

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ\*

Э.А. Трахтенгерц  
*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*  
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65  
E-mail: [tracht@ipu.rssi.ru](mailto:tracht@ipu.rssi.ru)

Кратко обосновываются и рассматриваются методы параллельной реализации различных типов управления и их взаимосвязь.

**COMPUTER METHODS OF CONTROL DECISIONS PARALLEL REALISATION** / E.A. Trahtengerts (Institute of Control Sciences RAS, 65 Profsoyuznaya, Moscow, 117997, Russia). Briefly justified and considered parallel methods of realization different types of control and their interaction.

### 1. Введение

В последние десятилетия происходит кардинальная смена способов производства, мировоззрения людей, экономических, политических и социальных отношений. Произошла техническая революция, породившая новый вид управления – информационное, значение которого все время увеличивается [1]. На различных уровнях общественных формаций одновременно протекают процессы, требующие экономического, информационного, силового и других типов управления. В связи с этим возникла необходимость создания вычислительных комплексов, способных не только осуществлять параллельное управление такими во многих случаях одновременно протекающими процессами, но и организовывать их взаимодействие.

Для этого необходимо:

- осуществлять компьютерный мониторинг в интересах возможных типов управления, поскольку методы мониторинга различных типов управления могут кардинально различаться, то мониторинг организуется в виде нескольких параллельных процессов;
- на основе результатов параллельных процессов мониторинга генерировать возможные типы управления, как реакцию на создающуюся обстановку – формировать их цели, оценивать синергетический эффект их взаимодействия, производить ранжирование и выбор наиболее результативных целей, создавая процессы их параллельной реализации;
- формировать стратегии реализации каждой сгенерированной цели, оценивать их синергетический эффект, осуществляя выбор и параллельное выполнение наиболее действенных стратегий;
- определять возможный характер оперативных воздействий;

---

\* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-08-00590).

- в динамике управления параллельно реализовывать все выбранные типы воздействий, оценивать адекватность оперативных воздействий, стратегий, целей и в случае необходимости реализовать их модификацию.

## 2. Компьютерный мониторинг

Мониторинг – это систематическое накопление данных о динамике изменения параметров анализируемого объекта или процесса, их обработка и представление результатов в удобном для руководителя или эксперта виде. В процессе мониторинга необходимо оценивать не только значения физических параметров, но и их тенденцию, динамику развития. Отсюда вытекает одна из задач компьютерного мониторинга: анализируя полученные данные, классифицировать процесс в соответствии с заданными типами.

Особенности мониторинга в современных условиях – своевременная оценка внутреннего состояния организации и влияния на нее внешних сил. Существенную роль играют различные виды мониторинга: экономический, социальный, экологический, мониторинг законодательства и т.д. В информационном обществе большую роль играет мониторинг СМИ. Энциклопедия Википедия определяет мониторинг СМИ (англ. Media monitoring service) как отслеживание сообщений СМИ, соответствующих заданной тематике. Это эффективный, хотя и достаточно трудоемкий способ получения открытой информации о рынках, брендах, персоналиях, общественно-политических событиях и процессах. Схему мониторинга можно представить в виде рис. 1.

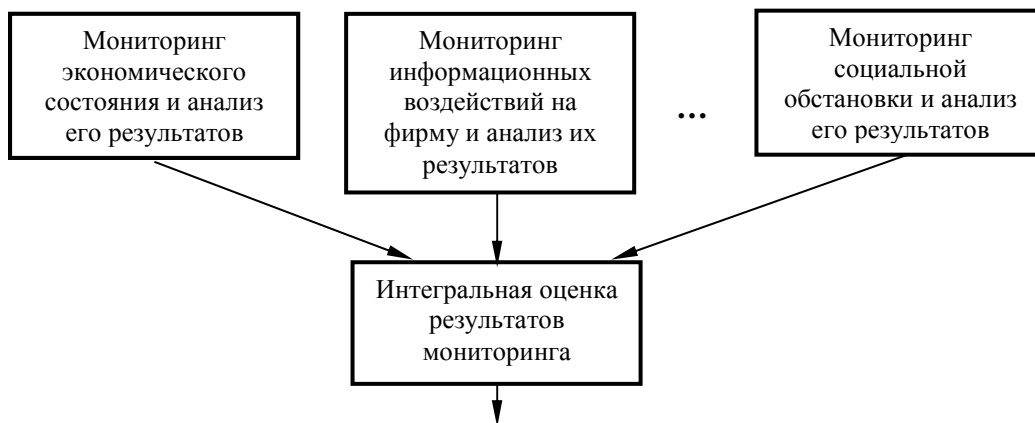


Рис. 1. Структура мониторинга

Мониторинг каждого процесса рис. 1 осуществляется различными методами, с разной периодичностью, анализируются принципиально разные источники информации. Они реализуются отдельными параллельными процессами. В качестве иллюстрации различных методов мониторинга приведем два примера анализа некоторых результатов экономического мониторинга и мониторинга СМИ. Определение прибыли может считаться по формуле [2]:

$$\Pi(x, y) = P_0 f(x, y) - (P_1 x + P_2 y),$$

где  $P_0$  – рыночная цена выпускаемой продукции,  $f(x, y)$  – общий объем выпускаемой фирмой продукции,  $x, y$  – объемы затрачиваемых производством ресурсов,  $P_1, P_2$  – рыночные цены на единицу затрачиваемых производством ресурсов.

Схема одного из этапов мониторинга СМИ может быть представлена в виде рис. 2 [3].



Рис. 2. Схема анализа текстовой информации

Таким образом, совершенно различные источники информации, различная периодичность сбора данных, совершенно разные методы обработки и анализа, а также жесткие временные рамки получения результатов приводят к необходимости организации параллельной реализации процессов мониторинга.

### 3. Параллельная генерация проектных решений

Параллельная формулировка проектных решений управления включает:

1. анализ сложившейся обстановки;
2. компьютерную генерацию возможных целей управления;
3. компьютерную генерацию стратегий их реализации и видов оперативных воздействий, обеспечивающих выполнение возможных стратегий.

Рассмотрим эти этапы подробнее.

1. – Параллельный анализ сложившейся обстановки уже был рассмотрен в предыдущем разделе.

2. – Компьютерная технология параллельной генерации целей включает, по крайней мере, два этапа:

- 1) формирование списка экономических, информационных, экологических и т.п. целей, осуществляемых независимо (параллельно) соответствующими специалистами;
- 2) компьютерное согласование этих списков всеми специалистами, эта процедура может быть выполнена параллельно [4].

Определение целей в управляющих экономических, информационных, экологических и т.п. областях – воздействия чрезвычайно тонкие и сложный процесс. Он достигается сочетанием интуиции, логики, компьютерных расчетов и личных склонностей. Пути сочетания этих составляющих не установлены. Они зависят от объема и достоверности информации, имеющейся в распоряжении руководителя, формирующего цель, его квалификации, умения использовать методы информационной технологии, опыта, средств анализа обстановки и генерации цели.

Поскольку речь идет об управлении в различных областях, то одним из важнейших критериев эффективности набора целей является синергетический эффект сформулированных целей. Схема параллельной генерации и согласования цели показана на рис. 3.

В пространстве целей каждой из областей воздействия могут асинхронно происходить следующие процессы:

- цель возникает, достигается и разрушается другими целями;
- на месте разрушенной цели возникают и достигаются новые;
- порождаются новые цели, но они не достигаются;
- система не способна сформулировать новую цель, отсутствие цели блокирует деятельность системы и приводит к ее деградации.

Независимо от того, соответствуют реализуемые цели сложившемуся положению или нет, руководитель может начать поиск новых целей, которые можно было бы поставить перед организацией в каждой из областей управления. Каждый опытный руководитель знает, что если этого не делать, то организация начинает деградировать. Для каждой области с помощью компьютерной системы составляется список целей, они ранжируются и выбираются лучшие [5].

Рассмотрим один достаточно популярный нелинейный алгоритм оценки близости значений критериев цели к эталонному. Для этого используем алгоритм скоринга [6] в сочетании с методом распознавания образов [3, 7]. Методом скоринга сформируем варианты наборов векторных значений каждой  $i$ -ой цели от самых желательных до самых плохих. Сформированные векторы разбивают пространства значений критериев на подобласти пространств этих критериев, эквивалентные рангам близости критериев цели к желательным (или требуемым) значениям параметров.

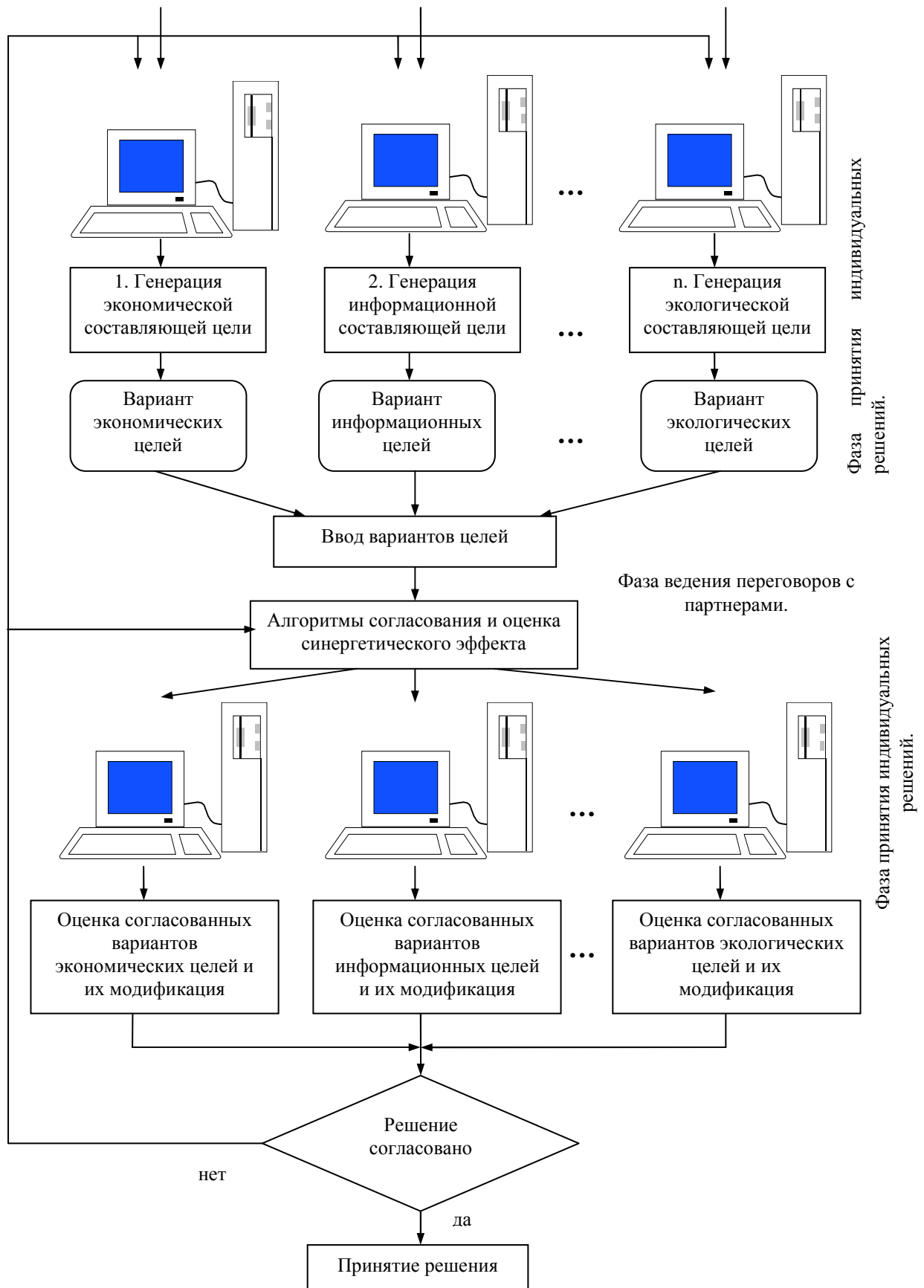


Рис. 3. Параллельная генерация и согласование целей

Введем векторные функции  $F_i(x_1, \dots, x_n)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , обладающие следующим свойством: если вариант параметров цели, характеризуемый значениями критериев  $x_1^0, \dots, x_n^0$ , принадлежит цели  $G_q$ , то величина  $F_q(x_1^0, \dots, x_n^0)$  должна быть больше величины  $F_s(x_1^0, \dots, x_n^0)$ . Тогда, если через  $\bar{x}_s$  обозначить вектор значений критериев, характеризующий параметры любой другой цели  $G_s$ , то:

$$F_q(\bar{x}_q) > F_s(\bar{x}_s), \quad q, s = \overline{1, m}, \quad s \neq q.$$

Таким образом, в пространстве значений критериев целей граница разбиений, соответствующая цели  $G_q$ , выражается уравнением:

$$F_q(x) - F_s(x) = 0.$$

Она называется решающей границей между областями значений критериев вариантов целей.

Для распознавания системой цели информационного воздействия введем меру близости между параметрами значений двух целей:

$$\rho(g_q(\bar{x})g_i(\bar{x})) = \min_{\substack{g_i(\bar{x}) \in G \\ g_q(\bar{x}) \notin G}} \rho(g_q(\bar{x}), g_i(\bar{x})),$$

где  $\rho(g_q(\bar{x})g_i(\bar{x})) = \sqrt{\sum_{j=1}^J k_j (x_i^j - x_q^j)^2}$ ;  $g_i(\bar{x})$  – вектор значений критериев цели  $i$ -ой цели

( $l=q, i$ );  $k_j$  – «вес»  $j$ -го критерия, а  $x_i^j$  – оценка значения  $i$ -ой цели по  $j$ -му критерию,  $G$  – множество векторов эталонных значений критериев возможных целей (ранг желаемых значений).

Через  $g_q^r(\bar{x})$  обозначим  $r$ -ый ранг вектора эталонных значений критериев  $q$ -ой цели. Еще раз повторим, что эти оценки могут быть получены как на основе измеряемых значений критериев, так и субъективных оценок экспертов, определяемых методом скоринга. Для нахождения наилучших возможных параметров цели информационного воздействия определим  $r$  из соотношения:

$$\rho(g_q^r(\bar{x})g_i(\bar{x})) = \min_{g_q^r(\bar{x}) \in G} \rho(g_q^r(\bar{x}), g_i(\bar{x})), \quad r = \overline{1, R}, \quad i = \overline{1, I}.$$

То есть система сравнивает вектор  $g_i(\bar{x})$  возможных параметров цели со всеми векторами  $g_q^r(\bar{x})$ . Вектор  $r$ , для которого функция  $\rho(g_q^r(\bar{x})g_i(\bar{x}))$  достигает минимума, и определяет ранг (степень близости) параметров  $i$ -ой цели к параметрам цели  $q$ . Цель, параметры которой ближе всего к желаемым значениям цели  $q$ , считается выбранной целью  $q$ .

Таким образом, формируются списки целей в каждой области управления, которые затем согласовываются (см. рис. 3).

Выбор стратегий достижения цели не менее важен, чем ее формулировка, т.к. неправильно выбранная стратегия может погубить любую цель.

Множества стратегических решений разобьем на подмножества по целям областей управления. Компьютерная система генерирует список стратегий параллельно по каждой цели и согласовывает их (см. рис. 4).

Анализ каждого явления, процесса или объекта начинается с его смысловой (семантической) оценки. Семантическая оценка обычно трудно поддается формализации, но для формализованных объектов попытаемся такую задачу выполнить по схеме, показанной на рис. 5.

Назовем ее схемой семантической генерации или схемой семантического вывода стратегий, реализуемой компьютерной системой управления. Назначение этой схемы по содержательной оценке критерия, представляемой руководителю системой мониторинга, и

задаче, формируемой руководителем на основании этой оценки, предложить набор возможных стратегий, способных в сложившейся ситуации обеспечить достижения цели. Схема рис. 5 может быть представлена в виде графа семантического вывода [3].

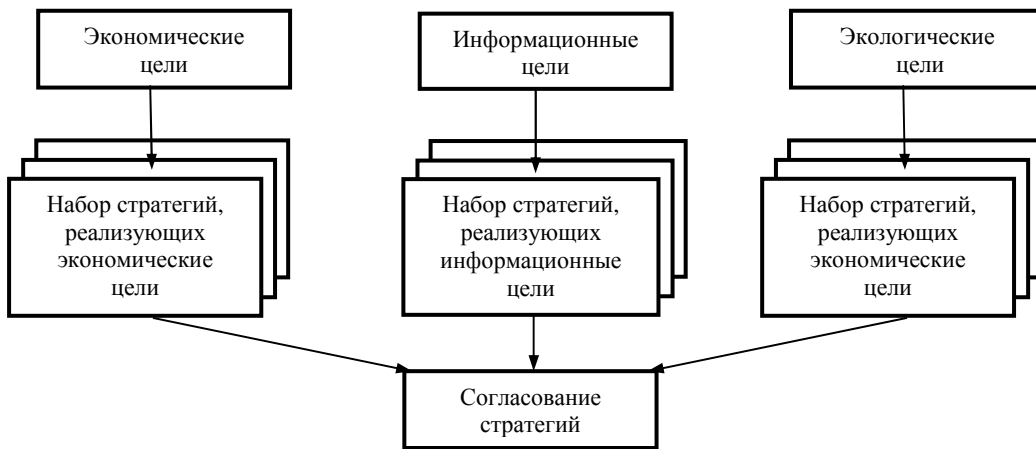


Рис. 4. Схема формирования набора стратегий

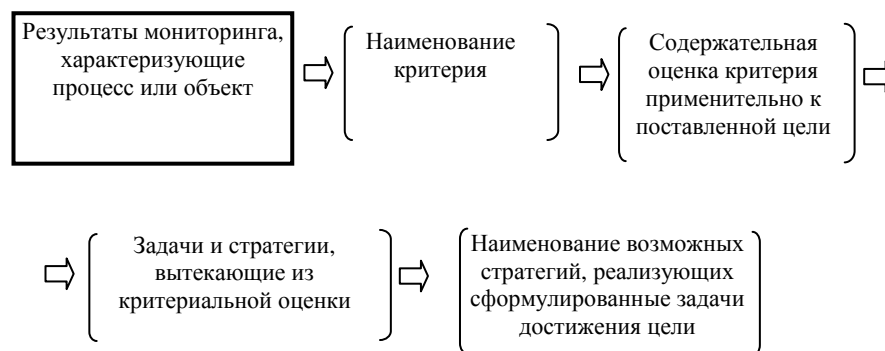


Рис. 5. Схема семантического вывода стратегий

Для каждой конкретной предметной области она может быть отображена в множестве грамматических правил, но нагляднее представить ее в виде набора таблиц, хранящихся в памяти системы и при необходимости, высвечиваемых на дисплеях экспертов и руководителей.

3. – Для каждой выбранной цели по каждой области управления необходимо произвести оценку реализующих ее стратегий. Эти оценки могут делаться параллельно, аналогично схеме рис. 3. Они могут и должны быть произведены как с учетом имеющихся объективных данных, так и используя субъективные представления руководителей и экспертов. В каждой области управления существуют свои критерии и методы оценок. Список стратегий для различных целей может совпадать (полностью или частично), но возможно каждая цель будет реализована своими стратегиями. Согласование стратегий может осуществляться различными процедурами [3, 4]. Процедура согласования определяется руководителем или вырабатывается коллективом экспертов.

Поскольку при оценках стратегий, как правило, приходится согласовывать большое число данных независимо от того, параметрические они или критериальные, для областей управления, связанных с экономикой, может быть использован изложенный ниже метод, в значительной степени автоматизирующий эту процедуру. Конечно, могут применяться и любые другие методы согласования. В соответствии с этим методом параллельно для каждой

сформированной цели с помощью системы составляется таблица значений параметров стратегии типа табл. 1, где  $C(t)$  – затраты на  $t$ -м шаге при условии, что в них не входят капиталовложения,  $R(t)$  – результаты, достигаемые на  $t$ -м шаге,  $t$  – номер шага расчета,  $T$  – горизонт расчета,  $E$  – норма дисконта.

Таблица 1

Эксперты	Стратегии				Дисконт
	1	2	...	9	
Э(1)	$C_{1,1}(t), R_{1,1}(t),$ $T_{1,1}$	$C_{1,2}(t), R_{1,2}(t),$ $T_{1,2}$	...	$C_{1,9}(t), R_{1,9}(t),$ $T_{1,9}$	$E_1$
Э(2)	$C_{2,1}(t), R_{2,1}(t),$ $T_{2,1}$	$C_{2,2}(t), R_{2,2}(t),$ $T_{2,2}$	...	$C_{2,9}(t), R_{2,9}(t),$ $T_{2,9}$	$E_2$
...	...	...	..	...	...
Э(н)	$C_{n,1}(t), R_{n,1}(t),$ $T_{n,1}$	$C_{n,2}(t), R_{n,2}(t),$ $T_{n,2}$	...	$C_{n,9}(t), R_{n,9}(t),$ $T_{n,9}$	$E_n$

В каждой клетке табл. 1 на пересечении  $i$ -ой строки и  $j$ -ого столбца стоит оценка параметров стратегии с номером  $j$ , проставленная  $i$ -м экспертом. Оценка может быть как в баллах или лингвистических терминах, так и в денежных единицах и процентах. После того, как таблицы составлены, система вычисляет для всех  $j = \overline{1, J}$  стратегий каждой цели средние значения оценок  $C_j(t)$ ,  $R_j(t)$ ,  $T_j$  и  $E$ :

$$\bar{C}_j(t) = \frac{\sum_{i=1}^m C_{ij}(t)}{m}, \bar{R}_j(t) = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ij}(t)}{m}, \bar{T}_j = \frac{\sum_{i=1}^m T_{ij}}{m}, \bar{E}(t) = \frac{\sum_{i=1}^m E_i(t)}{m};$$

дисперсии оценок  $C_j(t)$ ,  $R_j(t)$ ,  $T_j$  и  $E$ :

$$D_j^C(t) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\bar{C}_j(t) - C_{ij}(t))^2, D_j^R(t) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\bar{R}_j(t) - R_{ij}(t))^2,$$

$$D_j^T(t) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\bar{T}_j - T_{ij})^2, D_j^E(t) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\bar{E} - E_i)^2;$$

профиль  $i$ -го директора по  $j$ -ой стратегии по оценкам  $C_j(t)$ ,  $R_j(t)$ ,  $T_j$  и  $E$  соответственно:

$$P_{ij}^C = \frac{C_{ij}(t) - \bar{C}_j(t)}{\bar{C}_j(t)}, P_{ij}^R = \frac{R_{ij}(t) - \bar{R}_j(t)}{\bar{R}_j(t)}, P_{ij}^T = \frac{\bar{T}_j - T_{ij}}{\bar{T}_j},$$

$$P_{ij}^E = \frac{\bar{E} - E_i}{\bar{E}}.$$

Далее вычисляются скорректированные средние оценки всех значений для всех стратегий каждой стратегии по следующим правилам:

- если дисперсия невелика – находится среднее значение, и оно предлагается участникам для согласования;
- если дисперсия большая, то анализируются профили участников;
- если профиль участника «+» и его значение невелико, т.е. оценка участника выше среднего – ее значение уменьшается на 1 балла;
- если профиль участника «+» и его значение велико, т.е. оценка участника выше среднего – ее значение уменьшается на 2 балла;
- если профиль участника «-» и его значение невелико, т.е. оценка участника ниже среднего – ее значение увеличивается на 1 балл;
- если профиль участника «-» и его значение велико, т.е. оценка участника ниже среднего – ее значение увеличивается на два балла.

Понятие «большой» и «малой дисперсии» определяется при помощи порогового значения  $D_{\max}$ , которое устанавливается заранее и может пересматриваться.



Для других областей управления применяются другие методы согласования стратегий. Согласовать эффективность применения стратегий можно по схеме рис. 3.

Списки возможных оперативных воздействий по каждой области управления генерируются и согласовываются системой, как и списки целей и стратегий.

#### 4. Параллельная реализация динамики управления

В процессе управления производится:

- a) анализ результатов мониторинга информационной обстановки;
- b) формирование характера и величины информационных воздействий;
- c) определение эффективности влияния оперативных воздействий на реализацию выбранной стратегии информационного управления;
- d) оценка успешности стратегии в достижении поставленной цели информационных воздействий;
- e) оценка успешности достижения цели;
- f) изменения характера и величины воздействий в зависимости от оценок эффективности реализации стратегий;
- g) изменения параметров стратегических решений управления на основе оценок эффективности оперативных воздействий и оценки успешности достижения цели;
- h) изменения цели воздействий, исходя из успешности ее реализации и эффективности используемых стратегий.

Алгоритмы реализации этапов а) – h) рассмотрены в работах [1, 3].

Связь между целью, реализующей ее стратегией, и оперативным управлением, выполняющим выбранные стратегии, показано на рис. 6.

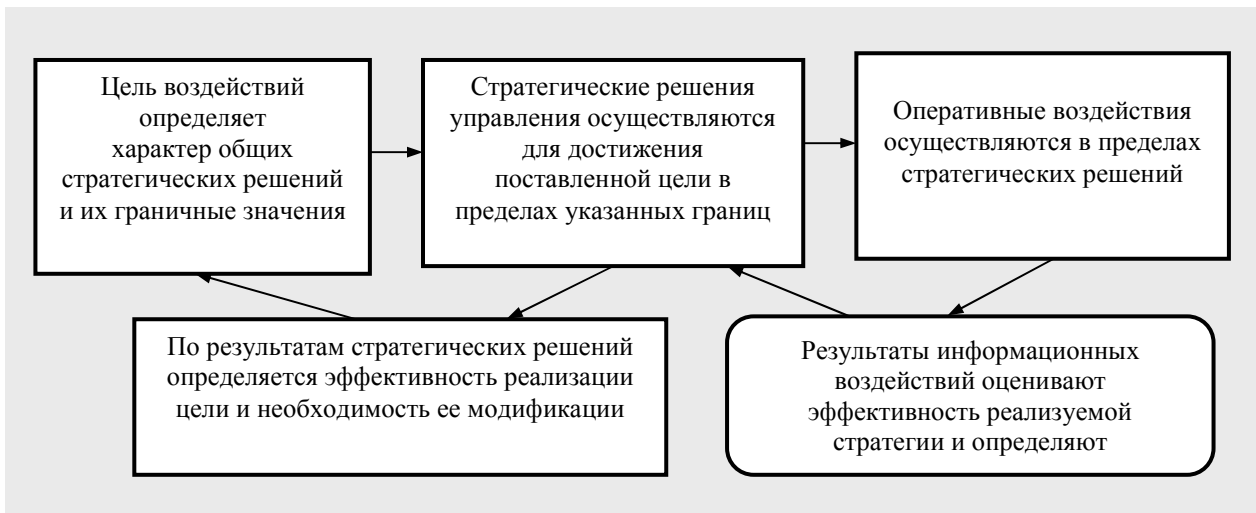


Рис. 6. Связь между целью, реализующей ее стратегией и оперативным управлением

Высшие уровни управления задают характер действий низших: генерируют задачи и цели, формируют критерии оценок, определяют допустимые границы значений критериев. Низшие уровни управления в процессе реализации оперативных информационных воздействий и стратегических решений показывают высшим, насколько правильно сформулированные задачи удовлетворяют требованиям сложившейся информационной обстановки.

Какими бы ни были наборы критериев и алгоритмы оценки эффективности оперативных воздействий при реализации стратегии, результатом должно быть либо

подтверждение, что с помощью выбранной стратегии цель будет достигнута, либо предложение сменить стратегию достижения поставленной цели.

Если показатели по выбранным руководством критериям находятся в пределах показателей, удовлетворяющих руководителя, или приводятся к ним путем стандартных информационных оперативных воздействий, то обычно стратегию не меняют. Если эти показатели не выполняются – необходимо изучать возможности смены стратегии. Аналогично, если показатели реализации стратегий выходят за пределы, удовлетворяющие руководителя, необходимо изучить возможность смены цели.

Анализ эффективности оперативных воздействий, правильности реализуемых стратегий и степени успешности достижения цели может вестись по разным критериям, но при этом должна обеспечиваться одновременная (параллельная) реализация взаимосвязи на всех трех уровнях принятия решений: оперативного воздействия – стратегии – цели.

Схема взаимодействия оперативного управления, стратегических решений и формирования цели показана на рис. 7.

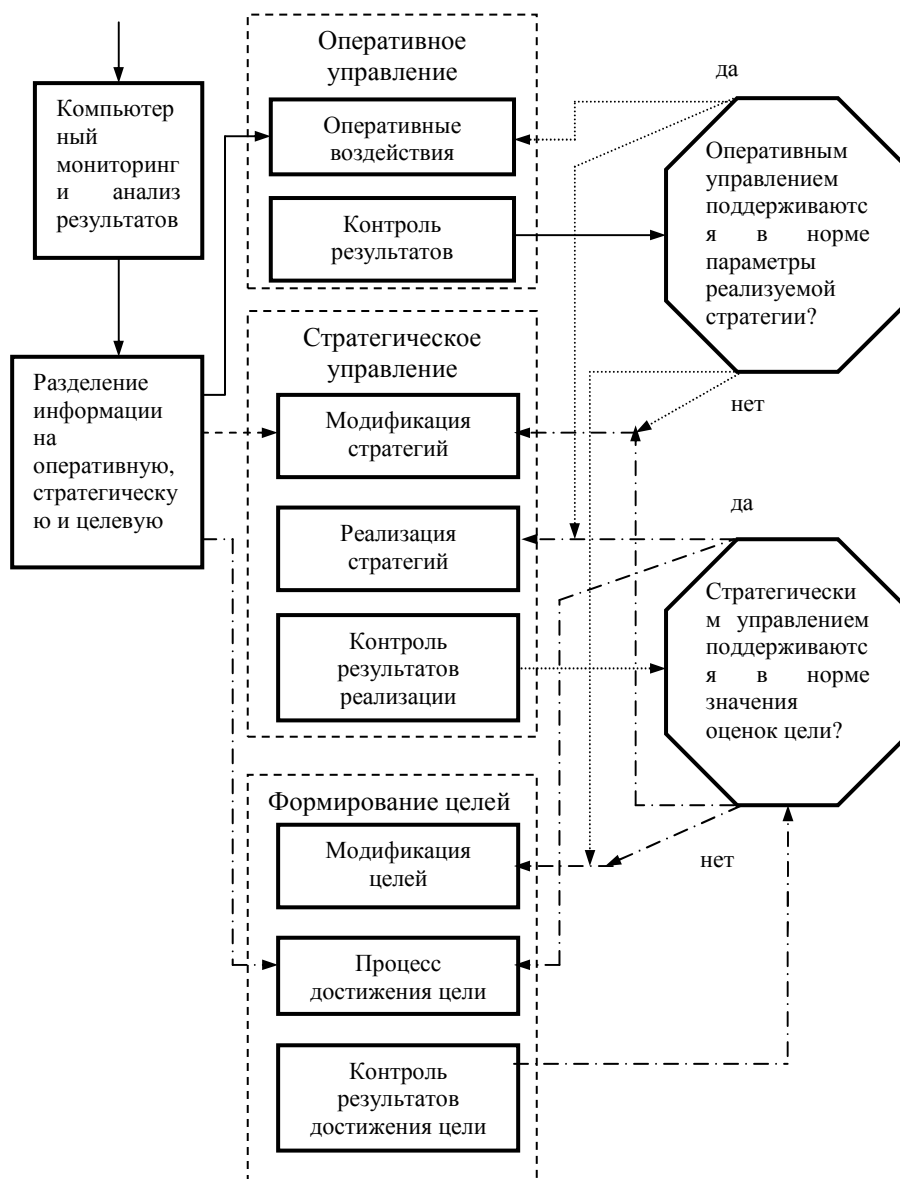


Рис. 7. Схема параллельного взаимодействия оперативного управления стратегических решений и формирования цели

В схеме введены обозначения:

- оперативные данные;
- ..... стратегические данные;
- - - - - данные, характеризующие цели.

На рис. 7 видна цикличность функционирования системы. Заметим, что процесс принятия решения или модификации параметров информационного управления может повторяться, если предлагаемый вариант оказывается неудовлетворительным. Конечно, совсем не обязательно, чтобы в компьютерной системе управления были реализованы все блоки, показанные на рис. 6 и 7. Во многих случаях они реализуются только частично.

Для реализации успешного управления необходимо обеспечить реализацию одной из важнейших составляющих эффективности управленческих решений – умение достаточно быстро принять необходимые меры при резком и неожиданном изменении информационной обстановки, с использованием современных компьютерных технологий. При этом скорость и адекватность принятия решений, а также их реализация должна соответствовать скорости и глубине изменений, происходящих изменений.

Решение этих задач осуществляется алгоритмами, которые реализуются программами системы управления в соответствии с критериями, согласованными руководителями и экспертами и введенными в систему.

### Заключение

В докладе:

- показана схема параллельного взаимодействия оперативных воздействий, стратегических решений, формирования целей всех типов воздействий, а также их модификаций в динамике управления;
- обсуждены параллельные методы анализа и оценки результатов мониторинга поступающей и архивной информации, основанные на объективных данных и эвристических предпочтениях руководителей;
- рассмотрены компьютерные методы и алгоритмы поддержки и принятия управленческих решений по различным типам параллельных воздействий, включающие выбор типов воздействий, генерацию целей, формирование стратегических решений; характер и величину оперативного воздействия;
- предложены параллельные компьютерные методы реализации динамики управления по различным видам воздействий, включающие:
  - оценку адекватности методов воздействий, поставленных в них целям, стратегиям и оперативным воздействиям;
  - модификацию целей, стратегий и оперативных воздействий в случае их неадекватности сложившейся обстановке.

### Список литературы

1. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. М. СИНТЕГ. 2009.
2. Альсевич В.В. Введение в математическую экономику. М. URSS. 2007.
3. Трахтенгерц Э.А., Иванилов Е.Л., Юркевич Е.В. Современные компьютерные технологии управления информационно-аналитической деятельностью // М. СИНТЕГ. 2007. - 372 с.
4. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка формирования целей и стратегий // М. СИНТЕГ. 2005. - 224 с.
5. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка переговоров при согласовании управленческих решений // М. СИНТЕГ. 2003, с. 272.

6. Андреева Г.В. Скоринг как метод оценки кредитного риска. // Банковские технологии. 2000. №6.
7. Горелик А.Л. Скрипкин В.А. Методы распознавания. М. Высшая школа. 2004.