

АРХИТЕКТУРА САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СИСТЕМ В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Г.И. Москинова

Национальный институт бизнеса
Россия, 111395, Москва, ул. Юности, 5
E-mail: galinamoskinova@gmail.com

Ключевые слова: самоорганизация в живой природе, самоорганизующаяся система, механизмы самоорганизации, активный элемент, целе- и ценностно-ориентированное управление, сетевые структуры, чередование гомогенного и гетерогенного уровней организации, моделирование систем ценностного управления.

Аннотация: Продолжен системный анализ гомогенных систем естественной природы, а также наблюдаемых в современных техноценозах, и элементами – в искусственном интеллекте. На основании предложенной ранее трехкомпонентной модели организации (цели-интересы, цели-ценности, среда) выделены механизмы самоорганизации гомогенных ценностно-ориентированных систем. Представлена деловая игра в качестве примера самоорганизации с постепенным формированием устойчивого сетевого гомогенного сообщества активных элементов. Обсуждаются принципы самоорганизации первичного базового модуля как основания для дальнейшего эволюционного развития устойчивой гомогенной ценностно-ориентированной системы.

1. Введение

Продолжаем исследование феномена самоорганизации гомогенных систем с неклассическим типом управления, определенным как ценностно-ориентированное (ценностное) [1-5]. Такой тип самоорганизующихся систем характерен для живой природы, прежде всего: в биоценозах; простейших естественных сообществах социомира [4], где постепенно находит все более осмысленное применение; наблюдается в существующих эволюционно сформировавшихся мегасистемах техносоциомира: в так называемых техноценозах, таких как мировые сети телефонной связи, сети Интернета и др. [6], и элементами – в искусственном интеллекте: мультиагентные системы, генетические алгоритмы и др. [7, 8].

Выделенный класс ценностного управления в гомогенных системах, в определенном смысле, альтернативен традиционно кибернетическому – целеориентированному (целевому). Его принципиальное отличие сконцентрировано в трех дихотомиях понятий: «ценностное – целевое», «гомогенное – гетерогенное», «эволюционное – рациональное». Первая – в отношении доминирующего принципа управления, вторая относится к форме организации системы управления в виде структур соответственно децентрализованной или централизованной, третья – к процессам и механизмам управления. Сравнительная характеристика двух классов систем: с целевым и ценностным управлением более чем по 30 параметрам приведена в [3].

Предметом данной работы является моделирование процессов формирования и развития гомогенных самоорганизующихся систем с ценностным управлением. Особое внимание уделено формализации ситуаций и задач в простейших типовых гомогенных

средах, требующих ценностной организации. В порядке иллюстрации возможностей и особенностей самоорганизации гомогенных систем рассмотрены сюжеты двух популярных сказок и известной, но тематически адаптированной деловой игры. При этом для каждого варианта ситуаций, на основании предложенной ранее трехкомпонентной модели организации (цели-интересы, цели-ценности, среда), проведен анализ процессов решения задач самоорганизации с постепенным формированием гомогенного сообщества активных элементов (АЭ) с выделенным нами типом управления. По результатам анализа предложена и обсуждается базовая модель простейшей элементарной структуры устойчивого гомогенного сетевого сообщества. Обсуждаются вопросы организации на ее основе как модуле последующего развития самоорганизующихся гомогенных ценностно-ориентированных систем.

В заключении на основании полученных результатов предложен для обсуждения вопрос о причине наблюдаемого в живой природе чередования уровней (гомогенного и гетерогенного) в иерархических самоорганизующихся системах.

2. Цели и ценности. Управление «по правилам»

Категория «управления по правилам» представляет важный базовый принцип управления на основе ценностей [3]. Неклассический принцип управления – ценностный основан на приоритете *ценностей* над прагматическими целями, характерен для плоских *гомогенных* систем взаимодействующих *активных элементов* АЭ. Именно общие ценности как системообразующий фактор объединяют сообщество АЭ в систему. Сообщество гомогенно (однородно) в смысле следования *общим ценностям*, а его элементы активны в смысле: а) способности выбора собственных целей и действий, но исходя из общих ценностей [4]; б) многофункциональности деятельности каждого; в) способности к локальному взаимодействию (взаимоСОдействию, по П.К. Анохину [9, 10]) с себе подобными особями гомогенной системы. Активность участников, являвшаяся недостатком в классическом целевом подходе к управлению, превращается в главный источник, движущую силу развития системы [2, 3].

Термин «ценности» является обобщающим: буквально соответствует смыслу, принятым в социумире; в живых системах он предопределен генетически и уточнен прижизненным опытом особи; в техносциумире – одновременно ценностям социумов и «законам» совместимости техники, которые можно отождествить с «генетическим кодом».

Категория «ценности» имеет разную глубину смыслов и формализованных представлений [2, с. 145], простейшие из которых для построения целостного устойчивого сообщества – первичной сетевой структуры системы – могут быть определены как «*правила взаимодействия*» – *взаимоСОдействия*, или «*правила поведения*» [2]. Важно иметь в виду, что далеко не любой набор правил поведения обеспечивает дальнейшее устойчивое существование гомогенной (сетевой) системы. Часто понятие взаимодействия «по правилам», используется не верно, когда некоторые, и даже большинство взаимодействующих участников не только не принимают, но и с этими правилами не знакомы. Обязательным должен быть принцип: разделяемые всеми участниками правила должны быть «выгодны» (допустимы, приемлемы) всем АЭ, участвующим в социуме, а не участвующим – привлекательны, обеспечивая возможность ротации. Нарушение этого принципа имеет место, например, в неравноправных сообществах колониального типа, когда «правила» совместного общежития отражают интересы части участников сообщества – активных элементов

АЭ сообщества, оставляя другим в образованной системе пассивную роль монофункции.

3. Модели ситуаций ценностной самоорганизации

Ниже (п. 4) рассмотрены примеры формирования в первично гомоморфной среде устойчивого сообщества активных элементов, основанного на общих «ценностях», а именно – на системе «правил» взаимодействия [2]. Формализация этапов в процессах выработки системы «правил» проведена с использованием предложенной ранее *трехкомпонентной модели организации*, с компонентами: цель-качество, цель-продукт, среда, первоначально развиваемой для классического целевого способа управления. В таком варианте представления модели доминирующей компонентой является прагматическая цель-продукт Цп, для достижения которой выстраивается система [11]. Модель позволяет определить категорию ситуации и задачи управления, а также механизмы ее решения. Позже стало понятно, что модель является рабочей и для ценностного управления, если доминирующей является Цк – цель-ценность. [2].

Таким образом, для формализации процессов формирования сообщества, основанного на системе «правил», используем модель организации в части, относящейся к ценностному управлению: $Org = \langle Цк, Цп, S \rangle$, где Цп определяет «конечный продукт», результат, который стремится получить субъект (АЭ) в условиях среды S. Эту компоненту целей можно назвать прагматическими «интересами», например, обеспечивающими собственную жизнедеятельность АЭ, выполнение требуемого плана выпуска продукции и др. Цк – цель-качество, отражает некоторую систему «ценностей» АЭ, систему «правил» поведения при достижении в перспективе цели Цп. Наличие у субъекта некоторой системы ценностей делает не одинаковыми разные способы достижения цели Цп или, возможно, их отсутствие.

Согласно ценностно-ориентированным системам, минимальной информацией, которой должен располагать субъект в ценностной парадигме, является знание Цк. Это соответствует модели $Org = \langle Цк, \mathbb{1}Цп, \mathbb{1}S \rangle$: нам известна система общих ценностей Цк, но не известен способ получения личного прагматического результата – $\mathbb{1}Цп$ в среде $\mathbb{1}S$. Для модели $\langle Цк, Цп, \mathbb{1}S \rangle$ – имеется система ценностей Цк, известен конечный достижимый результат Цп, но неизвестна среда $\mathbb{1}S$, что потребует адаптации в процессе достижения цели Цп. Наконец модель $\langle Цк, Цп, S \rangle$ соответствует ситуации регуляции в условиях принятых в сообществе «правил» Цк, когда известен путь (способ) достижения Цп в среде S.

Особый случай модели ситуации $\langle \mathbb{1}Цк, \mathbb{1}Цп, \mathbb{1}S \rangle$ соответствует полной неопределенности, адекватной крайне неравновесной ситуации, ведущей к возможной деградации и даже самоликвидации системы [12]. Возможный эволюционный выход из такой ситуации в ценностной парадигме самоорганизации (при сохранении участниками своей активности) заключается в необходимости осмысления, уточнения или даже пересмотра ценностей, позволяющих обеспечить ситуацию $\langle \mathbb{1}Цк, \mathbb{1}Цп, \mathbb{1}S \rangle \rightarrow \langle Цк, \mathbb{1}Цп, \mathbb{1}S \rangle$. Историческими примерами подобной ситуации, и способов выработки таких правил, является: «Новгородское вече», «Казачий сход» и др.

С появлением внешнего «Арбитра», действующего в собственных интересах, и воздействия им на неорганизованную гомогенную среду АЭ, процесс выхода из крайне неравновесного состояния является предметом рассмотрения в теории активных систем [13] и развиваемой теории организационного управления [14].

4. Примеры формирования системы правил поведения

4.1. Деловая игра

Возможность достижения договоренности в процессе формирования «правил» поведения предусмотрена, например, в известной деловой игре «У озера», адаптированной автором для ситуаций разработки «правил» взаимодействия [15]. Сюжет игры: Несколько предприятий, расположенных у озера, имеют достаточно напряженные планы выпуска; технологии их производств требуют потребления воды определенного качества чистоты с последующей очисткой отработанной воды или сбросом неочищенной в озеро. При этом качество воды озера существенно зависит от количества сбросов неочищенной воды, а выполнение или невыполнение планов предприятий – от затрат на очищение отработанной и от текущей чистоты потребляемой воды озера. Игра проходит в несколько этапов. На первом – участники работают каждый за себя. Однако постепенно участники начинают приходить к пониманию того, что без совместной договоренности о правилах поведения далее не выжить. К концу первого условного года при подведении итогов выполнения (точнее – невыполнения некоторыми предприятиями) требуемого плана в условиях оказавшегося состояния воды озера, участники запрашивают совещание. На следующем этапе игры участники неоднократно организуют совещания и постепенно, формулируя и принимая те или иные «правила», останавливаются на тех, которые выгодны, в технологическом смысле, всем участникам. Этап 3, в случае необходимости, инициируется ведущим игры. Этап связан с появлением нового участника, работающего не по заведенным правилам, что может резко сказаться на состоянии озера и, соответственно, – качестве производств участников. В этом случае участники собирают оперативное совещание с уточнением выработанных ранее правил и внесением дополнительных условий таким образом, чтобы вновь появившимся участникам было «выгодно» не нарушать их. Такие правила являются полными – обеспечивая вполне устойчивую деятельность самоорганизованного сообщества. Итак, в первом сюжете процесс выработки общих «правил» может быть представлен, как: $\langle \text{Цк}, \text{Цп}, \text{IS} \rangle \rightarrow \langle \text{Цк}, \text{Цп}, \text{IS} \rangle \rightarrow \langle \text{Цк}, \text{Цп}, \text{S} \rangle$.

4.2. Сказка «Волшебник Изумрудного города»

В следующем сюжете сказки [16] участники – Соломенный Страшило, Железный Дровосек, Трусливый Лев и маленькая девочка Элли – имеют каждый свою высокую, но, как им казалось, невыполнимую мечту: $\langle \text{Цк}^*, \text{Цп}, \text{IS} \rangle$. Девочка Элли узнает о всемогуществе Волшебника Изумрудного города – Гудвина, который поможет исполнить ее мечту. Ситуация для Элли меняется: $\langle \text{Цк}^*, \text{Цп}, \text{IS} \rangle \rightarrow \langle \text{Цк}^*, \text{Цп}, \text{IS} \rangle$. Присоединившись к ней, аналогично изменяются и личные ситуации других героев. Уточним текущую ситуацию для героев сказки. Здесь мы сталкиваемся с двухуровневой моделью целей-ценностей [1, 17], в нашем случае – личных $\{\text{Цк}^*\}$, а также требуемых в дороге общих «правил» взаимодействия Цк, обеспечивающих достижение Изумрудного города. Таким образом, участники сообщества в начале пути оказались в текущей ситуации $\langle \text{Цк}, \text{Цп}, \text{IS} \rangle$, требующей определения Цк в процессе действий, после чего формально ситуация становится адекватной классической в кибернетике ситуации адаптации.

Вернемся к сюжетам сказки. Сталкиваясь в пути с разнообразными трудностями, обучаясь преодолевать препятствия, герои вырабатывают «правила» взаимодействия Цк [10], а также обучаются по ходу новым умениям, постепенно приобретая способности, соответствующие их высоким целям Цк^* , что этим участникам еще не ясно. Однако, достигнув Изумрудного города, оказалось, что пройден не весь путь: возникает новая ситуация, на этот раз – $\langle \text{Цк}, \text{Цп}, \text{IS} \rangle$, которую

рассматривать не будем, поскольку она формально аналогична предыдущей, но уже изначально с известными «правилами» поведения Цк.

4.3. Сказ «Про Федота-стрельца, удалого молодца»

Наконец, рассмотрим типовой для русских народных сказок сюжет, который отражает ситуацию неопределенности всех базовых факторов модели системы – $\langle \text{Цк}, \text{Цп}, \text{IS} \rangle$. Подобная ситуация остается в настоящее время полем исследований синергетики, где в принципе отсутствует понятие цели. Впрочем, но применительно к социумам, и в этой ситуации возможно, по крайней мере, сохранение системы (субъекта) и даже его благоприятное развитие, если удастся привести эту ситуацию к более определенному типу, например, через воспитание, обучение и др. Так, например, в подобной ситуации $\langle \text{Цк}, \text{Цп}, \text{IS} \rangle$ оказался сказочный герой [18], получив царский приказ: «пойди туда, не знаю куда, принеси то, не знаю что». Действуя в русской культурной традиции, сказочный герой, перевел ситуацию к виду $\langle \text{Цк}, \text{Цп}, \text{IS} \rangle$, доопределяя оставшиеся параметры по ходу действий. Сказка демонстрирует возможность самосохранения системы, действуя в ценностной парадигме.

5. Базовый модуль развития гомогенной системы

Выше рассмотрены ситуации формирования гомогенных самоорганизующихся ценностно-ориентированных систем. Их очевидная особенность – отсутствие каких-либо управляющих, Арбитров и т.п. как на стадии выработки общих «правил» взаимодействия Цк, так и в последующем, следуя им и обеспечивая достижение своих личных целей Цп. Объединение самодостаточных, а значит «многофункциональных» $\{AЭ\}$, в единую систему $AЭ^*$, представляющую новый уровень-страту, дает возможность появлению новых «способностей», «умений», позволяющих справиться с новыми, непривычными ситуациями, что и наблюдалось в сюжетах выше.

Однако в более сложных случаях, по мере развития $\{AЭ\}$, в том числе увеличения численности, возникает потребность в дополнительном согласовании, координации действий активных элементов в гомогенной системе $\{AЭ\}$, т.е. в наличии между уровнями-стратами промежуточного уровня-слоя – «координатора», действия которого образно можно сравнить с ролью дирижера в оркестре [6]. Вообще о важности и уникальности для сложных систем *функции координации* в научной литературе сказано много. Так, М. Месаровичем с соавторами [19] разработаны основы «теории координации», выделяя эту функцию управления особо и наделяя ее характерными только для нее свойствами. Аналогичны оценки специалистов – представителей общей и частных теорий систем [20], теорий управления, теории функциональных систем П.К. Анохина [10] и др.

Таким образом, в более сложном, общем случае модель первичной полноценной системы – *простейшего модуля* – должна быть представлена: $\{AЭ\} - ФЭ - AЭ^*$. В свою очередь, $AЭ^*$ как многофункциональный активный элемент, при наличии или по мере образования других $AЭ^*$ соответствующего уровня-страты, может участвовать в самоорганизации более сложной гомогенной ценностно-ориентированной системы $\{AЭ^*\} - ФЭ^* - AЭ^{**}$ и т.д. Потребность в функциональном уровне-слое между уровнями-стратами объясняет наблюдаемую в живой природе особенность построения живых систем – *чередование гомогенных и гетерогенных уровней* [21]. Однако эти вопросы требуют специального исследования.

Список литературы

1. Москинова Г.И. Ситуации и задачи ценностного управления. Источники и природа ценностей. Краткий обзор // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды XXI Международной конференции. С.Пб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017, С. 188-196.
2. Москинова Г.И. Целе- и ценностно-ориентированное управление // XX Международная конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM'2017. С.Пб.: Изд-во ЛЭТИ, 2017. С. 60-74.
3. Москинова Г.И. Моделирование систем ценностного управления: Состояние и перспективы // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды XXII Международной конференции. С.Пб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018.
4. Москинова Г.И. Гомогенные системы в природе и обществе: модели самоорганизации // Труды XXII Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM'2019. СПб.: Изд-во ЛЭТИ, 2019. С. 60-74.
5. Москинова Г.И., Москинов А.В. К истокам моделирования гомогенных ценностноориентированных систем живой природы и общества // Труды XX Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM'2017. С.Пб.: Изд-во ЛЭТИ, 2017. С. 362-365.
6. Варшавский В.И., Поспелов Д.А. Оркестр играет без дирижера: размышления об эволюции некоторых технических систем и управлении ими. М.: Наука, 1984. 208 с.
7. Таранников Н.А. Разработка многоагентной системы поддержки принятия решений на основе многокритериальных методов анализа иерархий и аналитических сетей. Волгоград: Политехник. 2007. 72 с.
8. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейник В.М. Генетические алгоритмы / Изд. 2-е испр. и доп. М.: Физматлит, 2010. 365 с.
9. Леонтьев Д.А. Самоорганизация живых систем как условие их воспроизводства // Мир психологии. 2011. № 2 (66). <https://publications.hse.ru/pubs/share/folder/knnataebmw/83647948.pdf>.
10. Анохин П.К. Философские аспекты теории функциональных систем. М.: Наука, 1978. 400 с.
11. Москинова Г.И. Управление в организационных системах: задачи, стратегии, методы решения. Кемерово: Изд-во КемГУ, 1992. 97 с.
12. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики: хаос, структуры, вычислительный эксперимент / Изд. 6-е. Серия «Синергетика: от прошлого к будущему». М.: Либроком, 2009. 308 с.
13. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами: учебник. М.: URSS, 2009. 261 с.
14. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: Физматлит, 2007. 584 с.
15. Москинова Г.И., Косов Е.В., Красицкая Л.М. Деловые игры по курсу управления. М.: Изд-во МИПК МХП, 1989. 61 с.
16. Волков А.М. Волшебник Изумрудного города. С.Пб.: Качели, 2021. 189 с.
17. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. М.: Радио и связь, 1982. 152 с.
18. Филатов Л.А. Про Федота-стрельца, удалого молодца. М.: Изд-во АСТ, 2006. 287 с.
19. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем / Пер. с англ.; предисл. чл.-кор. АН СССР Г.С.Поспелов. М.: Мир, 1973. 344 с.
20. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ. М.: Юрайт, 2013. 616 с.
21. Хомяков П.М. Системный анализ: экспресс-курс лекций / Изд. 5-е. М.: URSS, ЛЕНАРД, 2016. 211 с.