



Разрешимость проблемы формализованного описания витасистем за счет использования категориальных переменных*

Совместно с С.И. Пляской

Введение

Можно привести обширный перечень научных дисциплин, в которых предметом изучения являются человек, его интеллект и отношения в человеческом обществе. Не менее обширен перечень естественнонаучных дисциплин, предметом исследования которых служат иные объекты живой и неживой природы и взаимосвязи между ними. Взаимное влияние человека (человечества) и иных объектов естественного и искусственного происхождения, в совокупности составляющих материальный мир во всех его пространственных и временных диапазонах проявления, отнесем к предмету третьей условной группы дисциплин, список которых также весьма широк. Отметим, что антропоцентричность или антропонаправленность по существу всей науки, всего научного знания, до недавнего времени всерьез не рассматривалась, несмотря на то, что согласно организационной теории¹ Эдгара Морена «...во всякой науке, даже самой физической, имеется антропосоциальное измерение...» [2].

Не вступая в философскую полемику о первенстве одной из мировоззренческих и научных парадигм (атропо-, тео- или космоцентрической), следует признать, что всякая система, формируемая с участием человека или входящая в сферу его интересов, антропо- или человекоориентирована или хотя бы зависима от субъективной компоненты.

Среди множества сегментов в последней указанной нами условной группе научного знания выделим две наиболее известные отечественные теории: теорию ноосферы, разработанную в первой половине 20-го века преимущественно трудами академика В.И. Вернадского, и теорию активных систем, сформированную в 60-70-х годах 20-го века [3,4]. Первая из названных теорий охватывает проблематику взаимодействия человеческого сообщества с планетой и околоземным пространством, имеет естественнонаучную природу и стала родоначальником современных теоретической и прикладной экологии [3]. Второй пример ориентирован преимущественно на решение проблем управления социально-экономическими системами, поведение которых в той или иной мере непредсказуемо в силу присутствия человека (рассматриваемого в качестве активного элемента). Теория активных систем находит свое дальнейшее развитие в теории организационных систем, управлении проектами, моделях командной деятельности [5–7].

Оба приведенных примера теорий на условной шкале «эмпиризм-формализация» занимают позиции, близкие к полярным, поскольку ноосферная теория сформировалась на почве обширных геологоразведочных наблюдений, а теория активных систем имеет дедуктивную природу и выросла из классической теории автоматического управления.

В настоящей работе предпринята попытка формулировки основных особенностей развития и функционирования человекоориентированных и/или человекозависимых систем (ЧОС) на основе некоей «срединной» (в вышеупомянутой шкале) отправной точки. Побудительным мотивом к такой постановке послужили события последних двух десятилетий лет, связанные с деградационными явлениями в ряде высокотехнологичных отраслей современной России (авиация, транспортное машиностроение, оборонная промышленность, станкостроение и др.). Вследствие одностороннего воздействия на отрасль или даже пренебрежения какой-либо ее структурной или параметрической

* Нейрокомпьютеры: разработка, применение. №1, 2012, с. 67-78

¹ Следует отметить, что многие концептуальные основы этой теории, а также основные принципы системного подхода были сформулированы российским академиком А. А. Богдановым в 20-х годах XX века в его знаменитом труде [1]



характеристикой (кадры, ресурсное обеспечение, энергоснабжение, технологическая база и пр.) приходится расплачиваться либо непропорциональными усилиями по восстановлению желаемого состояния (порой, далекого от прежнего), либо потерей отрасли как таковой. Иными словами, в практическом плане стала остро актуальной (особенно на фоне кризисных явлений в экономике) проблема разработки теоретических основ описания и разработки научно обоснованных механизмов согласованных воздействий на сложные, слабоформализуемые ЧОС, которые не позволяли бы выводить их из структурного и параметрического благополучия.

Понятие витасистемы

Чтобы не вступать в терминологическую полемику и не пересекаться с существующими многочисленными концепциями и теориями ЧОС назовем *витасистемой целенаправленно функционирующую совокупность людей и используемых ими методов, средств, знаний и технологий* (от англ. vital, жизненный)¹ и будем применять этот термин при анализе *любого* вида человеческой деятельности.

Так, развитие человечества может рассматриваться как процесс созидания и применения постоянно обновляющейся общности различных витасистем (ВтС), которые могут быть представлены находящимися в иерархических отношениях различного порядка строгости. Очевидно, на верхнем уровне иерархии находится все человеческое сообщество и созданные им средства обеспечения жизнедеятельности, – витасистема высшего уровня сложности, согласованно функционирующая в пространстве и времени.

Целесообразность введения понятия витасистемы связана, в первую очередь, с универсальностью ее содержания в прикладном плане, характеризующимся следующими общими для всех ВтС признаками:

1. Наличие в них *разумного начала*, свойственного индивидуальной и коллективной человеческой деятельности. Разумное начало предстает как возможность отображения внешнего мира в мысленном образе и даже в гипотетических формах предвидения и озарения. Это свойство человеческого мозга обеспечивает принятие самых верных и своевременных решений, в том числе в определении вариантов наилучшей выживаемости.

2. Нарастивание реальных *функциональных возможностей* по сравнению с теми, которые непосредственно доступны индивидуальному человеческому организму. Указанное свойство служит непрерывным побудительным стимулом совершенствования и конструирования новых ВтС.

3. Естественные *иерархичность и синергетичность*, выражающиеся в стремлении любой ВтС к упорядоченной самоорганизации и самодостаточности, что характерно для любых форм проявления органической жизни (ВтС - одна из них).

Главным и определяющим элементом ВтС следует признать *субъекта влияния* (СВ), которому отводится роль инициатора в создании и применении витасистемы (рисунок 1). Каждый СВ, с одной стороны, выступает как представитель человеческого общества в целом, а также его фрагментарных составляющих (пол, национальность, гражданская категория, коллектив, группа, команда, экипаж и т.п.). С другой стороны, СВ (человек, индивидуум, группа, коллектив) концентрирует в себе основные признаки, переданные ему человеческим обществом и свойственные ему личностные характеристики (нравственность, знания, опыт, психофизиологические параметры, текущее состояние

¹ Сходное значение с приведенным имеет термин «ноосистема» (от греч. νόος, «разум»). Согласно [5] «ноосистема» есть система, определяющим компонентом которой является человек или некоторая совокупность людей, в то время как остальные компоненты системы (прежде ВтС всего искусственного происхождения) играют подчиненную роль и призваны обеспечивать этим людям (человеку) надежное и комфортное существование и развитие, достижение своих целей. Вместе с тем, термин используется преимущественно в экологической проблематике.



здоровья, заинтересованность в функционировании конкретной ВтС, творческий потенциал и др.). СВ на различных этапах развития ВтС может выполнять различные функции.

Вторым базовым элементом ВтС является *объект воздействия (ОВ)*, в качестве которого могут выступать некоторая общность людей, отдельные индивидуумы, представители живой и неживой природы, ее явления и т.п. По мере развития человеческого общества часто интерес представляют другие витасистемы. В принципе, понятие ОВ является универсальным.

По указанным особенностям, а также в зависимости от уровня осведомленности о располагаемых свойствах ОВ и представления об ожидаемых (желаемых, требуемых) его свойствах, каждый СВ формирует *перцептуальный (мысленный) образ* объекта воздействия, т.е. является носителем *индивидуального информационного портрета (или модели) ОВ*.

В процессе образования витасистемы СВ налаживает взаимоотношения с объектом воздействия. Для этих целей создаются новые или используются имеющиеся: подсистема восприятия параметров, характеризующих состояние ОВ, а также подсистема воздействия на ОВ. Если требуется, то соответственно формируются подсистемы передачи информации: ИС-1 о состоянии ОВ; ИС-2 для передачи сигналов о воздействии на ОВ в соответствии с принятыми решениями. В результате формирования ВтС образуется замкнутый цикл регуляции состояния ОВ в контуре «ОВ-СВ» с достижением установленного уровня ожидаемой результативности ВтС.

На последующих этапах жизненного цикла ВтС субъект влияния, в зависимости от состояния объекта воздействия и формируемых в ходе взаимодействия задач может функционально трансформироваться, т.е. может выполнять функции наблюдателя, конструктора, регулирующего элемента, потребителя, ликвидатора и др.

Нетрудно видеть, что описанная структурная схема носит универсальный характер и применима практически во всех прикладных случаях анализа и синтеза ВтС. На основе ее могут быть созданы более сложные структуры пространственно-сосредоточенных и распределенных ВтС по иерархии целевого назначения, по взаимодействию или противоборству различных ВтС, по оптимизации состава ВтС в рамках имеющихся ресурсов и т.п. Наиболее важной особенностью реализации системного анализа ВтС, применяемых в разных сферах человеческой деятельности на основе *единого понятийного аппарата*, следует считать возможность организации обмена опытом их применения и интенсификацию прогресса в развитии витабазиса – совокупности всех ВтС, составляющих основу человеческой деятельности.

По мере совершенствования коллективных отношений и межличностных коммуникационных связей, при создании новых ВтС возрастает доля использования различных информационных и энергетических потоков. Наиболее яркими примерами информационно и энергетически насыщенных ВтС современности следует признать:

- среди пространственно-сосредоточенных – ВтС обеспечения жизнедеятельности экипажей космических аппаратов и подводных лодок,
- среди пространственно-распределенных – ВтС глобального радио и телевидения, наземного и воздушного транспорта, мобильной связи, Интернет и др.

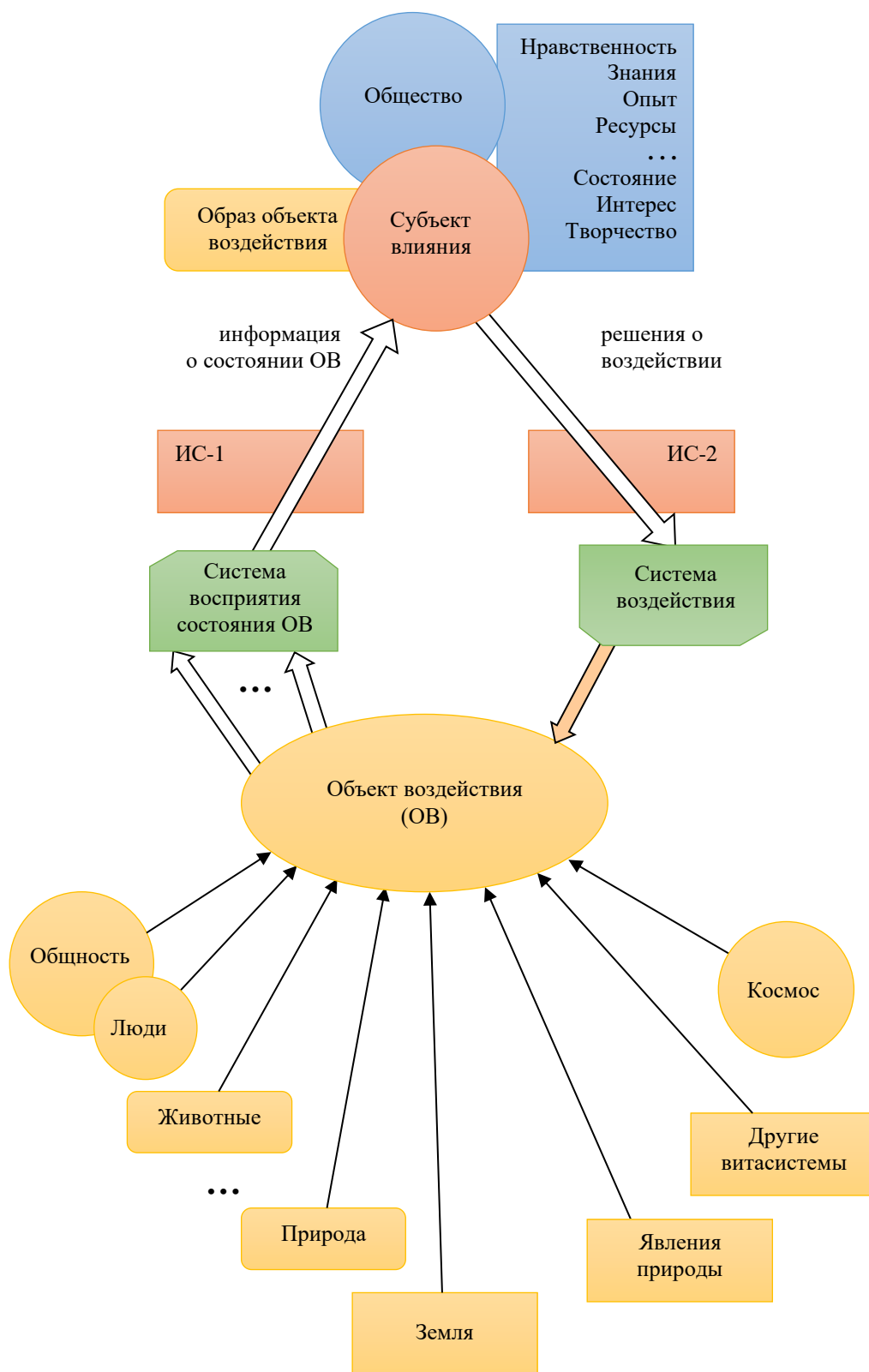


Рис.1. Принципиальная структура витасистемы

Эти и другие примеры показывают, что развитие в структуре ВтС информационно-энергетических потоков позволяет достичь новых границ их функционирования, лежащих за пределами возможностей человеческого организма или коллективных усилий.



На основе фундаментальных, лежащих в основе построения живых организмов и материи в целом преобразований «информация-энергия», «энергия-информация» можно сформировать типовую схему информационно-энергетического кругооборота в ВТС, которая может быть применена для моделирования информационно-энергетических потоков большого числа прикладных ВТС (рисунок 2).

Во всех случаях создания и применения сложных ВТС *за человеческим разумом (субъектом влияния) остается высшая творческая функция* – образование и совершенствование мысленного образа объекта воздействия и функционального содержания действия ВТС в условиях подготовки и выполнения заданных правил и принятых решений.

Справедливости ради следует отметить, что рамки указанной высшей творческой функции человеческого разума постепенно очищаются от рутинных операций, что стало возможным под влиянием интенсивной компьютеризации процессов мониторинга и диагностирования состояния ОВ, оптимизации вариантов возможных управленческих решений, увеличения оперативности воздействия. В ряде практических случаев путем разработки алгоритмов принятия решений и замены субъекта ВТС на автоматическое устройство, формируются интеллектуальные или роботизированные ВТС, функционирование которых находится под контролем другой ВТС более высокого уровня, руководимой человеческим разумом.

Следует признать, что развитие микро- и нанотехнологий способствует практическому воплощению до недавнего времени лишь теоретических представлений бионики об интеллектуализации элементов технических систем. Уже в настоящее время большое число датчиков, промежуточных преобразователей, приемопередатчиков сигналов, исполнительных и других электронных элементов подсистем ВТС за счет встраивания в их структуру микропроцессоров и схем памяти способны обеспечивать сбор, обработку и хранение информации об их собственном состоянии, параметрах входных/выходных сигналов и характеристиках среды и соответствующих процессов. Это обеспечивает, например, в случае нештатных ситуаций не только возможность для оперативного воздействия на их функционирование со стороны СВ, но и создает предпосылки для реализации принципов отказоустойчивости (т.е. автономного устранения ненормативного поведения) подсистем и элементов вплоть до самого низкого уровня иерархии.

Причем преобразование «состояние-действие», симметричное преобразованию «информация-энергия», доводится до практической реализации не только в элементах электронной техники, где информационно-энергетические преобразования в силу физических основ их построения происходят, так сказать, «на лету», но и в ряде случаев на механических конструктивах и поверхностях, контактирующих с внешней средой². По всей видимости, в ближайшей перспективе следует ожидать разработки самовосстанавливающихся узлов и модулей технических систем на основе информации об их структуре и параметрах, содержащейся во встроенной памяти каждого их элемента – некоего аналога спирали ДНК, хранящей в каждой клетке организма исчерпывающую информацию обо всем его строении.

Заметим, что регенерация, реализованная в живой природе, имеет достаточно ясные видовые границы (например, регенерация конечностей доступна отдельным беспозвоночным и низшим позвоночным, тогда как высших животных, включая человека, природа одарила способностью регенерировать лишь ограниченные объемы отдельных тканей). Это, по-видимому, связано с ограничениями на затраты энергоресурсов, которые способен потратить индивид без угрозы для существования своего вида. По аналогии витасистемы различного класса и назначения должны также создаваться с учетом ресурсных ограничений, накладываемых на характеристики информационно-энергетических потоков, которые следует формировать прежде всего исходя из требований к безопасности функционирования самой ВТС и ее надсистемы.

² Речь идет о создании материалов с памятью формы, самовосстанавливающихся эластомеров, лакокрасочных покрытий и других прорывных результатах внедрения нанотехнологий в авиа-, судо- и автомобилестроение.

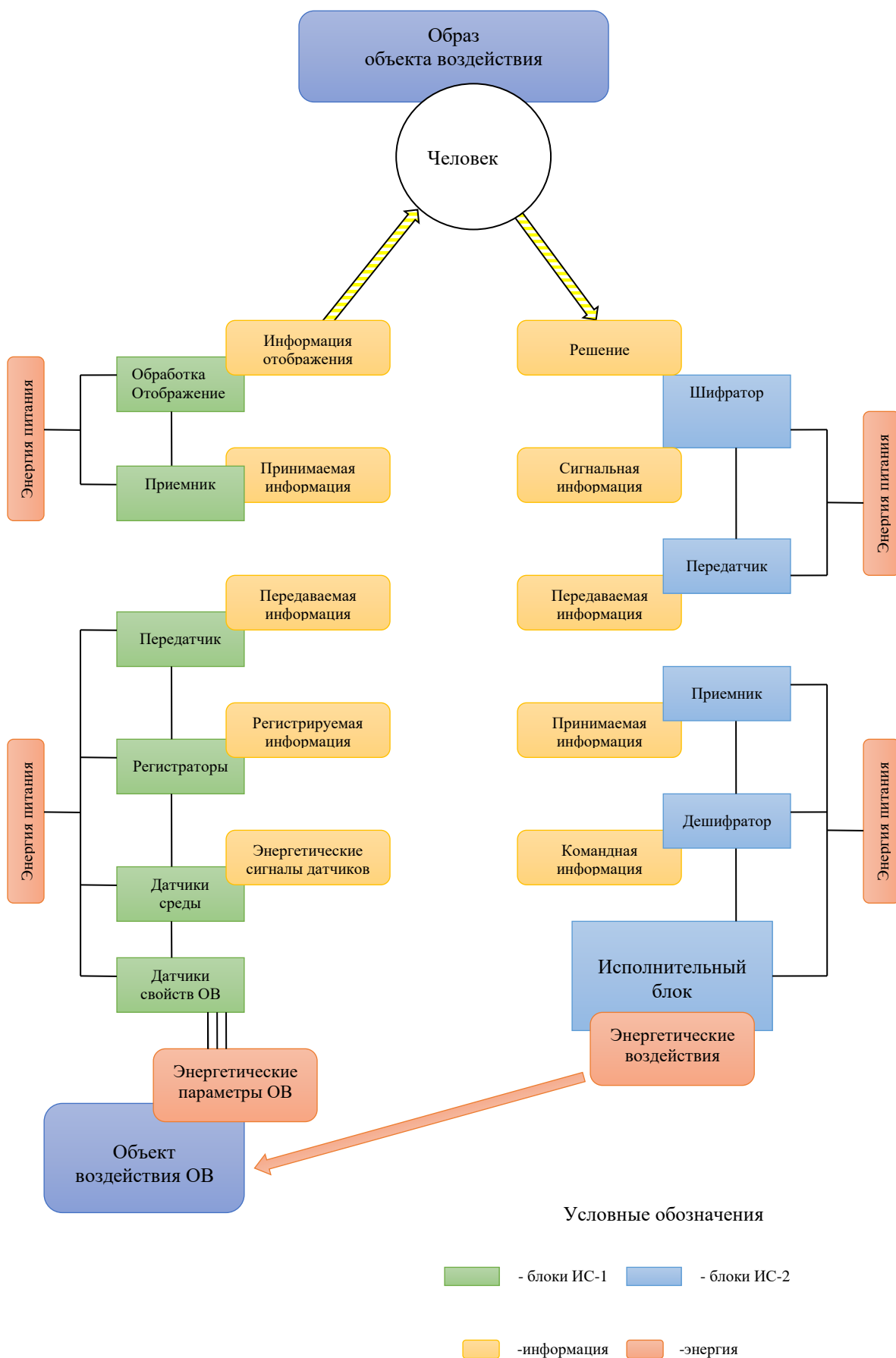
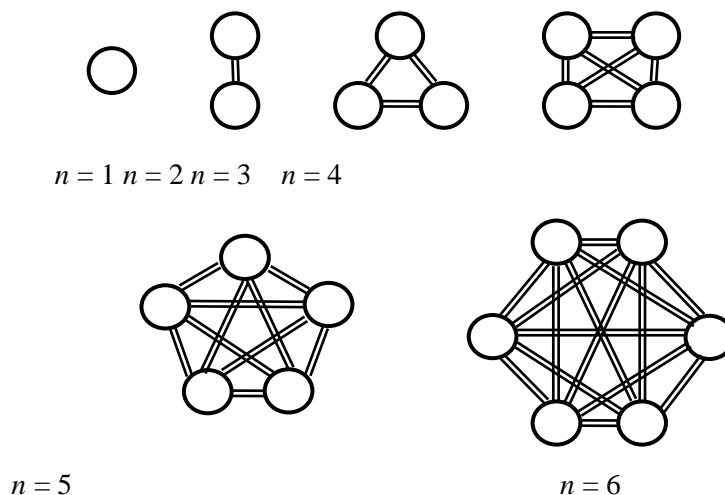


Рис 2. Типовая структура биоэнергетического цикла ВС



Сложность витасистем

Сложность систем не имеет общепринятой трактовки и в каждом конкретном случае оценивается на основе индивидуальных предпочтений и особенностей задачи. Тем не менее, мы можем утверждать, если рассматривать систему изолированно от внешнего мира (надсистемы и среды), то на одном уровне иерархии ее сложность зависит, прежде всего, от двух структурных признаков – числа подсистем (элементов или компонент на данном уровне иерархии) и связей между ними (рисунок 3).



а) рост количества элементов в структуре

Типы взаимоотношений	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$	$n = 6$	$n = 7$
Попарных сочетаний	0	1	3	6	10	15	21
Других сочетаний	1	2	4	9	21	48	106
Всего возможных сочетаний C_n^m	1	3	7	15	31	63	127
Попарных размещений	0	2	6	12	20	30	42
Других размещений	1	2	9	52	305	1926	13657
Всего возможных размещений A_n^m	1	4	15	64	325	1956	13699
$C(n) = A_n^m / C_n^m$	1	1,3	2,1	4,3	10,5	31,0	107,9

б) рост количества взаимоотношений в структуре

Рисунок 3. Оценка структурной сложности витасистемы

Из большого числа показателей сложности, которые могут быть сформулированы на основе указанных признаков, воспользуемся двумя комбинаторными – числом сочетаний C_n^m и числом размещений без повторов A_n^m . Все возможные взаимоотношения между структурными элементами на определенном иерархическом уровне системы могут быть охарактеризованы так называемой степенью сложности $C(n)$ – отношением сумм названных чисел,



$C(n) = \sum_m A_n^m / \sum_m C_n^m$. Из рисунка 3 следует, что степень сложности экспоненциально возрастает и уже при достижении количества структурных элементов $n=7$ (эмпирически установленного порогового числа элементов организационной системы, которое может эффективно контролироваться одним человеком) на два порядка превосходит степень сложности простейшей системы.

При исследовании систем используется множество подходов к их структурной кластеризации. Например, при планировании экспериментов малоизученные системы рассматриваются в виде «черных ящиков», в которых изначально система намеренно представляется в виде единственного структурного элемента. В процессе экспериментального исследования устанавливаются функциональные зависимости (зачастую, в наперед заданном классе функций) между множествами входных X и выходных Y сигналов $F: X \rightarrow Y$. Множества X и Y , в свою очередь, могут рассматриваться в качестве двух многомерных компонент, что приводит к трансформации модели «черного ящика» к двухкомпонентному описанию. На соответствующих графах эта трансформация осуществляется с помощью операции замены ребер и вершин (так называемая вершинно-реберная трансформация).

Наиболее распространенной современной формой представления систем в задачах их формализации и последующего моделирования (и ставшей своего рода стандартом) является трехкомпонентное описание, т.е. описание систем в пространстве состояний, где к двум указанным множествам добавляется параметрическое множество состояний Z , а отношения между множествами задаются двумя функциями: «входа» $F_1: X \rightarrow Z$ и «выхода» $F_2: Z \rightarrow Y$. Отметим, кстати, что принятая в качестве стандарта методология структурного анализа и проектирования систем SADT (Structured Analysis & Design Technique) рекомендует, чтобы в структурной диаграмме одноуровневой модели системы было не менее трех и не более шести блоков [9].

По нашему мнению и исходя из накопленного опыта исследования ВтС, рациональным оказывается использование пяти элементов в структурном описании витасистем на одном уровне их иерархии. Такое число компонент не будет требовать от исследователя и практика дополнительных временных издержек на восприятие отношений между ними и составление соответствующего информационного образа ВтС.

Категории витасистем и их взаимоотношения

Исходя из вышеизложенных соображений, а также основываясь на пионерских работах академика АМН А.Н. Меделяновского и его последователей [10], остановимся на пяти компонентах (категориях), с помощью которых можно достаточно адекватно структурировать ВтС произвольного назначения и любого уровня сложности (рисунок 4).

I. Первую из этих категорий назовем условно *Потребность*. Категория объединяет в себя все, что соответствует пожеланиям, потребностям, которые испытывает человечество, группа лиц или отдельный индивид в построении той или иной ВтС. В зависимости от выразителя потребности (соответствующего ОВ) эта категория может включать такие понятия как политические взгляды, доктрина, интересы, настроения, цели, устремления и т.п. Отношения между потребностями различных ОВ могут быть выражены с помощью так называемой матрицы интересов, предложенной в [11].

II. Вторая категория носит условное наименование *Замысел*, и по существу включает в себя намерения, которые в том или ином виде формируются (сформированы) в мыслях ОВ и/или отражаются (отражены) на тех или иных информационных носителях (в документах). К этой категории могут быть отнесены знания, опыт, творческие возможности, настроения соответствующего ОВ и т.п.

III. Третья категория *Ресурсы* объединяет доступные ресурсы (электроэнергия, топливо, горюче-смазочные материалы, финансовые средства, природные условия, краткосрочные активы и т.п.), которые ОВ расходует (использует) или предполагает использовать при построении и функционировании ВтС.

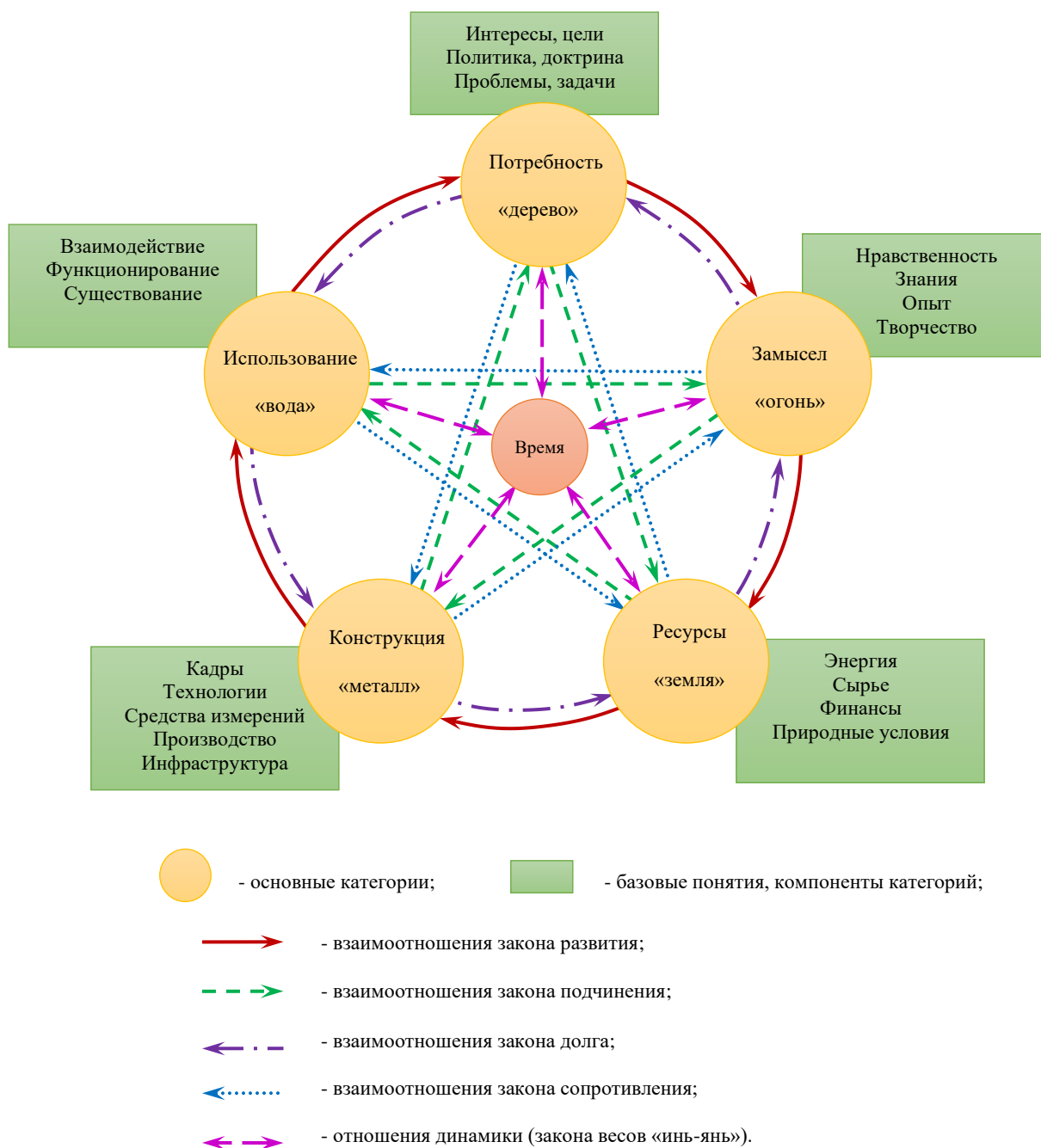


Рис. 4. Законы взаимоотношений основных категорий

IV. В четвертую категорию под названием *Конструкция* целесообразно включить кадры, технические, технологические, конструктивные и иные компоненты ВТС, инфраструктуру, здания и сооружения, средства измерений, лабораторно-производственную базу и прочие активы длительного пользования.

V. Наконец, пятая категория имеет условное наименование *Итоги*. В нее включаем объективные промежуточные и финальные результаты, получаемые в ходе жизненного цикла ВТС и ее компонент, а также нормативные и технологические документы, сопровождающие эти результаты.

Указанные категории имеют иерархическую природу, т.е. их наполнение зависит от соответствующего уровня рассмотрения ВТС. Между названными категориями могут быть установлены четыре вида взаимодействий (взаимоотношений), происхождение которых обязано четырем типам (законам) взаимовлияния [10]. Кратко охарактеризуем эти взаимоотношения.

1. Отношения *развития* действуют только между смежными категориями (на рисунке 4 – по часовой стрелке) и отражают эволюционные (относительно медленные) изменения характеристик



(параметров) компонент соответствующих категорий под влиянием малых изменений характеристик компонент смежной категории. Последние могут рассматриваться в качестве факторов, а их характеристики – факторных переменных.

2. Отношения *подчинения* формируют достаточно быстрые (по отношению к предыдущему типу) воздействия компонентом (факторов) одной категории на компоненты категории, находящейся через одну категорию (на рисунке 4 по часовой стрелке через один шаг). Содержательно действия отношений этого типа направлены на поддержание структурной упорядоченности ВТС.

3. Отношения *ответной реакции (долга)* подобно отношениям развития характеризует влияние смежных категорий, но только в обратном направлении. Эти отношения возникают после накопления изменений, вызванных действием отношений развития, и по существу в терминологии теории автоматического управления носят характер отрицательных обратных связей.

4. Отношения *сопротивления* формируют революционные (быстрые и деструктивные) противодействия отношениям закона подчинения и на графе отношений (рисунке 4) представляет собой связи, направленные через одну вершину против часовой стрелки.

В дальнейшем отношения *развития* и *ответной реакции (долга)* будем называть эволюционными, параметрическими или медленными, а отношения *подчинения* и *сопротивления* – соответственно революционными, структурными или быстрыми.

Все категории (их компоненты, характеристики компонент) переменны во времени, т.е. обладают динамическими свойствами, что на рисунке отмечено введением условной категории времени, которую можно интерпретировать как глобальный невосполнимый ресурс или как независимую переменную при формализации поведения ВТС. Отметим также, что всякое изменение компонентного состава любой категории в соответствии с введенными взаимоотношениями приводит к изменениям в компонентном составе других категорий.

Рассмотрим в качестве примера логику применения указанных категорий и их взаимоотношений к информационному обеспечению промышленной отрасли как ВТС среднего масштаба.

Пример аналитического описания витасистемы

Для обозначения компонент категорий будем использовать индексированные строчные буквы русского алфавита n, z, p, k, u (по заглавным буквам соответствующих категорий), а для взаимоотношений категорий – русские прописные буквы $P, П, Д, С$ (по заглавным буквам соответствующих типов отношений). Причем, цифровыми индексами будем отмечать порядковые номера тех или иных элементов (компонент категорий, отношений), а *направление* действия отношений будем обозначать с помощью парных нижних индексов по порядку следования соответствующих категорий: например, P_{nz} означает отношение *развития* между компонентами категорий «Потребность» и «Замысел».

Итак, рассмотрим начальную фазу формирования системы информационного обеспечения (СИО) промышленной отрасли как ВТС. Ее возникновению предшествует появление (для определенности, в момент t_0) желания СВ (вначале весьма расплывчатого) в получении регулярных сведений о функционировании ВТС. Это желание n_1 , являясь компонентой категории «Потребность ВТС³», приводит в момент t_1 в действие закон подчинения, т.е. формируется посылка СВ к категории «Ресурсы ВТС» с запросом (заявкой, требованием и т.п.) $П_1 = П_{np}(n_1, t_1)$ о наличии ресурсов (временных, финансовых, аппаратных и др.) для удовлетворения этого желания. В категории «Ресурсы ВТС» в момент t_2 под действием отношения $П_1$ формируется компонента p_1 (положим, некий, возможно нулевой, массив ресурсов), причем, в силу действия деструктивного закона сопротивления, ресурсная категория препятствует удовлетворению желания СВ, и в момент t_3 может сформироваться отношение $С_1 = С_{pn}(p_1, n_1, t_3)$ между ресурсами p_1 и желанием n_1 , которое (в зависимости от величины располагаемых ресурсов p_1) приведет либо к ликвидации начального желания n_1 (и завершению рассмотрения настоящего примера), либо к его усилению (вопрос шкалирования компонент и их характеристик пока не рассматриваем), что приводит в момент t'_1 к

³ Здесь и далее к названиям категорий витасистемы будем добавлять символы «ВТС», а к категориям системы мониторинга – символы «СИО».



возникновению очередной итерации $\Pi'_1 = \Pi_{np}(n_1, p_1, t'_1)$. Таким образом, в некий момент времени $t^{(k)}_3$, после совершения k подобных итераций достигается согласованная величина ресурсной компоненты $p^{(k)}_1$ и компоненты потребностей $n^{(k)}_1$. Далее, для простоты обозначений мы будем опускать верхние индексы, отображающие число итераций разного рода.

Пара ресурсов и потребностей p_1 и n_1 формируют в момент t_4 отношение подчинения с категорией «Итоги ВтС» $\Pi_2 = \Pi_{pu}(n_1, p_1, t_4)$, т.е. создают ресурсные предпосылки для формирования компоненты u_1 , представляющей собой некий документ, отражающий, например, первичные требования к процессам информационного обеспечения (формируются в момент t_5). Следствием возникновения этой компоненты является отношение сопротивления $C_2 = C_{up}(u_1, p_1, n_1, t_6)$, направленное в сторону категории «Ресурсы ВтС», которое по существу редуцирует выделенные ресурсы p_1 на некую величину разного рода затрат (финансовых, материальных и пр.), связанных с подготовкой u_1 . Далее, после возможных итераций в момент t_7 начинает действовать отношение подчинения $\Pi_3 = \Pi_{uz}(n_1, p_1, u_1, t_7)$, посредством которого ко времени t_8 в категории «Замысел ВтС» формируется компонента z_1 , имеющая смысл, например, концепции или общего плана разработки СИО. В противодействие этому созидательному отношению в момент t_9 начинает действовать отношение $C_3 = C_{zu}(z_1, u_1, p_1, n_1, t_9)$, содержание которого состоит в препятствии внедрению новых технических средств, технологий и методических подходов к построению СИО в силу того, что ВтС, как всякая сложная система, консервативна в отношении любых нововведений.

Выше мы продемонстрировали образование намерений (компоненты z_1) по удовлетворению возникших потребностей n_1 посредством *быстрых* отношений, действующих по контуру «пентаграммы», образованной категориями ВтС. Параллельно с описанными процессами (по существу, независимо от них) потребность n_1 в момент t'_1 инициирует *медленное, эволюционное* отношение развития $P_1 = P_{nz}(n_1, t'_1)$, имеющее аналогичное отношению $\Pi_3 = \Pi_{uz}(n_1, p_1, u_1, t_7)$ содержание, но, развиваясь только на основании накопленных знаний, опыта и исходной информации о пожеланиях СВ n_1 , приводящее в некий момент t'_8 к отличному от z_1 замыслу, который обозначим символом z'_1 . Полученные результаты конкурируют и дополняют друг друга. «Разностный» сигнал об этом несоответствии передается в качестве корректирующего отношения компоненте пожеланий n_1 с помощью отношения закона долга $D_1 = D_{zn}(z_1, z'_1, t_{10})$ и по «длинному» пути с помощью последовательности отношений $C_{zu} \rightarrow C_{up} \rightarrow C_{pn}$, что создает «конкурентную» среду для уяснения первоначальной потребности. Очередные итерации в прямом направлении по короткому, но медленному пути $P_1 = P_{nz}(n_1, t'_1)$ и по длинному, но быстрому маршруту $\Pi_{np} \rightarrow \Pi_{pu} \rightarrow \Pi_{uz}$ приводят к согласованному замыслу z_1 . Отметим, что итеративные процедуры (формирования, уточнения, согласования и т.п.) в отношении компонент категорий присущи большинству ВтС и зависят от многих факторов как внутреннего, так и внешнего (по отношению к ВтС) происхождения.

Таким образом, мы описали начальную фазу формирования отраслевой СИО. Рассмотренные компоненты категорий и отношений, а также возможные компоненты «первого оборота пентаграммы категорий», соответствующего одной стадии жизненного цикла (ЖЦ) СИО, сведены в таблицу 1.

Система информационного обеспечения промышленной отрасли как ВтС, являясь ее подсистемой и, в частности, ВтС более низкого уровня, может рассматриваться как компонента категории «Конструкция ВтС» и также может быть представлена в виде вложенной диаграммы взаимовлияния собственных категорий (категорий СИО).



Таблица 1. Примерный порядок возникновения компонент категорий и отношений

Время	Содержательное наименование элемента (категорий или отношений)	Обозначение
t_0	потребность в получении регулярных сведений о функционировании ВТС	n_1
t_1	запрос о наличии ресурсов для удовлетворения потребности n_1	P_{np}
t_2	массив ресурсов для удовлетворения потребности n_1	p_1
t_3	согласие (несогласие) на выделение потребных ресурсов p_1	C_{pn}
t_4	выделение ресурсов на формирование первичных требований к СИО	P_{pu}
t_5	первичные требования к СИО	u_1
t_6	использование ресурсов на удовлетворение первичных требований к СИО	C_{up}
t_7	формирование концепции (общего плана) разработки СИО	P_{uz}
t_8	концепция (общий план) разработки СИО	z_1
t_9	препятствия внедрению новых средств, технологий и подходов к построению СИО	C_{zi}
t'_1	формирование концепции (общего плана) разработки СИО	P_{nz}
t'_8	концепция (общий план) разработки СИО	z'_1
t_{10}	корректировка потребности СВ n_1	D_{zn}
t_{11}	исследования путей реализации концепции разработки СИО	P_{zk}
t_{12}	предложения по аппаратной и программной реализации СИО	K_1
t_{13}	корректировка первоначального замысла СИО	C_{kz}
t_{14}	оценка СВ качества реализации потребности n_1	P_{kn}
t_{15}	корректировка плана реализации СИО	C_{nk}
t_{16}	запрос о наличии ресурсов для удовлетворения потребности n_1	P_{np}
t_{17}	выделение ресурсов на корректировку потребности СВ	C_{pn}
t'_{11}	запрос о наличии ресурсов для удовлетворения потребности n_1	P_{zp}
t'_{17}	использование ресурсов на корректировку потребности СВ	D_{pz}
t_{18}	выделение ресурсов на разработку требований к структуре СИО	P_{pu}
t_{19}	требования к структуре СИО	u_2
t_{20}	использование ресурсов на разработку требований к структуре СИО	C_{up}
t_{21}	формирование программы проектирования структуры СИО	P_{uz}
t_{22}	программа проектирования структуры СИО	z_2
t_{23}	препятствия разработке нетрадиционной структуры СИО	C_{zi}
t_{24}	разработка структуры СИО	P_{zk}
t_{25}	структура (структурная спецификация) СИО	K_2
t_{26}	корректировка программы проектирования СИО	C_{kz}
t'_{18}	выделение ресурсов на разработку структуры СИО	P_{pk}
t'_{26}	использование ресурсов на разработку структуры СИО	D_{kp}
t_{27}	оценка СВ качества разработки структуры СИО	P_{kn}
t_{28}	корректировка структуры СИО	C_{nk}
t_{29}	запрос на выделение ресурсов для удовлетворения потребности СВ	P_{np}
t_{30}	выделение ресурсов на корректировку потребности СВ	C_{pn}
t_{31}	выделение ресурсов на параметрическое проектирование СИО	P_{pu}
t_{32}	требования к параметрам СИО	u_3
t_{33}	использование ресурсов на параметрическое проектирование СИО	C_{up}
t'_{26}	формулировка предложений к параметрическому проектированию СИО	P_{ku}
t'_{33}	корректировка структуры СИО	D_{uk}
t_{34}	формирование программы параметрического проектирования СИО	P_{uz}
t_{35}	программа параметрического проектирования СИО	z_3
t_{36}	препятствия выбору нетрадиционных параметров СИО	C_{zi}
t_{37}	выбор параметров СИО	P_{zk}
t_{38}	параметрическая спецификация СИО	K_2
t_{39}	корректировка программы проектирования СИО	C_{kz}
t_{40}	оценка СВ качества параметрического проектирования СИО	P_{kn}
t_{41}	корректировка параметров СИО	C_{nk}



Время	Содержательное наименование элемента (категорий или отношений)	Обозначение
t'_{34}	комплексная оценка СВ качества проектирования СИО	P_{in}
t'_{41}	корректировка программ проектирования	D_{ni}
t_{42}	потребность в аппаратной и программной реализации СИО (конец стадии ЖЦ СИО)	n_2

Формально, при введении соответствующих количественных переменных, представленные отношения между характеристиками категориальных компонент, в зависимости от потребной точности оценивания могут быть описаны с помощью сетей Петри, полумарковских процессов, разностных, дифференциальных или интегральных уравнений. Один из примеров простейшего счетного полумарковского процесса, моделирующего поведение ВтС, приведен на рисунке 5. При построении графа процесса используется методический подход, изложенный в [12].

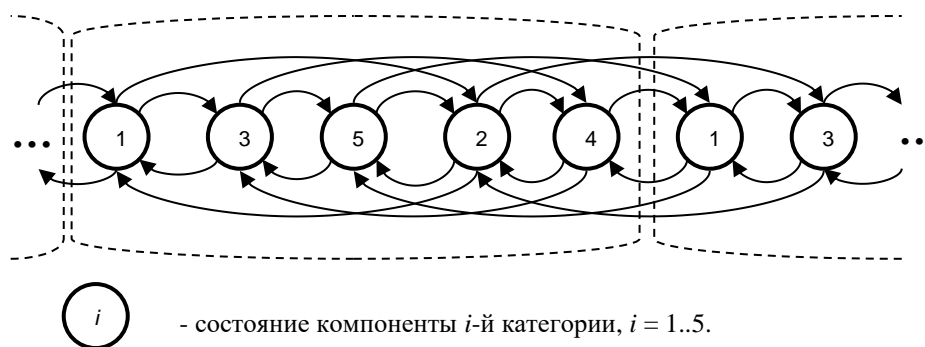


Рисунок 5. Пример графа процесса, моделирующего поведение ВтС

В частности, каждая из пяти категорий характеризуется одной компонентой с единственным параметром. Дуги обладают определенными «весами» (на рисунке не показано) и соответствуют стационарным вероятностям четырех указанных классов (законов) отношений между категориями. Смена фаз жизненного цикла ВтС на графе отмечена штрихом. Как было показано в [10], под воздействием прямых и обратных итераций, соответствующих взаимоотношениям между категориями и фазам жизненного цикла ВтС, начальные распределения параметров каждой категории приобретают полимодальный вид, что позволяет сформировать требования к точности и частотным характеристикам датчиков соответствующих сигналов при построении систем информационного обеспечения реальных предприятий, интегрированных структур и отраслей промышленности.

Выводы

1. Предложенный методический подход к описанию витасистем большого масштаба с помощью относительно малого числа категориальных переменных позволяет осуществить их сбалансированное проектирование и выработать рекомендации для субъектов влияния различных уровней иерархии по согласованному управлению развитием и функционированием широкого класса витасистем.

2. Одним из перспективных направлений исследований является разработка теоретических основ, в том числе методов формализованного описания категорий витасистем, их отношений и моделей динамики витасистем различного класса, включающей как процессы их развития, так и деградации.

Литература

1. Богданов А. А. Тектология: (Всеобщая организационная наука). В 2-х кн./Редкол. Л. И. Абалкин (отв. ред.) и др./Отд-ние экономики АН СССР. Ин-т экономики АН СССР. – М.: Экономика, 1989.



2. Морен Э. Метод. Природа Природы. - М.: Прогресс-Традиция, 2005.
3. Авдеев В.П., Бурков В.Н., Еналеев А.К. Многоканальные активные системы // Автоматика и Телемеханика. 1990. № 11.
4. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.:Синтег, 1999.
5. Крушанов А.А. Универсальная парадигма экологии. Философия науки. Вып. 7.
6. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: МПСИ, 2005.
7. Новиков Д.А. Управление проектами: организационные механизмы. – М.: ПМСОФТ, 2007.
8. Новиков Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2008
9. David Marca, Clement L. McGowan. SADT: structured analysis and design technique. McGraw-Hill, 1988.
10. Меделяновский А.Н., Водяха Г.И. Необычные возможности человека и теория власти. М: Айрис-пресс, 2004.
11. Аюпов А.А., Аюпов А.И., Пляскота С.И., Рубан А.С. Мониторинг интересов субъектов жизненного цикла сложных организационно-технических систем// Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2007). Труды первой международной конференции (1-3 октября 2007 г., Москва, Россия). Под ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. М.: Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН. – 2007 г.
12. Аюпов А.И., Пляскота С.И., Сизов Ю.Г., Степановская И.А., Сериков А.П. Моделирование распределения ресурсов на стадиях долгосрочных проектов наукоемких технических систем оборонного назначения. Вооружение. Политика, Конверсия. №6, 200