

С.Ю.Петрова

ОБЩАЯ ЗАДАЧА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛИСТРУКТУРНОЙ СИСТЕМОЙ

Институт электронных и информационных систем НогГУ, Svetlana.Petrova@novsu.ru

In clause the new performance about mechanisms of change of statuses of polystructural system is given. The base model of management of polystructural system on a basis innovation of tension is developed. The examples of empirical interpretation of concepts are given.

Ключевые слова: структурное давление, базовая модель управления полиструктурной системы

Введение

Несмотря на важность феномена полиструктурной организации и растущий практический интерес к нему с теоретической точки зрения концепция полиструктурной системы остается недостаточно проработанной. Особый интерес вызывает проблема связи характеристик функционирования системы с устойчивостью ее структуры. С определенной уверенностью можно утверждать, что функция не определяет структуру, но структура определяет границы функции. Следовательно, необходимо искать такой вариант соединения структурных элементов, который бы наилучшим образом соответствовал функциям и целям системы. Также важной задачей является выявление общезначимого критерия, который имел бы объективный характер и мог служить регулятивным механизмом структурных и функциональных изменений системы.

Полиструктурная система — понятие многогранное. В основном под полиструктурной системой понимают множество разнообразных компонентов, отличающихся физическими свойствами, функциональным назначением, сложностью внутренней структуры, представляющих собой единое целое. Иначе говоря, система обладает множеством подсистем, имеющих собственные оригинальные структуры, которые интегрируются в общую полиструктуру сложной системы. Например, Г.П.Щедровицкий в своей работе [1] так описывает полиструктуру: «система человеческой социальной деятельности оказывается полиструктурной, т.е. состоит из многих как бы наложенных друг на друга структур, а каждая из них, в свою очередь, состоит из многих частных структур, находящихся в иерархических отношениях друг с другом».

А разработанная академиком Э.М.Сороко категория структуры позволяет представить несколько иное понятие полиструктуры [2]. По его мнению, структура это есть система в плане синхронии, и система обретает свою сущность только когда функционирует, т.е. когда она обладает динамикой. Поэтому структура представляет собой некий одномоментный фиксированный слепок системы. Если мы рассматриваем временной период функционирования системы, то получаем полиструктуру системы на этом временном периоде.

Определение полиструктурной системы

Пусть полиструктурная организация представляет собой динамичную, сложную, гетерогенную сис-

тему P , состоящую из нескольких подсистем, генерирующих в себе разнородные по природе ресурсы. Полиструктурной системой P называется система, определенная следующими аксиомами.

1. Система P состоит из больших автономных подсистем, представляющих собой нечеткие подмножества $\tilde{A}_i$ множества P , где $i = 0, 1, \dots, n$. Каждая подсистема описывается множеством пар $\tilde{A}_i = \{p, \mu_i(p)\}$, где $p \in P$, а μ_i — функция принадлежности, ставящая в соответствие множеству P_s отрезок $[0, 1]$, т.е. $\mu_{\tilde{A}_i}(p) \in [0, 1]$, $\mu_{\tilde{A}_i} : P \rightarrow [0, 1]$. Каждая из подсистем обладает ресурсным потенциалом (активными средствами) $\vec{a}$, принципиально влияющим на результаты деятельности системы в целом.

2. Задано множество моментов времени T , множество состояний X системы P , множество структурных инвариантов B , множество мгновенных значений структурных давлений U , множество допустимых структурных давлений $\Omega = \{\omega : T \rightarrow U\}$, множество мгновенных значений выходных величин Y и множество допустимых выходных величин $\Gamma = \{\gamma : T \rightarrow U\}$.

3. Множество T есть некоторое упорядоченное подмножество вещественных чисел.

4. Множество структурных давлений Ω удовлетворяет следующим условиям:

- а) нетривиальность — множество Ω не пусто;
- б) структурное давление возникает за счет нарушения равновесного состояния между ресурсными потенциалами подсистем: если a_1 — ресурсный потенциал подсистемы $\tilde{A}_1$, а a_2 — ресурсный потенциал подсистемы $\tilde{A}_2$, то $\omega \neq 0$, если $a_1 \neq a_2$;

с) сочленение структурных давлений. Назовем отрезок структурных давлений $\omega_{(t_1, t_2]}$ для $\omega \in \Omega$ сужением ω на $(t_1, t_2] \cap T$. Тогда, если $\omega, \omega' \in \Omega$ и $t_1 < t_2 < t_3$, то найдется такое $\omega'' \in \Omega$, что $\omega''_{(t_1, t_2]} = \omega_{(t_1, t_2]}$ и $\omega''_{(t_2, t_3]} = \omega'_{(t_2, t_3]}$.

5. Существует переходная функция структурного состояния системы $G : T \times T \times X \times B \times \Omega \rightarrow X$, значениями которой служат структурные состояния $x(t) = G(t, \tau, x, \beta, \omega) \in X$, в которых оказывается система в момент времени $t \in T$, если в начальный момент времени $t \in T$ она была в начальном структур-

ном состоянии $x = x(\tau) \in X$ и если на нее действует структурное давление $\omega \in \Omega$. Функция G обладает следующими свойствами:

а) направление времени — функция G определена для всех $t \geq \tau$ и не обязательно определена для всех $t < \tau$;

б) согласованность — равенство $G(t, \tau, x, \beta, \omega) = x$ выполняется при любых $t \in T$, любых $x \in X$ и любых $\omega \in \Omega$;

с) полугрупповое свойство — для любых $t_1 < t_2 < t_3$ и любых $x \in X$ и $\omega \in \Omega$ имеем $G(t_3, t_1, x, \beta, \omega) = G(t_3, t_2, G(t_1, t_2, x, \beta, \omega), \omega)$;

д) причинность — если $\omega \in \omega' \in \Omega$ и $\omega_{(\tau, t]} = \omega'_{(\tau, t]}$, то $G(t, \tau, x, \beta, \omega) = G(t, \tau, x, \beta', \omega')$.

6. Задано выходное отображение $\eta: T \times X \rightarrow Y$, определяющее выходные величины $y(t) = \eta(t, x(t))$. Отображение $(\tau, t] \rightarrow Y$, задаваемое соотношением $\sigma \rightarrow \eta(\sigma, G(\sigma, \tau, x, \beta, \omega))$, $\sigma \in (\tau, t]$, называется отрезком выходной величины, т. е. сужением $\gamma_{(\tau, t]}$ некоторого $\gamma \in \Gamma$ на $(\tau, t]$.

Тройку (τ, ω, x) , где $\tau \in T$, $\omega \in \Omega$ и $x \in X$ назовем *структурой системы* P , а множество $T \times \Omega \times X$ — *полиструктурой системы* P . Переходную функцию структурного состояния G назовем *траекторией движения системы* P , кривой решения.

Структурный инвариант

Будем считать, что полиструктурная система (далее П-система) находится в некотором согласованном (гармоничном) состоянии, при котором распределение активных средств подсистем, входящих в П-систему, основано на структурной пропорции. Структурные пропорции отражают соотношения между отдельными элементами системы. Поиск оптимальных структурных пропорций П-системы остается проблемой номер один. Учеными предложены некоторые варианты расчета структурных пропорций систем. В частности, Э.М.Сороко предложен подход, основанный на гармонических пропорциях [3].

Известные нам модели анализа гармоничности основаны на инвариантах золотой пропорции. Они различаются уравнениями, решения которых генерируют ряды гармонических и дисгармонических констант. При различных основаниях степенных функций модели сходны тем, что ряды образуются путем чередования целых и дробных значений показателя степени n (теоретически от $-\infty$ до $+\infty$). Причем, если n целое ($\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$), то генерируется ряд гармонических констант, при «полуцелых» значениях (например, при $n^{-0.5}$) генерируется ряд дисгармонических констант.

Структурный аспект гармонии формулируется согласованностью частей в целом, приведением их отношений к единству, что, по сути, представляет собой оптимальность строения и устойчивости системы. Так, например, чтобы система находилась в ус-

тойчивом, «гармоничном» состоянии может быть применен принцип кратных отношений, согласно которому состоятельна билогарифмическая связь [4]:

$\log R = (p+1)\log \bar{H}$; в другом, симметричном случае $\log \bar{H} = (p+1)\log R$, где R — избыточность, $\bar{H}$ — относительная энтропия.

Связь $R = f(\bar{H})$ принимает простую (степенную) форму:

$$R = \bar{H}^{p+1} \quad (1)$$

либо

$$\bar{H} = R^{p+1}, \quad (2)$$

где ранг кратности p — число натурального ряда. Показатель степени выбран в виде суммы $p+1$ с тем расчетом, чтобы при наименьшем из допустимых значений $p=0$ обеспечивалось предельно возможное соотношение $\bar{H}$ и R , т. е. исследуемая система допускала бы состояние активного функционирования.

Подставив «условия гармоничности» (1), (2) в «закон сохранения информации», представленный в нормализованном виде $R + \bar{H} = 1$, получаем два алгебраических уравнения гармонии:

$$\bar{H}^{p+1} + \bar{H} - 1 = 0, \quad (3)$$

$$R^{p+1} + R - 1 = 0. \quad (4)$$

Решения (3) и (4) соответствуют двум типам структурных связей: детерминированному и стохастическому. Э.М.Сороко так поясняет физический смысл этих уравнений [5]: они «моделируют два возможных направления эволюции систем. В одном случае это направление совпадает с процессом постепенного уменьшения энтропии и соответственно возрастания избыточности, выражающей меру организации систем. Такой процесс, выходящий за пределы «термодинамической формы» движения, типичен для управляемых систем, изменяющих свои состояния под воздействием сосредоточенных команд и под давлением обратных связей, корректирующих их поведение. В другом же случае — с процессами простого термодинамического уравнивания (деградация, дезорганизация, деструктуризация), типичными для «косной» неорганической природы, в которой утрата порядка, распад, хаотизация идут в полном согласии со вторым началом термодинамики».

Если неизвестные в уравнениях (3), (4) обозначить через y , то оба уравнения сводятся к одному алгебраическому уравнению, которое принято называть в настоящее время «уравнением Сороко»:

$$y^{p+1} + y - 1 = 0, \quad (5)$$

где ранг кратности p — число натурального ряда.

Таким образом, корни уравнения (5), которые мы обозначили через β_p , представляют собой некоторые числовые инварианты «гармоничной» системы. Значения структурных инвариантов β_p для начальных значений p задаются с помощью следующей таблицы 1.

Таблица 1

Значения структурных инвариантов β_p при различных значениях p

p	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$\bar{H}$	0,5000	0,6180	0,6823	0,7245	0,7549	0,7781	0,7965	0,8117	0,8243
R	0,5000	0,3820	0,3177	0,2755	0,2451	0,2219	0,2035	0,1883	0,1757

Состояния полиструктурной системы

Система P называется *стационарной*, если ее реакция на заданный отрезок структурных давлений не зависит от того, в какой промежуток времени осуществлялось воздействие.

Полиструктурная система P называется *стационарной* тогда и только тогда, когда:

- а) множество T есть аддитивная группа;
- б) множество Ω замкнуто относительно оператора сдвига $z^\tau: \omega \rightarrow \omega'$, определяемого отношением $\omega'(t) = \omega(t + \tau)$;

- в) $G(t, \tau, x, \beta, \omega) = G(t + s, \tau + s, x, \beta, z^s \omega)$ при всех $s \in T$;

- д) отображение $\eta(t, \circ): X \rightarrow Y$ не зависит от t .

ных превращений: «Есть три основных системных состояния: стабильность (S), интенсивность (J), экстенсивность (E). Они определяют последовательность этапов развития, которых насчитывается шесть: 1) S — ослабление действительных структурных элементов системы и зарождение новых («ослабление — зарождение»); 2) SJ — агрегирование новых элементов и поиск соответствующих структурных форм («устаревание — формирование»); 3) J — гибель старых, утверждение новых форм («гибель — рождение»); 4) JE — экстенсивное изменение возникшей структуры, рост численности новых и подавление старых элементов («рост»); 5) E — экстенсивное изменение в структуре («расцвет»); 6) ES — появление предпосылок к новым изменениям («зрелость»))» [7].

Пример таких гармонических состояний приведен в работе В.П.Коробко [8] (см. табл.2 и табл.3).

Таблица 2

Соотношение пропорций и функций в социальной системе

Пропорции (отношение большей части к меньшей)	Члены геометрической прогрессии со знаменателем, равным пропорции	Состояние системы
1	1;1;1	Хаос
$1,236 = 2 \times 0,618$	1,236; 1,528; 1,888	Развитие новых элементов
$1,618 = 1 + 0,618$	1,618; 2,618; 4,236	Развитие новых свойств
$2,236 = 1 + 2 \times 0,618$	2,236; 5,000; 11,179	Развитие новых отношений
$3,236 = 2 + 2 \times 0,618$	3,236; 10,472; 33,886	Баланс функций развития и сохранения
$4,236 = 4 + 2 \times 0,618$	4,236; 17,944; 76,009	Сохранение сложившихся отношений
$9,236 = 8 + 2 \times 0,618$	9,236; 85,303; 787,864	Сохранение сложившихся свойств
$17,236 = 16 + 2 \times 0,618$	17,236; 297,079; 5120,465	Сохранение сложившихся элементов
∞		Коллапс

Таблица 3

Зависимость между пропорциями и функциями в социальной системе, состоящей из четырех систем

Состояние системы	Процентное распределение			
	1	2	3	4
Хаос	25,0	25,0	25,0	25,0
Развитие новых элементов	33,4	27,0	21,9	17,7
Развитие новых свойств	44,7	27,6	17,1	10,6
Развитие новых отношений	57,6	25,7	11,5	5,2
Баланс функций развития и сохранения	69,7	21,5	6,7	2,1
Сохранение сложившихся отношений	76,6	18,1	4,3	1,0
Коллапс	100	0	0	0

Равновесие — предельный случай стационарного состояния полиструктурной системы, когда структурное давление между подсистемами отсутствует. Если равновесию свойственен максимум энтропии, то стационарности — минимум скорости ее увеличения. Качество системы в стационарном состоянии выражает производная от энтропии, в равновесном же — самая энтропия [6]. Поскольку в равновесном состоянии обменные процессы совершаться не могут, результатом жизненного цикла системы будет регресс, а направление, при котором система уходит от равновесия, есть путь прогресса, который требует наличие определенного структурного давления, необходимого для удержания достигнутого структурного состояния.

Процесс развития — это последовательный переход системы из одного «гармонического» состояния в следующее через промежуточные «дисгармонические» состояния. Э.М.Сороко представляет модель развития системы, состоящую из ряда структур-

О содержании таблиц, предложенных В.П.Коробко, можно спорить, важно одно — любое состояние системы напрямую связано с его структурными пропорциями. И поиск оптимумов структурных пропорций системы остается проблемой номер один.

Динамика полиструктурных систем

Так как П-система по своей сути относится к классу активных систем, она постоянно находится в динамике. Динамика П-системы заключается в последовательном переходе ее из одного «гармонического» состояния в следующее через промежуточные «дисгармонические» состояния. При этом даже в гармоничном, но неравновесном состоянии внутри системы наблюдается структурное давление, именно оно заставляет двигаться систему. Динамика перестройки подсистем определяется правилом реакции, которое ставит скорость реагирования всех подсистем на внутрискруктурные изменения (скорость сходимости к гармоничному состоянию) в зависимость от их ресурсного потенциала.

Направление изменения структурного состояния подсистем задается правилом инновационного выбора, которое определяет множество наиболее предпочтительных действий устранения их дисгармоничного или неустойчивого состояния. Инновационный выбор распределяется в континууме от внедрения нововведений в подсистемы до активного сопротивления изменениям. Зачастую баланс достигается не введением новаций, а сознательным консервированием подсистем или выстраиванием некоего «буфера», защищающего организацию от внешних и внутренних воздействий, — силы, противодействующей инновационному давлению.

Инновационная восприимчивость П-системы определяется степенью консерватизма подсистемы α_s . Значение $\alpha_s = 0$ соответствует полной прогрессивности подсистемы, когда она легко переходит к новым внутрисистемным формам. Значение $\alpha_s = 1$ соответствует полному консерватизму, когда переход от прошлого к настоящему представляется как стабилизация, исключающая изменение внутрисистемной формы.

Мерой устойчивости системы служит величина момента структурного давления, приводящего к изменению гармонической пропорции системы. До тех пор, пока гармоническая пропорция не изменена, даже если внутри системы происходит перераспределение пропорций потенциалов подсистем, система считается устойчивой.

Чаше всего изменение хотя бы в одной из составляющих системы приводит к необходимости внести изменения во всю полиструктурную организацию, так как она представляет синергетическую связь гетерогенных элементов. Радикальные изменения лишь одной подсистемы могут привести к разрушению комплекса как целостности (см. табл.2).

Следовательно, общая задача управления полиструктурной системой может быть сформулирована следующим образом: сформировать допустимое структурное давление, имеющее максимальную эффективность управления, путем изменения структур-

ной пропорции ресурсных потенциалов подсистем П-системы.

Рассмотренная модель управления является базовой моделью управления П-системами, так как она позволяет унифицированно описывать процессы, происходящие в П-системе.

Заключение

Вопросы структурной перестройки систем новы и сложны. На сегодня не существует детально разработанной теории полиструктурных систем ни у нас в стране, ни за рубежом. Между тем решение проблем перестройки структур управления и управляемых полиструктурных систем с целью их оптимизации существует. Оно должно опираться на выяснение оптимального уровня организации и вести к обеспечению надежности и устойчивости системы. Под надежностью мы понимаем повышение степени безопасности до проактивного противодействия угрозам, рационализацию функций, улучшение качественных характеристик системы и, как следствие, повышение эффективности системы. Оптимизация структурного состава заключается в нахождении научно обоснованной пропорции в соотношении компонентов системы и соответствующего адекватного состояния.

Существенные и активные изменения в полиструктурной организации начинаются лишь после того, как система достигла некоторой критической степени сложности, и одна или несколько подсистем имеет ресурсный потенциал, не соответствующий текущему гармоничному состоянию (гармонической пропорции подсистем). Если сознательно изменять структурные пропорции П-системы, т. е. управлять П-системой, можно сформировать максимально эффективное структурное давление, мотивирующее П-систему к развитию. Как известно, любая динамическая система в стационарном состоянии характеризуется определенной целостностью, или эмергентностью (принцип Ле Шателье—Брауна—Ленца). Если система находится в состоянии развития, то уместно говорить не о целостности системы, а о целостности временного структурирования, об определенной последовательности этапов развития системы, которая не может быть нарушена, если процесс формирования структур уже начался. Тогда рост подсистем более низкого уровня является определяющим условием развития структур следующего, более высокого уровня и т.д. Временное структурирование определяет инерцию развития, защищает растущую систему от неблагоприятных внешних и внутренних воздействий.

Динамический напор временного структурирования необходимо учитывать, создавать и поддерживать в ходе управления полиструктурной организацией. Временное структурирование предполагает выполнение нескольких требований. Необходимо, во-первых, знание последовательности этапов формирования новой полиструктуры организации, а во-вторых, создание благоприятного климата в организации по поддержке имеющегося потенциала развития. Если эти условия не выполняются (или выполняются не в полном объеме), то процесс гармоничного структурообра-

зования идет вяло, а вновь образующаяся полиструктурная система оказывается подверженной разнообразным внешним и внутренним воздействиям. Для того, чтобы усилить инерцию развития полиструктурной организации, можно использовать контролируемое структурное давление, которое обеспечит защиту неокрепших изменений от действия неблагоприятных внешних и внутренних факторов.

1. Щедровицкий Г.П. К характеристике категориальных определений деятельности // Проблема деятельности в совет-

ской психологии: Тез. докл. к V Всесоюз. съезду Общ-ва психологов. Ч.1. М., 1977 — www.fondgp.ru/gp/biblio

2. Сороко Э.М. Концепция уровней, отношение, структура (к методологии социологического исследования) / Ред. И.И.Жбанкова. Минск: «Наука и техника», 1978. 160 с.
3. Сороко Э.М. Структурная гармония систем / Под ред. Е.М.Басова. Минск: Наука и техника, 1984. 264 с.
4. Там же. С.197.
5. Там же. С.198.
6. Там же. С.206.
7. Сороко Э.М. Концепция уровней, отношение, структура... С.45.
8. Коробко В.И. Золотая пропорция: некоторые философские аспекты гармонии / Москва; Орел: Изд-во Междунар. асоц. строительных вузов; Изд-во ОрелГТУ, 2000. С.75.