

Ключевые слова: «Узел-Функция-Объект» общесистемные принципы и закономерности, системная теория.

Keywords: "Unit-Function-Object", system-wide principles and regularities, system theory.

Введение

Системные исследования и системный анализ как метод проведения этих исследований методологически основаны на системном подходе и, по идее, должны опираться на некоторую теорию, которую принято называть общей или абстрактной теорией систем. Однако, если системный анализ как-то работает и системный подход существует даже в нескольких разновидностях, то теория систем как структурированный набор концептуальных положений, имеющих выводную и прогнозную способность, отсутствует. Существующие в настоящее время описания различных системных теорий или являются общими рассуждениями о системах, или вообще не используют системный подход, так как или рассматривают систему как множество (не конструктивность такого подхода доказана, например, в работе [Шрейдер]), или являются чисто математическими работами, содержательно не связанными с системным эффектом. Кроме того, эти теоретические построения, как правило, не обосновывают выявленных в ходе системных исследований общесистемных принципов и закономерностей.

Ниже рассмотрен вариант обоснования некоторых общесистемных закономерностей средствами системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект» (УФО-подхода) [<http://ru.wikipedia.org/wiki/Узел-Функция-Объект>] как часть концепции разрабатываемой авторами формализованной общей теории систем. Данные результаты исследования являются развитием теоретических положений, представленных в работе [Маторин, 2016].

Исходные понятия и определения

Дадим формализованное определение понятия «система», учитывая содержательное определение этого понятия и обоснование целесообразности рассмотрения любой системы как трехэлементной конструкции «Узел-Функция-Объект», приведенные в работе [Маторин, 2016]. Таким образом, в предлагаемом варианте теории систем будем считать, что система s описывается кортежем $\langle U_s, F_s, O_s \rangle$. Содержательное и формальное понимание U_s, F_s и O_s представлено в нижеприведенной таблице.



Предложенное определение системы в таблице, в первую очередь, формализовано с помощью алгебраических средств теории паттернов Гренандера [Гренандер]. Целесообразность такой формализации обусловлена тем, что системно-объектный подход «Узел-Функция-Объект» является графоаналитическим, а в основе теории паттернов лежит графический формализм – образующая, которая позволяет создавать более сложные формализованные графические конструкции – конфигурации и изображения. При этом изображение I , как совокупность незамкнутых связей некоторой конфигурации $ext(c)$, хорошо моделирует узловую характеристику системы, сама же конфигурация c , как конструкция, перемыкающая незамкнутые связи изображения I , моделирует функциональную характеристику системы, образующая g , как объект со связями – объектную (субстанциальную) характеристику системы.

Таблица
Table

Содержательное и формальное понимание системы как "Узел-Функция-Объект"
Substantive and formal understanding of the system as a "Unit-Function-Object"

Аспект рассмотрения системы	Формализмы теории паттернов Гренандера [Гренандер]	Формализмы пи-исчисления и исчисления объектов
Us - узел, как перекресток входных и выходных связей	Изображение I , получаемое путем определения класса эквивалентности на множестве регулярных конфигураций. Т.е. конфигурация, у которой учитываются только внешние незамкнутые связи $ext(c)$	$L?s \cup L!s$, для которых выполняется соответствие $L?sRL!s$ (? - вход, ! - выход)
Fs - функция (процесс) преобразования входов в выходы	Конфигурация $c = (G, \sigma)$, где G – множество образующих (вершин графа конфигурации); σ – множество соединений связей образующих (определяющих структуру графа конфигурации). Тип соединения Σ – множество всех допустимых множеств соединений σ . Отношение согласования (или связи) ρ – показатель взаимного соответствия связей $(\beta\rho\beta^*)$. Регулярная или допустимая конфигурация – конфигурация, у которой для любого соединения $(\beta, \beta^*) \in \sigma \in \Sigma$ выполняется $(\beta\rho\beta^*)$. Внутренние связи конфигурации – связи, участвующие в соединениях, предусмотренных структурой σ . Внешние связи конфигурации $ext(c)$ – связи, не участвующие в соединениях, предусмотренных структурой σ	Процессный граф [Миронов] или процесс $L?s(x).L!s(y).Fs$. пи-исчисления [Milner]
Os - объект, реализующий процесс (функцию)	Образующая g – именованный объект со связями, который характеризуется признаком α и показателями входных и выходных связей β (множество образующих составляет множество G , состоящее из непересекающихся классов)	$[L?s = x, L!s = y; \alpha = Fs(L?s)L!s; e = (\beta?, \beta!)]$. Объект исчисления объектов [Abadi]

Данный вариант формализации понятия «система», как трехэлементной конструкции «Узел-Функция-Объект» позволяет обеспечивать агрегацию (синтез) и декомпозицию (анализ) систем формализованными средствами (см., например работу [Маторин, 2006]). При этом, если необходимо учесть только структурные свойства систем, то достаточно воспользоваться алгеброй изображений [Гренандер], которая позволяет соединять и разъединять изображения (как и образующие) на основании показателя взаимного соответствия связей ρ . Если же необходим учет и структурных, и функциональных свойств систем, то необходимо использовать конфигурации, раскрывающие внутреннюю структуру изображения. Для учета субстанциальных свойств систем необходимо переходить на уровень образующих. Однако, так как образующая представляет собой просто часть конфигурации целостного формального описания системы, учитывающего одновременно все характеристики (и субстанциальные, в том числе) с помощью теории паттернов не происходит.

Другой вариант формализации предполагает использование исчисления процессов Милнера или в варианте Calculus of communication systems (CCS) с использованием процессных графов [Миронов], или в варианте пи-исчисления [Milner]. Причем нами по аналогии с CCS для описания функций в рамках УФО-подхода предложена алгебра процессного подхода (или исчисление функций УФО-элементов) [Зимовец, 2014] и показано, что аппарат исчисления процессов является более общим алгебраическим аппаратом по сравнению с теорией паттернов, так как множество конфигураций представляет собой подмножество процессных графов



[Zimovets]. Таким образом, упомянутые исчисления, кроме функциональных характеристик, учитывают и связи процессов (функций), т.е. структурные характеристики системы, однако не учитывают ее субстанциальные (объектные) характеристики.

Третий вариант формализации предполагает использование исчисления объектов Абади-Кардели [Abadi]. Представленное в таблице определение системы как объекта этого исчисления предложено нами в результате создания системно-объектного метода представления знаний (СОМПЗ) [Жихарев]. Это определение учитывает как структурные, так и функциональные, так и субстанциальные (объектные) характеристики системы и соответствует пониманию системы как функционального объекта, функция которого обусловлена функцией объекта более высокого яруса [Мельников]. Действительно в определении учтены потоки $L?s = x$, $L!s = y$, которые являются частями надсистемы, т.е. заданы надсистемой, и определяют области определения и значения функции, которую должна выполнять система. Эта функция зафиксирована в методе $\alpha = F_s(L?s)L!s$, который и определяет процесс преобразования входа в выход. Последнее поле $e = (\beta?, \beta!)$ определяет интерфейсные характеристики объекта системы.

Уточним представленные в таблице аспекты рассмотрения системы.

Узел надсистемы U_{SP} есть множество функциональных (интерфейсных) потоков/связей надсистемы sp : $L_{SP} = L?s_{SP} \cup L!s_{SP}$, для которых выполняется соответствие $L?s_{SP} R_{SP} L!s_{SP}$, а также множество поддерживающих (внутренних) потоков/связей $L_{\tau SP}$ надсистемы sp таких, что $(L?s_{SP} \cup L!s_{SP}) \Rightarrow L_{\tau SP}$. Таким образом, $U_{SP} = L_{SP} \cup L_{\tau SP}$.

Узел системы U_s есть множество функциональных (интерфейсных) потоков/связей системы s : $L_s = L?s_s \cup L!s_s$, для которых выполняется соответствие $L?s_s R_s L!s_s$, а также множество поддерживающих (внутренних) потоков/связей $L_{\tau s}$ системы s таких, что $(L?s_s \cup L!s_s) \Rightarrow L_{\tau s}$. Таким образом, $U_s = L_s \cup L_{\tau s}$.

При этом L_s есть часть всех потоков/связей U_{SP} (и функциональных L_{SP} , и поддерживающих $L_{\tau SP}$), т.е. $L_s \subset (L_{SP} \cup L_{\tau SP})$. Таким образом, L_s , по сути дела, является следствием L_{SP} : $L_{SP} \Rightarrow L_s$ т.е. $U_{SP} \Rightarrow U_s$. Следовательно, узел системы s обусловлен узлом системы более высокого яруса (надсистемы) sp .

Отношение U_s к U_{SP} (L_s к L_{SP}) обратное отношению следования называется *отношением поддержки функциональной способности целого* [Мельников] на уровне интенциональных структурных свойств системы и надсистемы: $U_s \Leftarrow U_{SP}$ ($L_s \Leftarrow L_{SP}$).

Функция надсистемы F_{SP} есть множество интерфейсных подпроцессов $P_{SP} = P?s_{SP} \cup P!s_{SP}$, для которых можно записать по правилам пи-исчисления Милнера, что $L?s_{SP}(x).P?s_{SP}$ и $L!s_{SP}(y).P!s_{SP}$, и внутренних подпроцессов $P_{\tau SP}$ надсистемы sp , обусловленных U_{SP} . Таким образом, $F_{SP} = P_{SP} \cup P_{\tau SP}$.

Функция системы F_s есть множество интерфейсных подпроцессов $P_s = P?s_s \cup P!s_s$, для которых можно записать по правилам пи-исчисления Милнера, что $L?s_s(x).P?s_s$ и $L!s_s(y).P!s_s$, и внутренних подпроцессов $P_{\tau s}$ системы s , обусловленных U_s . Таким образом, $F_s = P_s \cup P_{\tau s}$.

При этом F_s есть часть всех подпроцессов F_{SP} (и интерфейсных P_{SP} , и внутренних $P_{\tau SP}$), т.е. $F_s \subset (P_{SP} \cup P_{\tau SP})$. Таким образом, F_s , по сути дела, является следствием F_{SP} , т.е. $F_{SP} \Rightarrow F_s$. Кроме того, $F_{SP} \Rightarrow F_s$, так как $U_{SP} \Rightarrow U_s$. Следовательно, функция системы s обусловлена функцией системы более высокого яруса (надсистемы) sp .

Отношение F_s к F_{SP} (обратное отношению следования) называется *отношением поддержания функциональной способности целого* [Мельников] на уровне потенциальных функциональных свойств системы и надсистемы: $F_s \Leftarrow F_{SP}$.

Объект надсистемы O_{SP} есть множество интерфейсных элементов $E_{SP} = E?s_{SP} \cup E!s_{SP}$ и внутренних элементов $E_{\tau SP}$ надсистемы sp , обусловленных F_{SP} . Таким образом, $O_{SP} = E_{SP} \cup E_{\tau SP}$.

Объект системы O_s есть множество интерфейсных элементов $E_s = E?s_s \cup E!s_s$ и внутренних элементов $E_{\tau s}$ системы s , обусловленных F_s . Таким образом, $O_s = E_s \cup E_{\tau s}$.

При этом O_s есть часть всех объектов O_{SP} (и интерфейсных E_{SP} , и внутренних $E_{\tau SP}$), т.е. $O_s \subset (E_{SP} \cup E_{\tau SP})$.

Таким образом, O_s , по сути дела, является следствием O_{SP} , т.е. $O_{SP} \Rightarrow O_s$. Кроме того, $O_{SP} \Rightarrow O_s$, так как $F_{SP} \Rightarrow F_s$. Следовательно, субстанция системы s обусловлена субстанцией системы более высокого яруса (надсистемы) sp .

Отношение O_s к O_{SP} (обратное отношению следования) называется *отношением поддержания функциональной способности целого* [Мельников] на уровне экстенциональных субстанциальных (объектных) свойств системы и надсистемы: $O_s \Leftarrow O_{SP}$.

Из приведенных выше уточнений определений узла, функции и объекта системы следует, что: $U_{SP} \Rightarrow F_{SP} \Rightarrow O_{SP} \Rightarrow U_s \Rightarrow F_s \Rightarrow O_s \Rightarrow U_{SB} \Rightarrow F_{SB} \Rightarrow O_{SB}$. Данное выражение фиксирует тот факт, что узел U_{SP} надсистемы sp обуславливает функцию F_{SP} этой надсистемы, которая обуславливает субстанцию O_{SP} данной надсистемы. Кроме того, F_{SP} обуславливает наличие узлов вида U_s в



структуре надсистемы. Узел U_s , в свою очередь, обуславливает функцию F_s системы s , которая, в свою очередь, обуславливает субстанцию O_s данной системы и т.д.

При этом функциональные (интерфейсные) потоки $L_s = L?_s \cup L!_s$ узла U_s , обусловленные узлом U_{sp} и функцией F_{sp} , представляют собой функциональный запрос надсистемы sp к системе s или *внешнюю детерминанту* [Мельников] системы s . Функция же F_s , конкретизирующая соответствие $L?sRsL!_s$, представляет *внутреннюю детерминанту* [Мельников] этой системы. При этом внешняя детерминанта системы есть причина возникновения системы, цель ее существования и главный определитель ее структурных, функциональных и субстанциальных свойств. Таким образом, в разрабатываемом авторами варианте теории систем в качестве универсального *системообразующего фактора*, о необходимости формулирования которого отмечено, например, в работе [Анохин], рассматривается **внешняя детерминанта** L_s системы.

Для дальнейших рассуждений сформулируем как исходные некоторые известные общесистемные принципы.

Коммуникативность [Исследования]: $\forall\{s\} \exists L, L \in \{s\}, L \in Si$, где L - связи, представляющие собой потоки; s - рассматриваемая система; Si - множество некоторых систем.

Иерархичность [Бергаланфи]: $\forall\{s\} \exists\{sp\}, \{s\} \in \{sp\}; \forall\{s\} \exists\{sb\}, \{sb\} \in \{s\}$, где sp - надсистема системы s ; sb - подсистема системы s .

Моноцентризм [Богданов]: $\forall\{s\} \exists!\{spo\}, \{s\} \in \{sp1\} \in \{sp2\} \in \dots \in \{spo\}$, где $sp1, sp2 \dots spo$ - цепочка вложенных надсистем системы s . Некоторые основания для рассмотрения данного принципа как общесистемного (в отличие от понимания его в упомянутой работе) представлены в работах [Маторин, 1996 и Маторин, 2006].

Обоснование некоторых общесистемных закономерностей

Приведенные выше положения и определения позволяют формально обосновать некоторые общесистемные принципы и закономерности в интересах построения формализованной общей теории систем.

Принцип организационной непрерывности [Богданов] - между всякими двумя системами имеются звенья, вводящие их в одну «цепь ингрессии».

Любая система s с учетом принципов иерархичности и моноцентризма, как было показано выше, является частью, в конце концов, единственной надсистемы spo . В терминах теории паттернов Гренандера это соответствует тому, что образующая O_s , соответствующая системе s , является частью регулярной конфигурации F_{sp} и, следовательно, входит в изображение U_{sp} , а также в образующую O_{sp} , соответствующую надсистеме sp , и, в конце концов, является частью F_{spo} и входит в U_{spo} и O_{spo} , т.е. все образующие вида O_{si} , в конце концов, входят в одну регулярную конфигурацию. В соответствии с определением регулярной конфигурации любая образующая, входящая в нее, связана с другими образующими конфигурации [Гренандер]. Это значит, что любая система s всегда связана с другой системой s_i через какие-то иные системы. Таким образом, с учетом понимания системы как конструкции «Узел-Функция-Объект», а также принципов коммуникативности, иерархичности и моноцентризма можно считать формально обоснованным утверждение о том, что между всякими двумя системами имеются звенья, вводящие их в одну «цепь ингрессии», что соответствует принципу организационной непрерывности.

Принцип совместимости [Сетров, 1971] – условием взаимодействия между системами является наличие у них относительной совместимости, то есть относительной качественной и организационной однородности.

Если образующая O_s системы s связана с какими-то другими образующими в рамках регулярной конфигурации F_{sp} надсистемы sp , то, по определению [Гренандер], между связями образующих имеет место отношение согласования (или связи) ρ – показатель взаимного соответствия связей. Следовательно, выполняется принцип совместимости, который концептуально является следствием принципа организационной непрерывности [Маторин, 2016, 2].

Гипотеза семиотической непрерывности [Виноградов] - система есть образ её среды, т.е. система как элемент окружающей среды отражает некоторые существенные ее свойства.

Данный принцип концептуально авторы рассматривают как следствие *принципа совместимости*, если учитывать необходимость совместимости структурных, функциональных и субстанциальных характеристик систем в соответствии с концепцией УФО-подхода [Маторин, 2016, 3]. В качестве формального обоснования упомянутой гипотезы предлагается рассматривать выражение: $U_{sp} \Rightarrow F_{sp} \Rightarrow O_{sp} \Rightarrow U_s \Rightarrow F_s \Rightarrow O_s \Rightarrow U_{sb} \Rightarrow F_{sb} \Rightarrow O_{sb}$, фиксирующее факт влияния надсистемы, как основной составляющей окружающей систему среды, на данную систему с учетом структурных, функциональных и субстанциальных свойств надсистемы и системы. Т.е.



данное выражение показывает, что система действительно отражает некоторые существенные свойства надсистемы.

Принцип актуализации функций [Сетров, 1969] - объект выступает как организованный лишь в том случае, если свойства его частей (элементов) проявляются как функции сохранения и развития этого объекта.

Из обуславливания узлом системы ее функции и функцией системы ее объекта, что справедливо и для надсистемы, и для подсистемы, и для отношения между ними, согласно предложенным выше определениям узла U_s , функции F_s и объекта O_s (см. выражение: $U_{SP} \Rightarrow F_{SP} \Rightarrow O_{SP} \Rightarrow U_s \Rightarrow F_s \Rightarrow O_s \Rightarrow U_{SB} \Rightarrow F_{SB} \Rightarrow O_{SB}$), можно предложить выражение для описания отношения поддержания функциональной способности целого в следующем виде: $O_{SB} \Leftarrow F_{SB} \Leftarrow U_{SB} \Leftarrow O_s \Leftarrow F_s \Leftarrow U_s \Leftarrow O_{SP} \Leftarrow F_{SP} \Leftarrow U_{SP}$. Это выражение можно рассматривать как формальное обоснование и даже обобщение принципа актуализации функций, так как данное выражение охватывает не только функциональные, но и структурные, и субстанциальные характеристики систем. Оно формально фиксирует тот факт, что система(или подсистема) проявляет такое отношение части к целому, когда часть (система или подсистема) служит сохранению и развитию целого (надсистемы или системы), что соответствует упомянутому принципу. Получается что данный принцип при рассмотрении системы как конструкции "Узел-Функция-Объект" учитывает не только процесс актуализации функций, но и актуализации структуры, и актуализации субстанции системы.

По поводу актуализации именно функций следует отметить следующее. Определение системы s на уровне объекта в терминах исчисления объектов Абади-Кардели: $O_s = [L?s = x, L!s = y; \alpha = F_s(L?s)L!s; e = (\beta?, \beta!)]$, показывает, что функционально система s обеспечивает баланс потоков (связей) $L_s = L?s \cup L!s$ узла U_{SP} (конфигурации) надсистемы sp . Это хорошо видно при выполнении вычислений в соответствии с правилами редукции (правилом вызова) исчисления объектов, которое, в данном случае, выглядит следующим образом: $O_s \cdot \alpha \rightarrow L!s\{L?s \mid \rightarrow O_s\}$. Вызов метода α объекта O_s системы s , по сути дела, и означает выработку потока $L!s$ из потока $L?s$, объектом O_s т.е. выполнение функции F_s системой s по запросу и в интересах надсистемы sp .

Закономерность самоорганизации [Гиг].

Самоорганизацию системы, по мнению авторов, следует рассматривать как процесс поступательной функционализации ее элементов, т.е. как вариант реализации упомянутого выше принципа актуализации функций в его расширенном понимании с учетом всех системных характеристик (структурных, функциональных и субстанциальных). При этом концептуальный аппарат системно-объектного подхода "Узел-Функция-Объект" учитывает не только сам факт самоорганизации системы, но и механизм этого процесса, который соответствует формальному отношению $F_s \Leftarrow U_s \Leftarrow F_{SP}$, т.е. отношению поддержания функциональной способности надсистемы со стороны системы, которое требуется со стороны надсистемы.

Принцип прогрессирующей механизации [Берталанфи] - части системы в ходе ее развития специализируются или становятся фиксированными по отношению к определенным функциям или механизмам.

Данный принцип представляет собой вид или вариант реализации принципа актуализации функций [Маторин, 2016, 2]. Следовательно, его формальное обоснование аналогично обоснованию последнего и опирается прежде всего на определение системы на уровне объекта в терминах исчисления объектов Абади-Кардели.

Принцип внешнего дополнения [Бир] - восходящие к системному центру воздействия координируемых элементов подвергаются своеобразному «обобщению», а нисходящие от системного центра координационные импульсы подвергаются «специфицированию» в зависимости от характера локальных процессов.

Данный принцип представляет собой вариант действия принципа прогрессирующей механизации для информационных процессов, обоснование которого приведено выше [Маторин, 2016, 3].

Закон иерархических компенсаций [Седов] - рост разнообразия на верхнем уровне иерархии обеспечивается его ограничением на более низких уровнях, или, с точки зрения А.А. Богданова, уровень организации системного центра должен быть выше, чем уровень организации периферийных элементов.

Данный закон является следствием принципа прогрессирующей механизации [Маторин, 2016, 2]. Кроме того, на основании выражения $U_{SP} \Rightarrow F_{SP} \Rightarrow O_{SP} \Rightarrow U_s \Rightarrow F_s \Rightarrow O_s \Rightarrow U_{SB} \Rightarrow F_{SB} \Rightarrow O_{SB}$ с учетом принципа иерархичности, можно утверждать, что чем ниже уровень иерархии, тем каждая система становится конкретнее и проще по своим субстанциальным и функциональным характеристикам (выполняется принцип прогрессирующей механизации). Однако, при этом чем выше уровень иерархии системы, тем больше она включает в себя подсистем разного уровня с конкретными свойствами. Это и означает, что чем выше уровень иерархии системы, тем больше она включает в себя разнообразных подсистем с разнообразными свойствами, т.е. разнообразие на верхних уровнях всегда больше, чем на нижних. При этом организация управления системой



верхнего уровня, безусловно, должна быть выше, чем системой нижнего уровня, в связи с большим разнообразием свойств первой системы.

Заключение

Таким образом, на данном этапе исследований по созданию формализованной системной теории показана конструктивность подхода к системе как функциональному объекту, функция которого обусловлена функцией объекта более высокого яруса и уточнения этого подхода путем представления системы в виде триединой конструкции "Узел-Функция-Объект". При этом определены формальные теории (алгебра изображений теории паттернов, исчисление процессов и исчисление объектов), использование и модификация которых позволяют формально описывать основные понятия создаваемой теории и обосновывать полученные ранее не формализованные результаты системных исследований. Кроме того, на формальном уровне показана связь между некоторыми общесистемными принципами, а именно: гипотеза семиотической непрерывности является следствием принципа совместимости, который в свою очередь является следствием принципа организационной непрерывности; закон иерархических компенсаций и принцип внешнего дополнения являются следствиями принципа прогрессирующей механизаций, представляющего собой вид или вариант реализации принципа актуализации функций, следствием которого является также закономерность самоорганизации.

Из сказанного выше, по мнению авторов, можно сделать вывод о возможности создания на основе системно-объектного подхода "Узел-Функция-Объект" формализованной системной теории, учитывающей и обосновывающей общесистемные принципы и закономерности.

Работа поддержана грантами РФФИ 16-07-00193а и и № 16-07-00460а.

Список литературы

References

- Анохин П.К., 2008. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. М., Директ-Медиа, 131.
- Anohin P.K., 2008. Fundamental questions of the general theory of functional systems. Moscow, Direkt-Media, 131.
- Берталанфи Л. фон., 1969. Общая теория систем — обзор проблем и результатов. Системные исследования. Ежегодник. М., Наука, 203.
- Bertalanfi L. fon., 1969. The general theory of systems – an overview of problems and results. Ezhegodnik. Moscow, Nauka, 203.
- Бир С., 2006. Кибернетика и менеджмент. Пер с англ. В. Я. Алтаева. Под ред. А.Б. Челюсткина. Предисл. Л.Н. Отоцкого. Изд. 2-е.М., «КомКнига», 280.
- Stafford Beer., 1959. Cybernetics and Management. London, English Universities Press, 280.
- Богданов А.А., 2003. Тектология: Всеобщая организационная наука. Сост., предисловие и комментарии Г.Д. Гловели, послесловие В.В. Попкова. М., Финансы, 496.
- Bogdanov A.A., 2003. Tectology: Universal organizational science. G.D. Gloveli, V.V. Popkova. Moscow, Finansy, 496.
- Виноградов В.А., Гинзбург Е.Л., 1971. Система, её актуализация и описание. Системные исследования. Ежегодник. М., Наука, 280.
- Vinogradov V.A., Ginzburg E.L., 1971. The system, its actualization and description. Sistemny'e issledovaniya. Ezhegodnik. Moscow, «Nauka», 280.
- Гиг Дж., ван., 1981. Прикладная общая теория систем. Пер с англ. М., Мир, 733
- John P. van Gigch., 1978. Applied general systems theory. New York, Hagerstown, San Francisco, London, Harper & Row Publishers, 733.
- Гренандер У., 1979. Лекции по теории образов. 1 Синтез образов. Пер сангл. М., Мир, 384
- Grenander U., 1976. Lectures in Pattern Theory. Volume 1. Pattern Synthesis. New York, Heidelberg, Berlin, Springer-Verlag, 384.
- Жихарев А.Г., Маторин С.И., Маматов Е.М., Смородина Н.Н., 2013. О системно-объектном методе представления организационных знаний. Научные ведомости БелГУ. Сер. История Политология Экономика Информатика. 7(150): 137-146.
- Zhiharev A.G., Matorin S.I., Mamatov E.M., Smorodina N.N., 2013. About system-object method presentation of organizational knowledge. Nauchnye vedomosti BelGU. Istoriya Politologiya Ekonomika Informatika [Belgorod State University Scientific Bulletin. History Political science Economics Information technologies] 7(150): 137-146. (in Russian)
- Зимовец О.А., Маторин С.И., Цоцорина Н.В. Гуль С.В., 2014. Исчисление функций — алгебраический аппарат процессного подхода. Научные ведомости БелГУ. Сер. История Политология Экономика Информатика, 21(192): 154-161.
- Zimovec O.A., Matorin S.I., Cocorina N.V. Gul' S.V., 2014. Calculus of functions – algebraic apparatus process approach. Nauchnye vedomosti BelGU. Istoriya Politologiya Ekonomika Informatika [Belgorod State University Scientific Bulletin. History Political science Economics Information technologies] 21(192): 154-161. (in Russian)



- Зимовец О.А., Маторин С.И., 2014. Системное графоаналитическое моделирование административных процедур. Белгород, ООО ГиК, 134.
- Zimovec O.A., Matorin S.I., 2014. System grafoanalytical modeling of administrative procedures. Belgorod, ООО GiK, 134.
- Исследования по общей теории систем., 1969. М., Прогресс, 204.
- Issledovaniya po obshhey teorii sistem, 1969. Moscow, Progress, 204.
- Маторин С.И., Соловьева Е.А., 1996. Детерминантная модель системы и системологический анализ принципов детерминизма и бесконечности мира. НТИ. Сер. 2, 8: 1-8.
- Matorin S.I., Solov'eva E.A., 1996. Determinant model systemological system and analysis of the principles of determinism and the infinity of the world. NPI. Vol. 2, 8: 1-8. (in Russian)
- Маторин С.И., Ельчанинов Д.Б., Зиньков С.В., Маторин В.С., 2006. Синтез и анализ систем в свете подхода «Узел-Функция-Объект». НТИ. Сер. 2, 8: 10-16.
- Matorin S.I., El'chaninov D.B., Zin'kov S.V., Matorin V.S., 2006. Synthesis and analysis of the systems in light of the approach " Unit -Function-Object". NPI. Vol. 2, 8: 10-16. (in Russian)
- Маторин С.И., Зимовец О.А., Щербинина Н.В., Сульженко Т.С., 2016. Концепция формализованной теории систем, основанной на подходе «Узел-Функция-Объект». Научные ведомости БелГУ. Сер. Экономика Информатика, 16 (39): 159-166.
- Matorin S.I., Zimovec O.A., Scherbinina N.V., Sul'zhenko T.S., 2016. Concept formalized theory system based an approach «Unit-Function-Object». Nauchnye vedomosti BelGU. Jekonomika. Informatika [Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics Information technologies] 16(39): 159-166. (in Russian)
- Маторин С.И., Жихарев А.Г., Зимовец О.А., 2016. Системно-объектное моделирование адаптации и эволюции экономических систем. Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права, 4(60): 81-92.
- Matorin S.I., Zhiharev A.G., Zimovec O.A., 2016. System-object modeling of economic systems adaptation and evolution processes. Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava [Herald Belgorod university of cooperation, economics and law] 4(60): 81-92. (in Russian)
- Маторин С.И., Зимовец О.А., Жихарев А.Г., 2016. Общесистемные принципы в терминах системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект». Труды ИСА РАН, 1(66): 10-17.
- Matorin S.I., Zimovec O.A., Zhiharev A.G., 2016. System-wide guidelines in terms of system-object approach " Unit-Function-Object". Proceedings of the ISA RAS, 1(66): 10-17. (in Russian)
- Мельников Г.П., 1978. Системология и языковые аспекты кибернетики. М., Сов. Радио, 368с.
- Mel'nikov G.P., 1978. Systemology and linguistic aspects of cybernetics. Moscow, Sov. radio, 368.
- Миронов А.М. Теория процессов. Электронная книга. URL: <http://intsys.msu.ru/staff/mironov/processes.pdf> (21 февраля 2017).
- Mironov A.M. Process Theory. Electronic book. URL: <http://intsys.msu.ru/staff/mironov/processes.pdf> (21 February 2017).
- Седов Е.А., 1993. Информационно-энтропийные свойства социальных систем. ОНС, 5: 92.
- Sedov E.A., 1993. Information and entropy properties of social systems. ONS, 5: 92.
- Сетров М.И., 1969. Степень и высота организации систем. Системные исследования. Ежегодник. М., Наука, 159.
- Setrov M.I., 1969. The degree of organization and height systems. System research. Ezhegodnik. Moscow, Nauka, 159.
- Сетров М.И., 1971. Общие принципы организации систем и их методологическое значение. Л., Наука, 120.
- Setrov M.I., 1971. General principles of organization systems and their methodological value. L., Nauka, 120.
- Шрейдер Ю.А., Шаров А.А., 1982. Системы и модели. М., Радио и связь, 152.
- Shreyder YU.A., Sharov A.A., 1982. Systems and models. Moscow, Radio i svyaz', 152.
- Abadi Martin and Luca Cardelli, 1996. A Theory of Objects. New York, Springer-Verlag, 396.
- Milner R., 1999. Communicating and Mobile Systems: the π -Calculus. Cambridge, Cambridge University Press, 164.
- Zimovets O., Matorin S., 2013. Integration of Formalization Tools for Graphical-Analytical «Unit-Function-Object» Models. Scientific and Technical Information Processing, 40(6): 1-7.