

# Использование сетецентрического принципа самосинхронизации в управлении

*Рассматриваются особенности различных этапов формирования управленческих решений, реализующих процесс самосинхронизации*

**Ключевые слова:** *сетецентрические особенности, самосинхронизация, массирование результатов, ранжирование угроз, управленческие решения.*

## USE OF NETWORK-CENTRED PRINCIPLE OF SELF-SYNCHRONISATION IN MANAGEMENT

*The article considers features of the various stages of formation of management decisions implementing the process of self-synchronization.*

**Keywords:** *Network-centric features, self-synchronization, massing results, ranking threats, managerial decisions.*

### Введение

Сетевые структуры получают все большее распространение в различных областях современного общества [1]. Эта тенденция, может быть, больше чем в других областях характерна для военных организаций. Под ее влиянием в конце XX в. в США была разработана новая концепция управления. Она получила название сетецентрической концепции, в основе которой лежит понятие сети, а ее суть заключается в объединении всех поражающих, логистических, информационных, дипломатических, социальных и других средств в сетевую систему, включающую в себя все уровни и направления управления военными операциями [2]. Она стала возможной за счет того, что преимущества отдельных технологических средств объединяются в единую надежную географически распределенную сетецентрическую систему [3, 4]. Концепция вызвала не только широкую дискуссию, но и легла в основу программ реформ и развития армий ряда стран. Идеи сете-

центрической концепции вызвали интерес, а во многих случаях и стремление использовать их в невоенных применениях. В работе рассматривается один из аспектов такого применения.

### Постановка задачи

Цель работы – попытка наряду с традиционными использовать элементы сетецентрических принципов реализации процессов самосинхронизации в невоенном применении.

Рассматриваются:

- компьютерный мониторинг в процессе самосинхронизации с анализом состояния близких по своим параметрам звеньев сети;
- сетецентрические особенности формирования целей самосинхронизации;
- создание нового звена сети в процессе самосинхронизации.

Работа не претендует на охват всех аспектов формирования решений на самосинхронизацию. В ней рассматриваются только компьютерные методы с использованием сетецентрических принципов.

### 1. Принцип самосинхронизации

В современном сетевом обществе наряду с существованием открытой угрозы крупномасштабного столкновения возникает множество угроз локального характера, во многих случаях требующих максимально быстрой реакции [5]. Одним из эффективных средств ликвидации угроз такого типа выступает реализация принципа самосинхронизации, являющегося одной из важных составляющих сетецентрической концепции. Самосинхронизация обеспечивает руководителям всех уровней сети возможность действовать практически автономно, самостоятельно формулировать оперативные задачи и решать их на основе информации, представляемой системой мониторинга в режиме, близком к реальному времени. Концепция повышает значение инициативы руководителей всех уровней и их соучастия в реализации задачи, поставленной руководителем сети.

Понятие самосинхронизации достаточно близко к требованию



**Эдуард Анатольевич Трахтенгерц,**  
д.т.н., г.н.с.  
Тел.: (495) 334-88-40  
Эл. почта: tracht@ipu.ru  
Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
Институт проблем управления  
им. В.А. Трапезникова РАН, Москва  
www.ipu.ru

**Eduard A. Trahtengerts,**  
Doctor of Science, Chief Researcher  
Tel.: (495) 334-88-40  
E-mail: tracht@ipu.ru.  
Institute of Control Sciences of RAS,  
Moscow  
www.ipu.ru

проявления инициативы, всегда предъявлявшейся как к военным, так и гражданским руководителям. Но оно значительно расширено:

- это не пожелание, а обязательное требование к руководителям всех уровней, обеспеченное расширением прав и возможностей в использовании своих сил и средств, а также возможностей взаимодействия с другими руководителями;
- самосинхронизация должна обеспечить быстроту и неожиданность реакции на создающуюся или уже возникшую угрозу. Она должна реализовываться на основании анализа всех видов информации, регулярно получаемой руководителями всех уровней и направлений в соответствии с сетцентрической концепцией;
- процесс самосинхронизации должен соответствовать принципу массирования результатов. То есть для выполнения своей задачи руководитель должен иметь возможность использовать не только свои, но и не полностью загруженные силы и средства соседей, не стремясь сосредоточить как можно больше сил и средств на своем участке.

Для каждой цели каждого звена сети могут быть свои стратегии реализации процесса самосинхронизации, которые могут различаться как алгоритмами, так и фактическими параметрами. Еще одна особенность самосинхронизации в том, что наряду с жестко управляемыми сверху вниз структурами (неважно в какой области – политической, экономической, военной) создаются мозаичные системы, состоящие из небольших, хорошо организованных звеньев (подразделений, групп), которые могут реконфигурироваться в зависимости от цели функционирования и сложившейся обстановки. Связи в таких системах и даже набор звеньев в них являются динамическими, т.е. могут меняться во времени. Более того, отдельные звенья в пределах возможностей своих ресурсов могут создавать новые структуры и ликвидировать ставшие ненужными.

Для реализации управления процессом самосинхронизации в каждом звене создается человеко-

машинный объект. Такой объект будем называть агентом и считать единым целым, не различая пока, какие функции выполняет специалист (или группа специалистов), а какие – компьютер (или подсистема вычислительных средств). Каждый агент, с одной стороны, функционирует достаточно автономно, т.е. сам может определять цели и стратегии самосинхронизации и их реализацию, с другой стороны, он является составляющей иерархической системы управления, и в силу этого действия агентов должны быть синхронизированы по времени и согласованы по характеру воздействий.

В таком подходе заложены две составляющие:

- методы создания агентов, алгоритмы их взаимодействия и организация функционирования системных программ многоагентных систем поддержки принятия решений. Эта составляющая не рассматривается. Она обсуждается, например, в [6, 7];
- методы и алгоритмы, посредством которых компьютерная многоагентная система реализует процесс самосинхронизации, они рассмотрены ниже.

## 2. Некоторые особенности мониторинга в процессе самосинхронизации

Организации мониторинга посвящено много работ, например [8, 9]. Из всего многообразия вопросов, связанных с мониторингом, рассмотрим только два, характерных для самосинхронизации.

### 2.1. Структура системы мониторинга в процессе самосинхронизации

Сетевая война и, следовательно, мониторинг, по определению ее теоретиков не имеет ни начала, ни конца. Она ведется против всех. Если в какой-то чужой сети происходит сбой или обнаруживаются враждебные действия, мониторинг должен их определить, и сеть, в интересах которой функционирует мониторинг, должна стремительно это использовать, в том числе и посредством самосинхронизации.

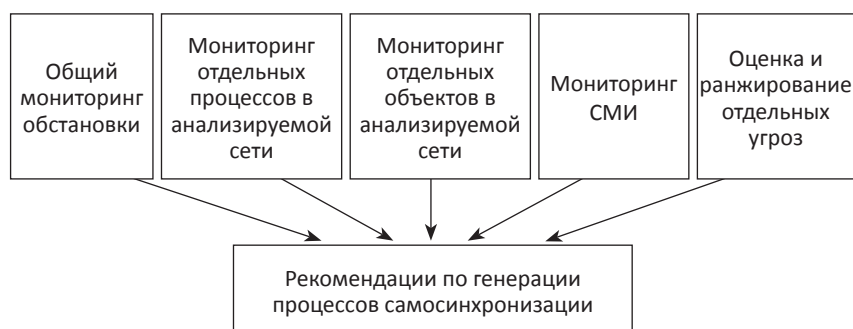


Рис. 1.

Схема мониторинга, обеспечивающая информацией процесс, представлена в виде рис. 1.

Дадим небольшой комментарий.

- **Общий мониторинг обстановки** необходим для выявления угроз или каких-либо благоприятных факторов для сети, в интересах которой ведется мониторинг. Наверно, самый известный пример такого мониторинга – система перехвата и анализ информации, циркулирующей в мировых сетях, разоблаченная Сноуденом.

Сетевая система общего мониторинга обстановки объединяет средства частного мониторинга звеньев всех уровней и направлений в единое целое. Она должна обеспечить доведение всей необходимой информации до адресатов в реальном или близком к нему времени. Такой подход позволяет резко улучшить понимание сложившейся обстановки, способствуя реализации процессов самосинхронизации руководителями всех уровней.

- **Определение и оценка отдельных угроз** позволяет определять и ранжировать степень опасности отдельных причин для сети или ее звеньев. На основании таких оценок могут формироваться решения по целям и стратегиям самосинхронизации. Методы таких оценок зависят от конкретных приложений. Пример рассмотрен в разд. 2.2.

- **Мониторинг отдельных процессов**

Исходя из структуры сети, для каждого  $i$ -го ее звена (своей или враждебной) может определяться динамика различных показателей, например [10]:

*А. показатели финансовой устойчивости с оценкой коэффици-*

*ента финансовой устойчивости, коэффициента финансирования, коэффициента автономии и др.;*

*В. показатели деловой активности*, включающие: коэффициенты оборачиваемости активов, основных средств, оборотных фондов, денежных средств, дебиторской задолженности и т.д.;

*С. анализ рентабельности*: продаж, производства, активов, собственного капитала, внеоборотного капитала (сумм, вложенных в основные фонды звеньев сети), текущих активов.

Периодический анализ изменения этих показателей (или набора других) показывает характер происходящих изменений и может быть использован для генерации процесса самосинхронизации.

- **Мониторинг отдельных объектов** может самостоятельно осуществляться агентами с различными задачами, в том числе и для генерации самосинхронизации. Пример такого процесса показан ниже.

- **Мониторинг СМИ.** Этому вопросу посвящено много работ, например [11–13]. Он очень специфичен, и поэтому здесь он не рассматривается.

## 2.2. Ранжирование агентом угроз по степени их опасности

Процесс самосинхронизации готовится и осуществляется только в том случае, если это необходимо для нейтрализации серьезных экономических, политических, социальных или других угроз. Четкое понимание таких угроз позволяет экспертам и руководителям отдельных звеньев сформулировать наиболее эффективные цели самосинхронизации для выполнения

своих агрессивных и (или) оборонительных задач. Начнем со списка угроз.

Помимо общих угроз, вызвавших необходимость атаки сети или обороны от нападающих конкурентов, каждый агент (звено сети) может видеть угрозы, опасные для него. Естественно, эти частные угрозы опасны для всей сети, но реакции они требуют от руководства звена (отдела, управления). Например:

- в отделе главного конструктора – падение уровня современности выпускаемой продукции;
- в отделах главного инженера – высокий процент изношенного и устаревшего оборудования;
- в бухгалтерии (финансовом отделе) – потребность в кредитах;
- в территориальных управлениях – снижение уровня продаж и т.д.

Оценка степени угрозы может быть произведена по архивным данным и текущей статистике как по всей сети в целом, так и по отдельным звеньям, управляемым своими агентами.

Пусть в нашем примере агенту Т необходимо оценить угрозы, показанные в списке 2.1, выявленные в процессе мониторинга.

*Список 2.1:*

- а) по мониторингу отдельных процессов – необходимость в кредитах;
- б) по мониторингу отдельных объектов – снижение продаж отдельных видов продукции в некоторых звеньях сети;
- в) по общему мониторингу обстановки – отсталость используемых технологий, вызывающая необходимость проведения ряда инновационных решений;
- г) по мониторингу отдельных процессов – возможность появления товаров-заменителей;
- е) по мониторингу СМИ – дискредитация некоторых видов продукции звена или сети.

Количественные оценки степени опасности угроз, требующих для своей нейтрализации генерации процесса самосинхронизации, определить трудно, поэтому система предлагает провести их попарное сравнение. Для этого в случае необходимости  $r$ -му агенту и его

экспертам система предлагает построить матрицу  $H^r$  для  $r$ -го звена сети по следующему правилу [14]. Каждый элемент матрицы:

$$h_{ij}^r = \begin{cases} 1, & \text{если угроза } i \\ & \text{так же опасна, как и угроза } j; \\ 2, & \text{если угроза } i \\ & \text{опаснее угрозы } j; \\ 0, & \text{если угроза } i \\ & \text{менее опасна, чем угроза } j; \end{cases}$$

где  $i$  и  $j$  означают номер (индекс) опасности в списке 2.1.

Пусть для агента Т получена следующая матрица:

$$H^r = \begin{matrix} & \begin{matrix} a & b & c & d & e \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 0 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 2 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Поскольку элементы матрицы интерпретируются как оценка сравнительной степени опасности по каждой паре угроз, то диагональные элементы равны единице. Далее система согласовывает оценки экспертов одним из известных алгоритмов компьютерного согласования. Будем считать, что матрица  $H^r$  согласована. Пример результата для агента Т представлен в табл. 1. В примере индекс  $q^{(k)}$  означает номер итерации ( $k = 1, 2, \dots$ ).

Однако такие субъективные оценки могут содержать и, как правило, содержат противоречия. Для их устранения система определяет для каждого звена наиболее опасную угрозу путем суммирования «очков опасности» каждой угрозы (суммирования элементов строк матрицы  $H^r$ ).

Заметим, что самой опасной оказалась угроза «b», «набравшая» 7 очков, а самой безобидной – угроза «a» с 3 очками. Однако угроза «a» при парном сравнении оказалась опаснее «самой опасной» угрозы «b» (см. матрицу  $H^r$ ). Необходимо учесть это обстоятельство при подсчете оценки опасности, т.е. учесть величину опасности сравнительно с другими угрозами. Для этого система «прибавляет» к очкам каждой угрозы очки тех угроз, для которых  $h_{ij}^r = 1$ , и удвоен-

Таблица 1

Индекс	Угрозы				
	a	b	c	d	e
$q^{(1)}$	3	7	6	4	5

Таблица 2

Идентификатор угроз	Очки $q^{(1)}$	Степень угроз					Очки $q^{(2)}$
		a	b	c	d	e	
a	3	–	14	0	0	0	17
b	7	0	–	12	8	10	37
c	6	6	0	–	4	10	26
d	4	6	0	6	–	0	16
e	5	6	0	0	8	–	19

ное количество очков тем угрозам, у которых  $h_{ij}^r = 2$ . Этот процесс иллюстрирует табл. 2.

Система продолжает процесс учета и получает:

$$\begin{aligned} q_a^{(3)} &= 17 + 2 \cdot 37 = 91, \\ q_b^{(3)} &= 37 + 2(26 + 16 + 19) = 159, \\ q_c^{(3)} &= 26 + 2(17 + 19) + 16 = 114, \\ q_d^{(3)} &= 16 + 2 \cdot 17 + 26 = 76, \\ q_e^{(3)} &= 19 + 2(17 + 16) = 85. \end{aligned}$$

Аналогичный расчет производится системой для  $q^{(4)} = (409, 709, 542, 372, 419)^T$ . Распределение опасности угроз оказалось:  $b > c > e > a > d$ .

На следующем шаге получаем:

$$q^{(5)} = (1827, 3375, 2570, 1732, 1981)^T.$$

Система определила, что ранжирование оценки опасности угроз списка 2.1 стабилизировалось, расчет закончен. Относительная значимость опасности угрозы для одного звена система рассчитала по соотношению:

$$\begin{aligned} \alpha^{(5)} &= \left( \frac{q_a^{(5)}}{\sum_i q_i^{(5)}}, \dots, \frac{q_e^{(5)}}{\sum_i q_i^{(5)}} \right)^T = \\ &= (0.159, 0.294, 0.224, 0.151, 0.172)^T. \end{aligned}$$

Компьютерная система определила, что самой опасной угрозой, для противодействия которой может потребоваться реализовать процесс самосинхронизации, является угроза «b» – «Снижение продаж по видам продукции». Ранжирование угроз необходимости проведения процесса самосинхронизации может быть, конечно, произведено с помощью других алгоритмов. Важно, чтобы такие оценки были произведены, а угрозы, вызыва-

ющие необходимость проведения самосинхронизации, ранжированы, потому что цели синхронизации очень часто выбираются в зависимости от этих угроз. На этом закончим рассмотрение особенностей мониторинга в процессе самосинхронизации.

### 3. Сетецентрические особенности формирования целей в процессе самосинхронизации

И в бытовых ситуациях, и в высокой политике роль традиций, инерции, боязни перемен очень высока. Формирование целей почти всегда вызывает значительные сложности. Боязнь формирования новых целей относится и к людям, безусловно, выдающимся. В конце Второй мировой войны, когда победа союзников была уже несомненна, на одной из встреч Рузвельт сказал Черчиллю, что Великобритании необходимо отказаться от своей колониальной системы. Прозорливый политик Черчилль, которого англичане считают одним из своих самых великих политических деятелей, со свойственной ему образностью речи ответил, что он не может быть председателем ликвидационного комитета Британской империи. Как известно, вскоре после окончания войны Великобритания вынуждена была отказаться от колоний и сформулировать новые экономические и политические цели. Такие коллизии, конечно, в несравненно меньших масштабах происходят постоянно.

Прежде чем приступить к формированию цели и стратегии само-



Таблица 3

синхронизации нужно определить, а стоит ли вообще проводить самосинхронизацию.

### 3.1. Определение целесообразности проведения самосинхронизации

В разд. 3.2 было установлено, что для агента Т сети, которого мы рассматриваем, наибольшую опасность представляют угрозы б) и с) списка 2.1: «Снижение продаж по видам продукции» и «Необходимость разработки инновационных решений по некоторым видам продукции».

Оценку целесообразности проведения самосинхронизации начнем с формирования набора критериев. Компьютерная система просит агента Т и его экспертов записать на своих компьютерах тот список критериев, который они считают нужным. Каждый эксперт или руководитель может его дополнить или вычеркнуть какие-то критерии. Система обрабатывает результаты по одному из известных алгоритмов и представляет результат для утверждения руководителю. Если представленный список утверждается, он считается согласованным.

Будем считать, что результатом компьютерной процедуры выбора критериев, по которым будут оцениваться необходимость самосинхронизации, стали: 1. рентабельность возможной системы послепродажного обслуживания; 2. отношение с местными властями; 3. возможность эффективного использования СМИ; 4. оценка улучшения обслуживания будущими клиентами. После утверждения списка система высвечивает таблицу типа табл. 3 на дисплеях руководителей и экспертов звена Т и просит проставить экспертные оценки  $r_k$  критериев для двух вариантов: проводить самосинхронизацию для противодействия угрозам б) и с) (проставить 1) или не проводить ее (проставить 0). (В табл. 3 проставлены номера критериев.)

Затем система подсчитывает суммы  $r_k$  для каждого варианта:

$$r = \sum_{k=1}^4 r_k.$$

Идентификатор и наименование угрозы	Целесообразность проведения самосинхронизации	Значения критериев ( $r_k$ )				$r$	Рекомендация
		1	2	3	4		
б. Снижение продаж по видам продукции	целесообразно	1	1	1	1	4	целесообразно
	нецелесообразно	0	0	0	0	0	
с. Отсталость используемых технологий	целесообразно	0	1	0	1	2	нецелесообразно
	нецелесообразно	1	0	1	0	2	

Эксперты решили, что если  $r > \frac{1}{2} r_{\max}$ ,  $r_{\max} = \sum_k r_k$  ( $r_k = 1, k = \overline{1, K}$ ), то рекомендуется проводить процесс самосинхронизации, в противном случае – нет.

В соответствии с табл. 3 компьютерная система рекомендует руководству звена реализовать процесс самосинхронизации для противодействия угрозе б.

### 3.2. Сетецентрический подход к поиску близких по характеристикам звеньев

Один из принципов сетецентрического анализа – максимальное использование информации при формировании решений. На основании мониторинга архивных данных компьютерная система ищет звенья, сумевшие преодолеть трудности, вызванные резкими изменениями ситуации, аналогичной текущей. Характеристики этих звеньев должны быть близки характеристикам звена Т, попавшей в кризисную ситуацию, по характеру деятельности (производства), объему выпускаемой продукции, численности сотрудников (возможно

по категориям), объему оборотных средств, величине уставного капитала и т.д. Компьютерная система агента должна проанализировать данные по официальным отчетам, характеризующие деятельность этих звеньев, и проанализировать прессу (пока автоматически это сделать нельзя).

Будем считать, что по архивным данным компьютерная система агента определила, что в недалеком прошлом три звена В, С и D, производившие продукцию, по своей номенклатуре близкую к продукции агента Т, оказались в кризисном положении, похожем на положение звена Т в настоящее время. Они сумели преодолеть кризис, но с разным уровнем успеха.

Будем считать, что набор критериев и их значения для нашего примера, показанные в табл. 4, сгенерированы и согласованы компьютерными методами, описанными, например, в [8].

Поскольку каждая оценка табл. 4 учитывает несколько составляющих, влияющих на значение критериев, для ее оценки можно использовать средневзвешенные значения [7]:

Таблица 4

№ и наименование критериев	Значения критериев звеньев			
	Т, находящегося в кризисе	в докризисный период		
		В	С	Д
1. Возможность появления новых технологий	отсутствует (5)	отсутствовала (5)	была не-большая (4)	существовала (3)
2. Квалификация специалистов	хорошая (4)	удовлетв. (3)	низкая (2)	удовлетв. (3)
3. Состояние послепродажного обслуживания	удовлетв. (3)	хорошее (4)	удовлетв. (3)	плохое (2)
4. Уровень требований покупателей к продукции звена Т	высокий (4)	средний (3)	средний (3)	низкий (2)
5. Оценка средств массовой информации	положительная (4)	положительная (4)	положительная (4)	резко критическая (2)

$$h_i = \frac{1}{m \times n} \sum_{j=1}^m k_j \sum_{i=1}^n c_{ij},$$

где  $c_{ij}$  – балльная оценка  $j$ -го эксперта значения  $i$ -й составляющей, влияющей на оценку;  
 $k_i$  – коэффициент важности  $i$ -й составляющей, влияющей на значение критерия;  
 $m$  – число рассматриваемых составляющих;  
 $n$  – количество экспертов.

Сравнивая значения параметров работы анализируемого звена в текущий момент со значениями этих же параметров для звеньев, оказавшихся в похожей кризисной ситуации в прошлом, система определяет, насколько похожи положения этих звеньев. В тех случаях, когда сравниваемых параметров немного, можно просто сравнивать значения характеристик звеньев В, С и Д в прошлом с характеристиками звена Т в настоящий момент.

Поскольку список параметров, приводимых в экономических работах и в работах по другим областям деятельности, обычно достаточно велик, анализ и сравнение ситуаций в прошлом и настоящем становится непростой задачей. В нашем примере степень близости звеньев В, С и Д к звену Т может быть определена, например, методом распознавания образов [15].

Наиболее близким считается одно из перечисленных в табл. 4 звеньев  $W_i$   $i = \overline{1, I}$ , для которого

$$L(w_T, W_i) = \min_{i \in I} \sqrt{\sum_{j=1}^I k_j (w_T^j - W_i^j)^2},$$

где  $k_j$  – «вес»  $j$ -го критерия:  $w_T^j$  – значение  $j$ -го критерия звена Т сети; а  $W_i^j$  – значение  $j$ -го критерия  $i$ -ого звена.

Для определения «весов» критериев система просит экспертов дать свои оценки «веса», используя, например, один из методов, рассмотренных в [8], или какой-нибудь другой по каждому критерию табл. 4. Будем считать, что результаты обработки данных показали, что по оценкам экспертов значения «весов» для всех критериев близки, поэтому  $k_j = 1$ ,  $j = \overline{1, n}$ .

Теперь система определяет меру близости между значениями критериев звена Т и звеньями,

данные о которых взяты из архивов (см. табл. 4).

$$\begin{aligned} L(w_T, W_1) &= \\ &= \sqrt{(5-5)^2 + (4-3)^2 + (3-4)^2 + (4-3)^2 + (4-4)^2} = 3, \\ L(w_T, W_2) &= 6, \\ L(w_T, W_3) &= 16, \end{aligned}$$

где  $W_1, W_2, W_3$  – вектора значений критериев табл. 4 для звеньев В, С и Д;  
 $w_T$  – значение показателей звена Т.

Таким образом, самыми близкими оказались звенья Т и В. Поэтому одним из источников данных для формирования цели звена Т могут стать данные звена В, как наиболее отличающегося от звена Т, в дальнейшем анализировать не будем.

### 3.3. Сетецентрическое определение цели самосинхронизации

Затем система анализирует действия звеньев В и С, которые успешно вышли из похожих кризисных ситуаций. Поскольку свои цели звенья афишируют далеко не всегда, то цели звеньев, сумевших выйти ранее из кризиса, система определяет по результатам их деятельности или по данным, предоставленным самими звеньями в порядке обмена горизонтальной информацией. Для этого компьютерная система выбирает из архивов данные, определяющие результаты деятельности звеньев В и С, и (или) использует данные, представленные их руководством. То есть фактически сравниваются значения критериев, достигнутые этими звеньями после ухудшения ситуации, со значениями критериев целей, которых хотело достиг-

нуть руководство звена Т до резкого изменения обстановки. Собранные данные система представляет экспертам и руководителям, предлагая дать оценки по каждому критерию. Полученные оценки от каждого эксперта сводятся в таблицу типа табл. 5 вместе с докризисными значениями критериев звена Т. Если агент Т не оценивал значения критериев, показанных в табл. 5, то он специально определяет значения, характеризующие эти критерии.

Из табл. 5 видно, что цель «Модернизация систем послепродажного обслуживания» в звене Т фактически не рассматривалась.

Согласовывать значения оценок строк 1 и 3 табл. 5 нет необходимости, так как это конкретные данные отчетов и планов. Оценки строк 2 и 4 в случае необходимости могут быть согласованы одним из известных методов.

На таком упрощенном примере можно «на глаз» определить, результаты какого звена ближе к оценкам звена Т. В реальности, когда показателей много, ранжирование степени близости показателей звеньев может оказаться сложной задачей. Поэтому проведем формальное сравнение их близости, используя функцию  $K(s_i, s_j)$ , значение которой увеличивается по мере того, как значения показателей сближаются. Одна из таких функций имеет вид:

$$K(s_i, s_j) = \frac{2 \sum_{i=1}^I \min(x_{i1}, x_{i2})}{\sum_{i=1}^I x_{i1} + \sum_{i=1}^I x_{i2}}, \quad (1)$$

где  $x_{i1}, x_{i2}$  – значения  $i$ -го показателя звеньев  $s_1$  и  $s_2$  соответственно.

Таблица 5

№ п/п	Наименование целей	Оценка реализации цели звена Т	Результаты после выхода из кризиса	
			звено В	звено С
1	% вложений свободных средств в модернизацию систем послепродажного обслуживания	0	80	40
2	Повышение балльной оценки изделий типа $\alpha$ и $\beta$	10	9	6
3	% увеличения прибыли	10	8	3
4	Соответствие принципу массирования результатов	5	6	4

Примечание. Оценка целей 2 и 4 дается по десятибалльной шкале.

В соответствии с табл. 5 компьютерная система получает:

$$K(s_T, s_B) = \frac{2[\min(0, 80) + \min(10, 9) + \min(10, 8 + \min(5, 6))]}{(0 + 10 + 10 + 5) + (80 + 9 + 8 + 6)} = 0.36$$

$$K(s_T, s_C), \quad (2)$$

где  $s_T, s_B, s_C$  – индексы звеньев Т, В и С.

Из соотношений (2) видно, что хотя значения критериев оценки целей звена Т ближе всего к значениям критериев звена В, но степень сходства небольшая. С другой стороны, по критериям табл. 4 до изменения обстановки звенья Т и В находились в примерно одинаковых условиях. Система определяет по каким целям у звеньев Т и В отличия самые существенные. В нашем примере – это цель «% вложений свободных средств в модернизацию систем послепродажного обслуживания». Поэтому система предлагает изменить значение этой цели звена Т с 0 на величину, близкую значению звена В (80%).

Компьютерная система определяет возможную стоимость процесса самосинхронизации, имеющиеся финансовые ресурсы, состояние рынка и т.п. (здесь эти вопросы не рассматриваются) и предлагает вложить в модернизацию послепродажного обслуживания звена Т 70% свободных средств. Тогда в соответствии с формулой (1) и скорректированными данными табл. 5 (% вложений свободных средств в модернизацию систем послепродажного обслуживания – 70%, а не 0) получаем:

$$k(s_T, s_B) = 0,93, \\ k(s_T, s_C) = 0,71, \quad (3)$$

где  $s_T, s_B, s_C$  – индексы звеньев Т, В и С.

Теперь оценка близости между значениями цели звена Т и результатом звена В очень высокая. Соотношение (3) показывает, что звену Т целесообразно произвести самосинхронизацию с целью «Увеличения % вложений свободных средств в модернизацию систем послепродажного обслуживания». Значения параметров целей, которых хотела достигнуть звено Т до

резкого изменения обстановки (см. табл. 5), близки к параметрам этих же целей звена В, успешно вышедшего из кризиса. Поэтому эти значения критериев целесообразно учитывать при формировании целей самосинхронизации. Таким образом, опираясь на сетецентрический принцип использования всей имеющейся информации (в нашем случае о звеньях В и С), компьютерная система сформулировала цель самосинхронизации: «Модернизация систем послепродажного обслуживания». Процент вкладываемых свободных (или доступных) средств должен быть определен после оценки планируемых расходов.

Появление этой цели – это возникновение нового проекта, очень важного для агента и, возможно, даже всей сети. Его реализация потребует от агента создания специального звена. Таким образом, система управления определила цель самосинхронизации и изменение структуры сети за счет генерации нового агента.

#### 4. Пример процесса самосинхронизации

Особенность самосинхронизации не только в том, что руководитель некоторого подразделения проявляет инициативу. Это осуществлялось и во многих случаях приветствовалось задолго до появления сетецентрической концепции. В нашем примере особенность самосинхронизации в том, что по решению агента без согласования с руководством создается новое звено (подразделение), отвечающее целям руководства фирмы (сети), но не предусмотренное им заранее. Заметим, что сетецентрическая концепция не требует согласования стратегий и критериев сети с их использованием в каждом процессе самосинхронизации. Тем самым концепция ускоряет принятие решений и адаптирует их к местной обстановке. Эта особенность демонстрируется и в нашем примере.

После того как сформулирована цель самосинхронизации, агент должен определить стратегию ее реализации. Формирование списка

стратегий производится на основании данных мониторинга, проанализированных агентом Т. Будем считать, что в результате анализа стала ясна неконкурентоспособность изделий типа  $\alpha$  и  $\beta$ . Список стратегий может быть произведен одним из методов, достаточно подробно освещенных в литературе, например в [8]. Поэтому, не рассматривая процедуру выбора, будем считать, что сформирован следующий предварительный список стратегий:

- внесение изменений в конструкцию продукции типа  $\alpha$  и  $\beta$ , повышающих удобства их использования;
- организация обслуживания и ремонта изделий типа  $\alpha$  и  $\beta$  в фирменной мастерской;
- создание изделий типа  $\alpha$  и  $\beta$  на новых физических принципах, практически не требующих ремонта и проверки, т.е. повышенной надежности.

Для выбора стратегии из этого предварительного списка компьютерная система предложила агенту Т следующие критерии:

1. оценка варианта проекта будущими клиентами;
2. рентабельность;
3. отношение с местными властями;
4. возможность эффективного использования СМИ.

Надо отметить, что первый критерий требует социологического опроса клиентов. Пусть в результате такого опроса установлено, что основные претензии клиентов заключаются в невозможности отремонтировать изделия типа  $\alpha$  и  $\beta$ , а также проверить правильность их работы. Очевидно, что надо создать условия для устранения недовольства клиентов.

Методы выбора стратегии из списка по заданным критериям также подробно освещены в литературе и поэтому здесь не рассматриваются. Будем считать, что по критериям, перечисленным выше, система выбирает стратегию «Организация послепродажного ремонта и тестирования». Формирование стратегии еще не определяет ее конкретную реализацию. Успешность выполнения стратегии



во многом зависит как от средств ее реализации, в нашем случае – от характеристик мастерской, так и от условий внешнего мира:

- реакции СМИ;
- выполнения сетецентрического требования массирования результатов;
- максимального использования информации.

По предварительным маркетинговым оценкам достаточно, по крайней мере, на первое время открыть одну мастерскую.

Для определения средств реализации процесса самосинхронизации, т.е. характеристик мастерской, введем следующие обозначения:

- $h$  – тип мастерской. Мастерские могут подразделяться на различные типы. Выделим два типа: базовые и улучшенные: базовая, как правило, удовлетворяет чисто функциональным требованиям, улучшенная отличается от базовой лучшим оформлением и обслуживанием, собственным фирменным стилем и избыточным количеством оборудования, торговых и ремонтных площадей, гарантирующих отсутствие очередей;

- $i$  – число ремонтных мест;
- $j$  – уровень бытового сервиса в мастерских:  $j = 0$  – отсутствие бытовых услуг,  $j = 1$  – наличие туалетов,  $j = 2$  – магазины запасных частей, туалеты и т.д.;

- $k$  – число мест технического осмотра.

Прогноз доходов от увеличения продаж изделий типа  $\alpha$  и  $\beta$ , вызванные улучшением каждого отдельного параметра послепродажного обслуживания, определить трудно. Но параметры мастерской, удовлетворяющие минимальным потребностям клиентов звена  $T$  и клиентов других звеньев (отсутствие очередей, качество ремонтов, время его проведения и т.п.), экспертным путем или с помощью социологического исследования определить можно.

Исходя из имеющихся у агента ресурсов и результатов маркетингового анализа, параметры мастерской могут быть заданы ограничениями. Так, например, при ограничениях:  $3 \leq i \leq 6$ ,  $0 \leq j \leq 2$ ,  $1 \leq k \leq 2$ ,  $h = 1$  допускается от 3 до

6 ремонтных мест, набор бытовых услуг: от их полного отсутствия до вариантов 1 и 2 и от 1 до 2 рабочих мест техосмотра.

Через  $E_{ijk}$  обозначим прогноз затрат на строительство мастерской с  $i$  ремонтными местами ( $E_i$ ),  $k$  местами технического осмотра ( $E_k$ ), и  $j$ -м вариантом бытовых услуг ( $E_j$ ).

Предварительные оценки общих затрат на строительство составят:

$$E_{ijk} = E_i + E_j + E_k. \quad (4)$$

Сюда входит стоимость проекта, земли, строительно-монтажных работ и оборудования. Конечно, на самом деле зависимость между компонентами в формуле (4) несколько более сложная, так как при объединении различного вида услуг под одной крышей экономятся затраты на землю, строительно-монтажные работы и, возможно, проектирование. Значения  $E_i$ ,  $E_j$ ,  $E_k$  для всех допустимых  $i, j, k$  хранятся в базе данных системы.

Через  $D_{ijk}$  обозначим прогноз эксплуатационных расходов мастерской с параметрами  $i, j, k$  за год – нормы эксплуатационных расходов, зависящие от параметров мастерской (транспортные, амортизационные, заработная плата и т.д.) известны и также хранятся в базе данных. Сумму расходов, как и в (4), будем считать по соотношению:

$$D_{ijk} = D_i + D_j + D_k.$$

Прогноз дохода звена  $T$ , получаемый от улучшения послепродажного обслуживания (в нашем случае – создание ремонтной мастерской), складывается из трех составляющих: рост доходов от увеличения продаж продукции звена  $T$  –  $L_{ijk}$ , определяемый экспертно, и доходы от эксплуатации мастерской –  $P_{ijk}$ . Однако здесь надо учитывать третий фактор – прогноз возможных доходов от роста продаж в других звеньях, вызванный улучшением послепродажного обслуживания –  $\mu_{ijk}$ . Это очень простой пример массирования результатов.

Прогноз дохода  $P_{ijk}$ , получаемый от эксплуатации мастерской типа  $i, j, k$  за год определим аналогично (4):

$$P_{ijk} = P_i + P_j + P_k + L_{ijk} - \mu_{ijk},$$

где  $P_i$  – прогноз дохода от эксплуатации  $i$  ремонтных мест;  $P_j$  – прогноз дохода от эксплуатации  $j$ -го варианта блока бытовых услуг;  $P_k$  – прогноз дохода от эксплуатации  $k$ -постов технического осмотра.

Определение  $E_{ijk}$ ,  $D_{ijk}$  и  $P_{ijk}$  в соответствии с сетецентрическим принципом максимального использования информации должно опираться на характеристики затрат и прибыли по каждому параметру, получаемому как из архивных данных, так и из текущей информации, получаемой из различных источников. Методы учета этих факторов выходят за пределы работы, но их учет для успеха процесса самосинхронизации может оказаться чрезвычайно важным, так как занижение параметров мастерской может вызвать недовольство клиентов, что снизит спрос на продукцию звена  $T$ , а завышение – неоплачиваемые расходы.

Эффективность мастерской типа  $i, j, k$  система может рассчитывать по известным формулам. Например [16]:

по коэффициенту выгоды/затраты:

$$F_{ijk} = \sum_{t=1}^T \frac{P'_{ijk} - (D'_{ijk} + E'_{ijk})}{(1+r)^t}, \quad (5)$$

где  $r$  – ставка (норма) дисконта/процента;  $t$  – индекс, обозначающий год выполнения проекта. Существуют, конечно, и другие оценки.

Кроме оценок экономической эффективности на целесообразность строительства, аренды или покупки предприятия обслуживания, в том числе и мастерской, сетецентрический метод предполагает анализ и оценку максимума факторов, которые могут влиять на ситуацию, в нашем случае, например, требования населения данного района к характеру обслуживания, отношения с местными властями, возможность эффективного использования СМИ и т.д. В рассматриваемом примере ограничимся только этими тремя факторами, хотя их может быть гораздо больше.

Для учета влияния перечисленных выше и, возможно, других факторов система просит экспер-



тов агента Т поставить субъективные оценки их влияния. Обозначим критериальную оценку годовой эффективности (5) буквой А, критериальные оценки отношений с местными властями, возможности использования СМИ и предпочтений клиентов – соответственно буквами В, С и D.

Эти оценки ориентируются на сложившиеся нормы местного рынка. Поэтому важно, что самосинхронизацию реализует местное звено, знающее обстановку в районе его функционирования, и агент может ее реализовать, не тратя время на согласование с руководством.

Оценка  $W$  целесообразности строительства мастерской с данными параметрами может быть произведена, например, с помощью одного из следующих соотношений (возможны, конечно, и другие):

$$W = K_A^D * (A / D) + K_B * B + K_C * C \rightarrow \max, \quad (6)$$

$$W = \frac{K_A^D * (A / D)}{K_B * B + K_C * C} \rightarrow \max \quad (7)$$

$$W = \frac{K_A^D * (A / D) * K_B * B}{K_C * C} \rightarrow \max \quad (8)$$

где  $K_A^D$ ,  $K_B$ ,  $K_C$  – «веса» (важность) критериев  $A/D$ ,  $B$  и  $C$  соответственно,

при оценке строительства мастерской с данными параметрами.

В соотношениях (6)–(8) присутствует частное  $A/D$  – критериальных оценок эффективности и варианта проекта будущими клиентами. Смысл частного в том, что чем меньше клиентам нравятся параметры мастерской, тем меньше будет величина экономической эффективности. Соотношение (6) дает сумму баллов, а функция (7) – «отношение» эффективности к двум другим факторам. Смысл формулы (7) в том, что чем хуже отношения с местными властями и прессой, тем большую часть прибыли придется тратить на создание нормальных условий работы. Смысл формулы (8) в том, что при определенных отношениях с властями прибыль может приумножаться, а плохое отношение со СМИ может снижать прибыль. Оценки рентабельности типа (5) в том или ином виде применяются повсеместно, а формализованные субъективные оценки типа (6)–(8) используются не часто.

При определении «весов» критериев агент руководствуется сетецентрическим требованием максимального использования информации. «Веса» критериев сильно

зависят от состояния агента и ситуации на рынке. Если агент сильный и ставит себе задачу завоевать часть рынка, то в период завоевания рынка он может не стремиться к высоким доходам. Поэтому «вес»  $K_A^D$  может быть небольшим. Балльные оценки рентабельности тоже могут быть смягчены.

Отношения с конкурентами и, особенно, с местными властями в этот период могут иметь очень большое значение. Поэтому «веса» критериев  $K_B$  и особенно  $K_C$  будут большими. После того как часть рынка завоевана и необходимо на нем закрепиться, «веса» критериев обычно меняются.

Таким образом, рассмотрены возможные методы определения параметров стратегии процесса самосинхронизации.

## Заключение

Использование сетецентрических методов самосинхронизации повышает эффективность ликвидации последствий ухудшения ситуаций и повышает правильность принимаемых решений.

Искренне благодарен Н.И. Злобинской за большую помощь в этой работе.

## Литература

1. Дугин А., Коровин В., Бовдунов А. Сетевые войны [Электронный ресурс] / Сайт С.П. Курдюмова. – Режим доступа: <http://spkurdumov.ru/networks/setevye-vojny>
2. Department of defense / The implementation of Network – Centric Warfare. – Washington D.C., 2005.
3. Arquilla J., Ronfeldt D.F. The emergence of noopolitik: toward an American information strategy. – Rand Corporation, 1999.
4. Arquilla J., Ronfeldt D.F. Networks and netwars: the future of terror, crime, and militancy. – Santa Monica: Rand Corporation, 2001.
5. Боев С.Ф., Рахманов А.А., Снока В.И. Сетецентрические системы регионального уровня реального масштаба времени // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2009. – № 3. – С. 64–68.
6. Трахтенгерц Э.А. Взаимодействие агентов в многоагентных системах // АиТ. – 1998. – № 9. – С. 3–52.
7. Green S., Hurst L., Nangle B., Gunningham P., Somers F., Evans R. Software agents: a review. 27 May 1997 [Electronic resource]. – URL: <http://www.cs.tcd.ie/research/groups/aig/iag/pubreview>
8. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управляющих решений. – М.: СИНТЕГ, 2009.
9. Мониторинг IT и управление сетями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aggregate.tibbo.com/snmp/>
10. Методика анализа финансового состояния предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cis2000.ru/cisFinAnalysis/MethodOfAnalysisOf...>
11. Морозова Е.Г. Политический рынок и политический маркетинг: концепции модели, технологии. – М.: РОССПЭМ, 1998.
12. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные системы и методы поддержки информационного управления. – М.: СИНТЕГ, 2010.
13. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные технологии манипулирования общественным мнением. – М.: СИНТЕГ, 2011.
14. Алексеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. – М.: ВШЭ, 2006.
15. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. – М.: Высшая школа, 2004.
16. Лимитовский М.А. Основные оценки инвестиционных и финансовых решений. – М.: Дека, 1998.