

УДК 658

## О формировании стратегических решений при управлении развитием (предприятий) при помощи распределенных процедур (часть I)

**Тренев В.Н.**

Достаточно большое количество российских предприятий находится в критическом состоянии, многие из них по формальным признакам - на грани банкротства. Главными причин такой ситуации почти 100% директоров “неблагополучных предприятий” называют:

- нехватка оборотных средств;
- падение платежеспособного спроса;
- неразумная налоговая политика властей.

Чем похожи все “неблагополучные” предприятия? Не только неблагополучным финансовым состоянием (это скорее следствие) и не только одинаковым перечислением проблем. Общее - это видение проблем предприятия руководящим звеном: все причины кризиса лежат вне предприятия. Нет оборотки - последствия денежных реформ и нестабильности рынка. Падение спроса - отсутствие денежной массы в экономике страны, бартерные взаиморасчеты, нарушение привычных экономических и производственных связей в результате развала Союза. Налоговое бремя - некомпетентность чиновников.

Это позиция “внутренней жертвы”, когда все причины неблагополучия ищутся вне рамок собственного поведения. Такая позиция - залог поражения в мире рыночных отношений.

Но на все проблемы можно взглянуть по другому - с позиции “сильного управленца”.

Не хватает оборотных средств - давайте проанализируем сверхнормативные запасы на складах (лишнее - продадим), поработаем с неликвидами, с незавершенкой, с дебиторами, сократим продолжительность коммерческого цикла.

Падает объем сбыта - усилим (создадим) службу маркетинга, наладим работу дилерской сети, создадим механизм реализации программы продвижения продукции на рынок.

Такого рода мероприятий, но проводимых целенаправленно и комплексно обычно хватает, чтобы сломить негативные тенденции.

Опыт практической реализации программ реформирования и реструктуризации конкретных предприятий с целью повышения их экономической эффективности и конкурентоспособности показывает:

- при полной реализации комплексной программы в течение полугода предприятие выходит из убыточного функционирования;
- через 1-1,5 года - происходит рост экономической эффективности предприятий на 20 - 40 %, удвоение прибыли, зарплаты и наполняемости бюджета.

Процесс разработки и последующей реализации комплексной программы реформирования предприятия представляется в виде процедуры взаимодействия локальных рабочих групп (подразделений, временных трудовых коллективов и т.п.) в рамках единой распределенной системы управления предприятием.

Каждая рабочая группа разрабатывает и затем участвует в реализации отдельных фрагментов плана реформирования, таких как постановка системы управления затратами, системы формирования ассортиментной политики предприятия, постановка службы коммерческого директора и т.д. Процедуры, отвечающие за координацию и формирование согласованных (непротиворечивых и лежащих в рамках единой стратегии) решений формируются в группах стратегического планирования и управления изменениями.

Успех реализации программы финансово-экономического оздоровления предприятия определяется возможностью рассматривать проблему системно (т.е. обеспечивая полноту учета всех возможностей и резервов предприятия). Это, в свою очередь, выдвигает на первый план задачу реализации технологии формирования согласованных управленческих решений в рамках сложной распределенной организационно-технической структуры.

Практически все реальные процедуры решения сложных задач, возникающих в процедурах формирования и сопровождения реализации программ развития, являются распределенными в том смысле, что решаемый комплекс подзадач (соответствующая информация, операции над ней, методики, ответственность за результаты и т.д.) рассредоточен по многим рабочим местам (исполнителям) и этапам. Каждая подзадача решается исполнителем сравнительно автономно с использованием эвристических приемов, помогающих ему содержательно аргументировать результаты. На каждом рабочем месте детально рассматривается лишь часть объектов, показателей и т.п. общей проблемы. Согласованное решение задачи в целом формируется в процессе итерационного взаимодействия исполнителей.

Примером именно такой сложной задачи формирования решений является задача разработки долгосрочных и среднесрочных планов и программ развития предприятия. Примером подзадач стратегического управления являются подзадачи выбора: структурной политики (номенклатура и объем продукции, пропорции развития мощностей),

научно-технической политики (определение приоритетных научно-технических программ), инвестиционной политики (доли накопления и потребления, распределение ресурсов между производством, воспроизводством, наукой, основными программами работ) и т.п. Эти подзадачи в свою очередь разбиваются на типовые подзадачи формирования плановых и управленческих решений (формирования балансов, календарного планирования и др.), для каждой из которых имеются отработанные процедуры их решения и технология обработки информации.

К основным признакам распределенности системы можно отнести:

- наличие механизма разбиения рассматриваемого объекта (системы) на взаимосвязанные подсистемы;
- наличие общей цели (назначения) при распределении функций системы в целом по подсистемам;
- физическая обособленность каждой подсистемы и относительная автономность выбора своих состояний в каждой подсистеме в рамках текущего (на момент выбора) множества допустимых состояний, зависящего от состояний соседних подсистем;
- наличие “регламентирующего фактора”, позволяющего отдельным исполнителям, решающим в рамках своих подсистем локальные задачи, формировать согласованное решение, отвечающее поставленной общей цели.

С точки зрения функционирования системы эти признаки можно перефразировать соответственно следующим образом:

- наличие механизма разбиения исходной общей задачи на децентрализованно решаемые подзадачи;
- возможность параллельного решения части подзадач различными исполнителями;
- наличие (в определенной степени) свободы выбора при формировании решения каждой подзадачи;
- наличие процедур согласования и синхронизации процедур решения подзадач.

Существенно важным для реальных предприятий является прирост конечного результата его работы (объемы продаж, маржинальная прибыль...).

Для повышения конечного результата необходимо в первую очередь принимать меры по устранению самого узкого места. Если этого не сделать, а расширять другие возможности, то к улучшению конечного результата это не приведет. Средства нужно вкладывать только в наиболее узкие места, имеющие одинаковые значения показателя степени достижения цели. Это подсказывает принцип построения рациональной процедуры выявления и устранения узких мест, дающей наиболее

результативное и экономичное решение при использовании минимально необходимого перечня показателей. По рекомендации консультантов эта схема устранения узких мест принимается на предприятии за основу при координации решения частных задач в распределенной системе.

Важнейшим фактором конкурентоспособности является эффективность использования имеющихся ресурсов.

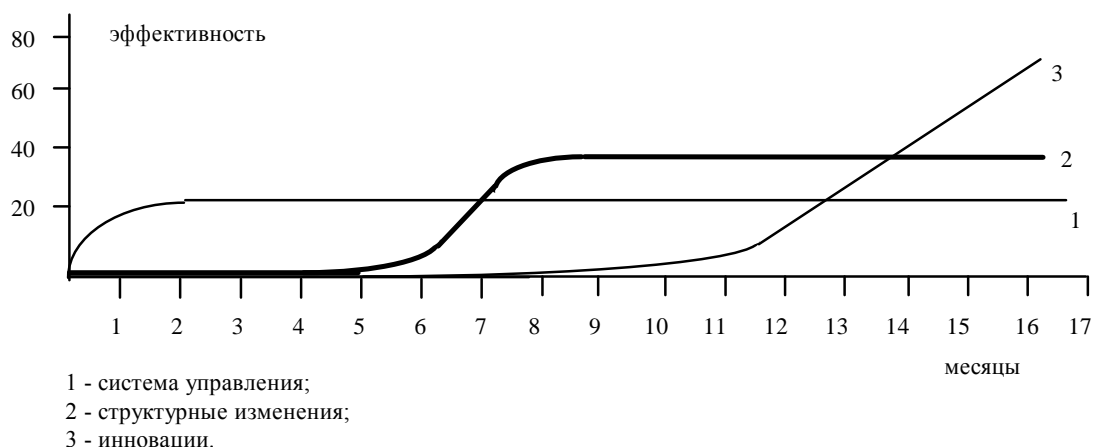


Рис. 1.1. Оценка вклада в повышение эффективности предприятия.

Можно выделить всего три группы основных средств повышения эффективности любой организационной системы:

*1. Выявление и полное использование имеющихся резервов за счет формирования заинтересованности людей в полной отдаче и повышении эффективности (система управления).*

Основным средством здесь является создание и практическое использование эффективного (по конечным результатам) комплексного механизма управления. Он, в первую очередь, должен включать механизмы мотивации, активизации и стимулирования труда, противозатратные механизмы, механизмы ценообразования, технологию управления по конечным результатам, человеко-машинные технологии принятия рациональных решений, повышение профессионального уровня руководителей в области управления и т.п.

Эта группа средств может дать быстрый (за месяцы) прирост с минимальными затратами эффективности с выходом на предел, определяемый исчерпанием существующих производственно-технологических возможностей предприятия (см. рис. 1.1 “система управления”).

*2. Структурные изменения за счет снижения доли неэффективных технологий и низкорентабельных видов продукции (из числа существующих).*

Основными средствами реализации подобных структурных изменений являются техническое перевооружение, реконструкция с выбором рациональной ассортиментной политики, сформированной с учетом маркетинговой информации. Это средство может быть в 2-3 раза более эффективным и более инерционным, чем первое.

Оно может дать основной прирост эффективности на несколько кварталов с выходом на предел, определяемый исчерпанием возможностей существующих технологий (см. рис. 1.1 “структурные изменения”).

*3. Создание и рациональное использование новых видов продукции, услуг и новых технологий за счет активизации инновационных процессов.*

Основным средством является проведение НИОКР и (или) подготовка и проведение программ по внедрению разрабатываемых новшеств (инновационные программы) по новой продукции, новым технологиям, новым методам управления (см. рис. 1.1 “инновации”).

Главное отличие третьей группы средств, основанных на использовании инноваций, - это постоянно растущие со временем возможности многократного повышения эффективности.

Рассмотрим более подробно структурные изменения, которые могут привести к изменению эффективности функционирования и развития предприятия в целом. При этом имеется всего лишь два основных способа управления структурой:

- создание новых видов продукции и технологий ее производства, обладающих лучшими удельными технико-экономическими показателями, чем существующие; при этом основной вклад дает использование результатов НТП;
- изменение пропорций (долей) выпуска продукции, мощностей и технологий ее производства.

Структурные решения (выбор пропорции развития ключевых направлений НТП), дающие главный вклад в повышение эффективности производства, относятся к стратегическим и входят в компетенцию высших эшелонов руководства, остальные - к тактическим и решаются автономно руководителями подразделений. Как правило, реализация стратегических решений требует координации многих служб, значительных затрат времени и средств и осуществляется в рамках долгосрочных комплексных программ. Разработка последних ведется от «конечных целей» и должна предшествовать разработке среднесрочных и краткосрочных планов.

Рассмотрим более подробно функции, которые должны выполняться в процессе планирования на предприятии:

- 1) формирование конкретных целевых установок: по улучшению экономических и социальных показателей, по развитию мощностей, по повышению эффективности производства, а

- также определение единого перечня критериев для сопоставления вариантов развития;
- 2) формирование предложений (мероприятий), способствующих выполнению целевых установок;
  - 3) предварительная оценка каждого из проектов и их совокупности по единому перечню критериев;
  - 4) оценка требуемых ресурсов: всего в стоимостном выражении, комплекты поставок по объектам и срокам;
  - 5) оценка сроков реализации мероприятий с учетом обеспеченности: всеми видами ресурсов;
  - 6) оценка ограничений на ресурсы, включая отчисления от прибыли, и степени дефицитности ресурсов;
  - 7) конкурс и предварительный отбор проектов мероприятий с учетом ограниченных ресурсов, выделения первоочередных комплексов работ и их приоритетов;
  - 8) распределение ограниченных ресурсов в динамике: по направлениям (промышленное, соцкультбыт и др.), по подрядчикам, по обеспечивающим подразделениям (развитие стройиндустрии, проектных и других организаций), по объектам;
  - 9) анализ эффективности варианта календарного плана, корректировка приоритетов и распределения ресурсов;
  - 10) формирование сквозного календарного плана на стратегическую перспективу в утвержденных формах.

Как показывает предварительный анализ макетирования рабочих мест, в сложившейся практике планирования развития предприятия часть этих функций не выполняется или выполняется не полностью. В первую очередь это касается системообразующих функций, наиболее существенно влияющих на конечные результаты:

- отсутствуют четкие целевые установки по устранению узких мест в развитии мощностей, количественные требования к улучшению эффективности;
- нет сквозного перечня критериев для сопоставления вариантов и конкурса отбора проектов по ним;
- нечетко формализованы процедуры увязки с конечными результатами сроков выполнения проектов, выделения очередей и пусковых комплексов, сквозные приоритеты объектов и увязка правил распределения ресурсов с конечными результатами.

Основная задача системы управления развитием может быть сформулирована в следующем виде: обоснование и выбор вариантов развития, формирование, контроль и коррекция реализации соответствующей программы реформирования, обеспечивающие



улучшение социальных показателей и повышение эффективности работы предприятия.

Кроме отмеченных попарных связей между подсистемами имеется ряд общесистемных (системообразующих) связей. К ним относятся:

1. Связи по этапам проектных (финансового, воспроизводственного и производственного) циклов; цепочка этапов жизненного цикла каждого проекта.
2. Непрерывность во времени: согласование по периодам планирования и срокам выполнения работ. Конкретизируется в форме разработки сквозной долгосрочной программы (реформирования) с «вырезанием» из нее стратегических и текущих планов (мероприятий).
3. Связи по уровням «системы - подсистемы», согласующие значения плановых показателей на различных уровнях руководства. Конкретизируется в виде единых методик расчета и процедур «агрегирование - дезагрегирование».
4. Связи по общим ресурсам: трудовым, финансовым, материальным. Эти связи конкретизируются в форме балансовых соотношений (частные балансы КВ и СМР, численности, материалов, оборудования и др.) и проявляются в виде конкретных алгоритмов распределения этих ресурсов. В системе управления развитием можно варьировать правилами распределения ресурсов (по приоритетам со сменой приоритетов, пропорциональное деление с варьированием пропорций и др.). Смена правила соответствует смене стратегии управления и существенно влияет на сроки реализации проектов, объема выпуска определенных видов продукции, которые могут изменяться кратно.
5. Процедура согласования частных решений, ориентированная на конечный результат. Основные системообразующие связи конкретизируются в форме:
  - 1) общего перечня критериев (показателей) для оценки вариантов решений в различных подсистемах и на различных этапах процедур;
  - 2) полного перечня уравнений сводного баланса (баланса ресурсов мощностей и продуктов), согласующих потребности с возможностями, и итерационных процедур их решения (например, по схеме выявления и устранения «узких мест» развития);
  - 3) обеспечения комплектности поставок для обеспечения деятельности предприятия. Учитывает связи перечня видов оборудования со сроками строительства и с ограничениями по

ресурсам (например, потребности - через локальные базы данных и возможности - через алгоритмы распределения возможных средств по единым сквозным приоритетам).

- б. Отдельно следует отметить возникающую в новых условиях связь всех подсистем через прибыль и социально-экономические показатели, характеризующие уровень жизни. С одной стороны, прибыль зависит от дохода), от затрат в каждой из подсистем, из которых складывается себестоимость продукции. С другой стороны, эти показатели зависят в динамике от реализуемых проектов и уровня выделяемых на развитие ресурсов, а уровень выделяемых на развитие ресурсов, например капиталовложений на строительство, НТП и др., определяется как отчисления от прибыли.

Таким образом, при разработке программ и планов развития (реформирования) предприятия объективно необходимы (иначе планы будут нереализуемы и неуправляемы) сквозные согласования частных решений с проверкой перечисленных связей по следующим контурам:

- 1) по целевой направленности;
- 2) по ограничениям на общие ресурсы;
- 3) по периодам времени;
- 4) по этапам жизненных циклов и комплектности поставок;
- 5) по иерархии;
- 6) по сводным балансам (продукции, мощностей, ресурсов, а также «ресурсы - продукты», «затраты - эффективность»);
- 7) по хозяйственно-экономическим связям (прибыль, статьи расходов и др.).

Попробуем формализовать описание РСР. Реальные сложные распределенные системы и процедуры включают целый ряд существенных неформализуемых элементов и не поддаются полному формальному описанию. С другой стороны, для разработки автоматизированной РСР, выполняющей только формализуемые операции, такое формальное описание оказывается полезным. Приведем один из возможных вариантов такого описания.

Пусть имеется множество объектов  $I$ ,  $I = \{i\}$ , каждый из которых характеризуется вектором значений показателей  $x_i = \{x_{i,p}\}$ ,  $i \in I$ ,  $p \in P$ , где  $P$  - множество показателей. Рассмотрим граф  $G(U, V)$ , где  $V = I \cup P$  - множество вершин, соответствующее множеству объектов и показателей, а  $U$  - множество дуг, устанавливающих соотношение между каждым объектом и показателями и между различными объектами. Пусть на



множестве дуг и вершин графа  $G$  заданы функциональные соотношения:

$$\begin{aligned} f_l(v_1, v_2, \dots, v_{r_l}; u_1, u_2, \dots, u_{q_l}) &= 0, \\ v_1 \in V, \dots, v_{r_l} \in V, u_1 \in U, u_{r_l} \in U, l \in L, \end{aligned} \quad (1.1)$$

где  $L$  - множество функциональных связей вида (1.1), заданных в графе  $G$ .

Сеть  $G$ , т.е. граф  $G$  с заданными на нем функциональными соотношениями (1.1), будем называть *общей моделью системы*.

Будем называть *состоянием системы* набор значений показателей  $x = \{x_i\}$  для всех  $i \in I, p \in P$ , т.е. точку  $x$  в фазовом пространстве (пространстве показателей). Состояние системы будем называть *допустимым*, если набор значений показателей  $\{x_{i,p}\}$ ,

$i \in I, p \in P$  удовлетворяет соотношениям (1.1), а соответствующее множество  $X^0$  назовем *множеством допустимых состояний*.

В случае, если на множестве  $X^0$  определено отношение предпочтения  $R$ , будем говорить о выделении из  $X^0$  подмножества  $X^*$  недоминируемых по  $R$  состояний (в частности, единственного наиболее предпочтительного решения  $x^*$ ):

$$\begin{aligned} X^* &= \{x^* \mid x^* \in X, x \in X : x R x^*\} \\ \text{или } Z_0: X^* &= F(X^0). \end{aligned} \quad (1.2)$$

Тогда возникает задача  $Z_0$  нахождения допустимого или в заданном смысле (1.2) недоминируемого состояния (множества состояний); здесь  $F$  - функция (оператор) выбора. В дальнейшем такое состояние  $x^*$ , являющееся решением задачи  $Z_0$ , будем называть *решением*.

В общем случае под задачей  $Z$ , поставленной на РОТС, будем понимать кортеж

$$Z = \langle x^0; \Phi^*, P^\Phi \rangle, \quad (1.3)$$

где  $x^0$  - начальное состояние системы,  $\Phi^*$  - конечное множество состояний, заданное на некотором подмножестве  $P^\Phi \subseteq P$  показателей системы.

Множество  $P^\Phi$  будем называть *множеством выходных показателей* (критериев функционирования системы). Состояние

$x^*, \{x_p^*\}_{p \in P} \in P$  будем называть *решением задачи* (1.3), если  $x^{*\Phi} \in \Phi^*$ , где  $x^{*\Phi} = \{x_p^*\}_{p \in P^\Phi}$  т.е. компоненты  $x^*$ , принадлежащие  $P^\Phi$ , образуют вектор  $(x^{*\Phi})$ , лежащий в желаемой области  $\Phi^*$ . Множество  $\Phi^*$  может задаваться в виде области (или дискретного набора точек), как это принято в практике планирования [79]. Множество

$\Phi^*$  может быть задано различными способами:

1) неявно - посредством некоторого отношения предпочтения (1.2), с помощью оптимизирующего функционала:

$$\Phi^* = \{\phi^* \mid \phi^* = \arg \text{opt } f(\phi, y)\}; \quad (1.4a)$$

$$\begin{aligned} \phi &\in \Phi \\ y &\in X \setminus \Phi \end{aligned}$$

2) через траекторию предпочтительных решений:

$$\Phi^* = \{\phi^* \mid \phi^* = \Gamma_\phi(\xi^*), \xi^* \in [0,1]\} \quad (1.4b)$$

где  $\Gamma_\phi(\xi)$  - линия (без петель) в пространстве  $\Phi$  (т.е. траектория).

Пусть задано множество исполнителей  $J = \{j\}$ , каждый из которых может использовать операторы (методики, алгоритмы)  $A_j$  из заданного класса  $A$ . Причем ни один из этих операторов не может реализовать функцию выбора  $f$  (см. 1.4a), т.е. решение общей задачи  $Z_0$  в целом практически нереализуемо без ее разбиения на частные подзадачи  $Z_k$ , для каждой из которых существует хотя бы один оператор  $A_{j,k}$ , дающий ее решение:

$$X_k^* = A_{j,k}(\tilde{G}_k). \quad (1.5)$$

Здесь  $\tilde{G}_k$  - модель, соответствующая подзадаче  $Z_k$ , т.е. подграф  $G_k(V_k, U_k)$  графа  $G$  вместе с множеством заданных на нем функциональных связей типа (1.1):

$$\begin{aligned} f_1(v_1, v_2, \dots, v_{r_1}; u_1, u_2, \dots, u_{q_1}) &= 0, \\ v_1 \in V, \dots, v_{r_1} \in V, u_1 \in U, \dots, u_{q_1} \in U, l \in L, \end{aligned} \quad (1.6)$$

Тогда в распределенной системе порождается кортеж

$$S = \langle \{Z_k\}, \{\tilde{G}_k\}, J, \{A_j\} \rangle, \quad (1.7)$$

где  $\langle \{Z_k\}, \{\tilde{G}_k\}, J, \{A_j\} \rangle$ , - суть множества всех подзадач, соответствующих им моделей, исполнителей и классов алгоритмов.

**О п р е д е л е н и е.** Распределенной организационно-технической системой (РОТС), ориентированной на решение класса задач  $Z$  на объекте  $O$ , будем называть отображение  $\Sigma$ :

$$\langle \tilde{G}, \Pi, Z \rangle \xrightarrow{\Sigma} \langle \{\Pi_k\}, \{Z_k\}, \{G_k\}, J, \{A_j\}, \{R\} \rangle, \quad (1.8)$$

где  $Z_k$  - класс задач, на который ориентирована  $k$ -я подсистема;  $\Pi_k$  - среда (или пространство показателей), в терминах которой формулируются

задачи  $Z_k$  и описывается модель  $\tilde{G}_k; R$  - некоторый «регламентирующий фактор», регламентирующий взаимодействие локальных подсистем (1.1, 1.2).

Вариант отображения (1.8) с выбранными из классов  $L$  задачами  $Z_k$ , с выбранными средами  $\Pi_k$  и моделями  $\tilde{G}_k$ , т.е. кортеж (1.7), будем называть *реализацией распределенной системы*. (РЕРС). Добавление к кортежу (1.7) «регламентирующего фактора»  $R$  из класса  $K$  порождает распределенную процедуру (РП):

$$\Pi = \langle \{Z_k\}, \{G_k\}, J, \{A_j\}, R \rangle. \quad (1.9)$$

Отображение  $\Sigma$  в выражении (1.8) можно представить в виде  $\langle f, A \rangle$ , где  $A$  - механизм «А», формирующий подсистемы  $\{\tilde{G}_k\}$  и выбирающий задачи  $\{Z_k\}$ , которые на этих подсистемах могут быть решены исполнителями  $J$  с помощью операторов  $A_j$ ,  $f$  - средство адаптации механизма «А» к меняющимся условиям.

Если класс задач  $Z$  или объект  $O$  (и соответственно его модель  $\tilde{G}$ ) меняются, РОТС должна либо адаптироваться - изменить механизм «А» отображения (1.8), либо перестать существовать из-за потери адекватности.

Остановимся более подробно на понятии «распределенная процедура». Семейство множеств (1.7) порождает множество

$B = \{B_k\}$  возможных блоков (операций)  $B_k$  процедуры, описываемых кортежами вида

$$B_k = \{Z_k, \tilde{G}_k, j_k, A_{j,k}\}, \quad (1.10)$$

где  $Z_k$  -  $k$ -я подзадача, в соответствие которой поставлены модель  $\tilde{G}_k$ , исполнитель  $j_k$  и оператор  $A_{j,k}$ , дающий решение этой подзадачи. Заметим, что для решения одной и той же подзадачи может быть использовано множество альтернативных блоков. Каждый блок является элементом декартова произведения множеств, входящих в (1.7), а множество блоков  $B$ ,  $B = \{B_k\}$ , являющееся подмножеством этого декартова произведения, характеризует возможности распределенной системы по решению задачи  $Z_0$ .

Элементарным блоком (операцией) решения задачи будем называть множество операторов, выполнение которых может привести к изменению состояния системы (изменению значения хотя бы одного показателя). Выделим в состоянии  $\{x_{i,p}\}$ ,  $i \in I$ ,  $p \in P$ , системы компоненты  $\{x_{ik, pk}\}$ ,  $i_k \in I_k$ ,  $p_k \in P_k$ , где  $P_k$ ,  $I_k$  - множество показателей и объектов, входящих в граф  $G_k$  локальной  $k$ -й модели. Тогда компоненты  $\{x_{ik, pk}^{r-1}\}$  состояния  $\{x_{i,p}^{r-1}\}$

будем называть входной информацией для блока  $B_k$ , а компоненты  $\{x_{ik, pk}^r\}$  состояния  $\{x_{i,p}^r\}$  - выходной информацией для блока  $B_k$ . Тактом решения задачи назовем реализацию хотя бы одного элементарного блока, приводящего к изменению состояния системы.

Пусть выполнено  $r-1$  тактов и необходимо определить блоки, выполняемые на такте  $r$ . Обозначим через  $Y$  правило упорядочения работы блоков

$$\kappa_r = Y(B, x^1, x^2, \dots, x^{r-1}), \quad (1.11)$$

где  $\kappa_r$  - имя активизируемого на  $r$ -м такте блока,  $x^1, x^2, \dots, x^{r-1}$  - состояния системы на предыдущих  $r-1$  тактах.

Тогда реализацией распределенной процедуры  $\Pi$  формирования взаимосвязанных подзадач  $\{Z_k\}$  назовем кортеж

$$\Pi = \langle B, Y \rangle. \quad (1.12)$$

**О п р е д е л е н и е.** Процедуру будем называть сходящейся, если порождаемая ею по тактам последовательность состояний  $\{X^r\}$  сходится в каком-либо смысле. Будем выделять случаи сходимости к допустимому  $x^0$  или к наиболее предпочтительному решению.

Для обеспечения сходимости при решении сводной задачи  $Z_0$  помимо построения правила  $Y$  необходима коррекция локальных операторов  $A_k$  решения частных задач, выбранных соответствующими исполнителями. Обозначим через  $C_{k,r}$  оператор коррекции, применяемый к блоку  $B_{k,r}$ ;

$$x_r = C_{k,r}(A_k(x^{r-1}), x^{r-1}, B_{k,r}). \quad (1.13)$$

Можно выделить три варианта коррекции результата работы оператора  $A_{k,r}$ ;

а) коррекция управляющих параметров  $\alpha$  оператора  $A_{k,r}$  (например, если  $A_{k,r}$  является алгоритмом линейной оптимизации, то, варьируя вектор целевой функции  $\alpha$ , мы будем получать различные решения);

б) сужение множества  $X_{k,r}$  (например, если  $A_{k,r}$  является алгоритмом линейной оптимизации, это будет означать введение дополнительных ограничений помимо (1.6);

в) коррекция непосредственно решения, сформированного оператором  $A_{k,r}$ .

Если процедура (1.11) допускает параллельное выполнение элементарных блоков, то она является распределенной.

Под реализацией процедуры будем понимать конкретный набор блоков и порядок их выполнения во времени, получившийся в процессе решения конкретной задачи (она зависит от начального состояния, числа

исполнителей и т.п.). Соответственно распределенной СПР будем называть такую СПР, с помощью которой можно реализовать распределенную процедуру.

Заметим, что в приведенной выше интерпретации РП роль «регламентирующего фактора» играет кортеж

$$R = \langle Y, \{C_k\} \rangle, \quad (1.14)$$

где  $Y$  - правило упорядочения работы блоков,  $\{C_k\}$  - множество корректирующих операторов.

**З а д а ч и и п р о б л е м ы.** Из приведенного описания ясно, что центральной проблемой разработки распределенных процедур решения сложных задач является нахождение такой декомпозиции задачи на подзадачи и выбор таких методов, алгоритмов и исполнителей для этих подзадач, которые приводили бы к получению приемлемого по качеству решения задачи в целом за приемлемое время. В общем случае эти проблемы решаются неформально (планирование человеческой деятельности, целеобразование), а регулярные методы их решения пока отсутствуют [79].

В основном это связано с тем, что задачи реальных распределенных процедур оказываются неформализуемыми и решаются на сложной информационной структуре. Дополнительные трудности создает то, что в типичном на практике случае, когда цели исполнителей не совпадают с целью системы в целом, они могут активно исказить исходную информацию, формировать решения, оптимальные лишь по локальным критериям, и т.д. Возникает проблема стимулирования достоверности информации, согласования целей и т.д. [79].

Таким образом, основные новые проблемы (дополнительно к имеющимся методам декомпозиции) при разработке РСРП связаны в основном с тем, что:

- имеется множество исполнителей и необходимо обеспечить их одновременное многостороннее взаимодействие с ЭВМ и между собой;
- заданы существенные ограничения на класс алгоритмов, приемлемых для каждого из пользователей;
- задачи лишь частично формализуемы;
- разбиение на подзадачи в значительной мере определяется составом и возможностями исполнителей;
- все алгоритмы и человеко-машинные процедуры должны быть привязаны к заданной сложной информационной структуре.

Рассмотрим в качестве примера вариант распределенной подсистемы, соответствующей решению одной из типовых подзадач формирования частных и сводных балансов в двухуровневой организационной системе.

*Информационная структура* объекта двухуровневая: система  $i_0$  (например, энергосистема) и входящие в нее производственные объекты  $i$  (электростанции и линии электропередач). Каждый объект  $i$  и система в целом  $i_0$  характеризуются вектором из  $m$  показателей  $\{p\}$ ,  $p = 1, 2, \dots, m$  (например, производство энергии, мощность, расход топлива и т.п.). Структура связей объектов и показателей описывается двудольным графом  $G$  или соответствующей ему матрицей из единиц и нулей. Каждый показатель системы  $i_0$  связан с показателями объектов линейными соотношениями вида

$$\sum_{i=1}^n a_i^p \cdot x_i = b_{i_0}^p, p = 1, 2, \dots, m,$$

где, например,  $x_i$  - мощность электростанций  $i$ ,  $b_{i_0}^p$  производимая системой  $i_0$  продукция вида  $p$ ,  $b_i^p$  расходуемые системой  $i_0$  ресурсы;  $a_1^p, \dots, a_n^p$  - соответствующие удельные показатели. В матричной форме система (1.15) имеет вид

$$A \cdot x = b. \tag{1.16}$$

Заданы интервалы изменения всех показателей:

$$\underline{x}_i < x_i < \bar{x}_i,$$

$$\underline{a}_i^p < a_i^p < \bar{a}_i^p, \tag{1.17}$$

$$\underline{b}_{i_0}^p < b_{i_0}^p < \bar{b}_{i_0}^p.$$

Здесь значения  $\underline{x}_i$ ,  $\bar{x}_i$ ,  $\underline{a}_i^p$ ,  $\bar{a}_i^p$  определяются, например, предельными технологическими возможностями; значения  $\underline{b}_{i_0}^p$  соответствуют требуемому уровню производства продукции,  $\bar{b}_{i_0}^p$  - уровню выделяемых ресурсов (по системе  $i_0$  в целом).

Условия (1.16), (1.17) определяют множество допустимых решений  $X^0$



(состояний объектов).

**З а д а ч а** (формирования сводного и частных балансов) частично формализуема: критерии и часть условий учитываются людьми неформально, другая часть условий (балансовых соотношений) задана формально в виде (1.16), (1.17). Формализуемая часть задачи сводится к нахождению:

А. Допустимого решения  $x^0 \in X^0$  системы (1.16), (1.17) при заданных  $b_{i_0}^p, a_i^p, (\underline{a}_i^p = \bar{a}_i^p, \underline{b}_{i_0}^p = \bar{b}_{i_0}^p)$ .

Б. Допустимого и наиболее предпочтительного решения  $x^* \in X^0$ .

Решение исходной практической задачи нереализуемо одним исполнителем, и она разбивается на частные подзадачи сведения частных балансов и обеспечения необходимого функционирования объектов, а также сводную задачу формирования сводного баланса и выбора соответствующего состояния объектов и системы в целом.

*Исполнители* - коллектив, имеющий двухуровневую линейно-функциональную структуру (например, руководитель управления энергосистемой, ЛПР и подчиненные ему ответственные исполнители по подзадачам, ЛФР руководители соответствующих подразделений).

Часть исполнителей (линейные ЛФР) специализируется по отдельным объектам. Они определяют показатели  $a_i^p, x_i$ , и их предельные значения, отвечают за мероприятия, обеспечивающие реализацию необходимых значений этих показателей, и т.д. Другая часть исполнителей (функциональные ЛФР) специализируется по различным функциям системы (производству, строительству, топливоснабжению и т.п.). Каждый из них отвечает за сведение частного баланса по соответствующему показателю или группе показателей (энергии, топливу, капиталовложениям и т.п.). В терминах матричной информационной структуры каждый ЛФР<sup>i</sup> работает с данными по столбцам  $i$ , ЛФР<sup>p</sup> - по строке  $p$  или группе строк. В функции ЛФР входит подготовка предложений по решению своих частных задач, поставленных руководителем организации ЛПР<sub>0</sub>, отвечающим за функционирование системы  $i_0$  в целом, и выбор варианта ее состояния (согласованного решения). При руководителе обычно работает сводное подразделение, выполняющее штабные функции, и соответствующий ответственный исполнитель ЛФР<sub>0</sub> (рис. 1.1), отвечающий за подготовку предложений по решению сводной задачи (увязывающий решения локально решаемых частных задач и координирующий деятельность всех ЛФР и ЛПР). Реально

связи нелинейны, каждый ЛФР работает с целым штатом подчиненных и со своей более подробной информацией, не входящей в модель, и т.п. По существу, условия (1.16) являются моделью формализуемой части сводной подзадачи, которая играет роль связующего звена, объединяющего связи всех ЛФР.

*Методы и алгоритмы.* Каждый ЛФР, как правило, использует свои устоявшиеся неформальные представления и приемы (методы), в том числе эвристические алгоритмы формирования решений.

*Процедура.* Состав подзадач и их распределение по исполнителям с учетом специализации последних, а также определение соответствующего информационного фрагмента практически не имеют вариантов. Основной проблемой является решение сводной задачи и, возможно, коррекция в связи с этим локальных алгоритмов решения частных задач в рамках приемлемых для исполнителей сценариев типа схемы целенаправленного выявления и устранения узких мест.

Возможны различные варианты решения таких проблем, некоторые из них излагаются ниже.

Частным случаем такой распределенной системы при полностью формализуемой задаче и исполнителях - ЭВМ (или многопроцессорной ЭВМ) является распределенная вычислительная система решения, например, задач линейной алгебры, возможно, с распределенным банком данных [20, 92, 93].

Рассматриваемые практические распределенные системы и процедуры формирования программ относятся к одному из наиболее общих и сложных типов, определяемых следующими основными характеристиками.

1. *Информационная структура:* комплексная многоуровневая сетевого типа с нелинейными связями.

2. *Задача* (формирование программ развития комплекса отраслей): сложная, частично формализуемая, включающая исследовательские и практические подзадачи.

3. *Исполнители:* коллектив исполнителей и технических средств, имеющих многоуровневую организационную структуру органов планирования и управления.

4. *Методы, алгоритмы:* для исследовательских подзадач формальные, для практических - из заданного класса дескриптивных, позволяющих работать с информацией по частям и удовлетворяющих ряду специальных

требований.

5. Процедура имеет общую последовательно-параллельную структуру, является итерационной человеко-машинной с многосторонним взаимодействием.

Попробуем рассмотреть процедуру на примере систем формирования и сопровождения Программы реформирования предприятия.

Все многообразие класса задач  $Z$ , на которые ориентирована РС подобного типа, определяется условиями обоснованности предлагаемых решений: соответствием решений предлагаемой конечной цели (или определением степени достижения цели); полнотой учета всех доступных средств и путей достижения цели; реализуемостью решения; возможностью контроля пределов получения решения лицом, принимающим решение.

Анализ практических процедур формирования целевой Программы реформирования предприятия показывает, что класс задач  $Z$  обладает следующими свойствами.

**С в о й с т в о 1.** Задачи класса  $Z$  формулируются в терминах множества показателей  $P_{\Phi o}$  так, что  $\text{Card } P_{\Phi o} \ll \text{Card } P$ , где  $P$  - множество показателей, описывающих систему.

Обычно модель  $\tilde{G}$  описания объекта (отрасли), на который ориентирована РС, имеет многоуровневую иерархическую структуру. Тогда  $P_{A o}$  - множество показателей, соответствующих верхнему уровню агрегирования.

**С в о й с т в о 2.** Класс задач  $Z$  представляет собой объединение следующих подклассов задач:

1) Задачи «расчетного типа» - выполнение типовых действий (расчет показателей) по типовым методикам.

2) Задачи группировки, анализа, коррекции, сопоставления данных. В основном это связано с созданием удобных для исполнителя рабочих форм и диалоговых средств коррекции.

3) Задачи расчета сводных показателей - связаны с процедурами агрегирования по различным признакам в иерархических информационных структурах и многокритериальной оценки конечных результатов и эффективности.

4) Задачи «балансового типа», формально связанные с необходимостью поиска допустимого решения систем уравнений, а реально - с согласованием частных балансов продуктов, мощностей и

ресурсов, формируемых различными подразделениями.

5) Задачи учета возможностей НТП и других средств развития (изменения) параметров «балансовых моделей» - это задачи системной оптимизации, реально связанные с процедурой устранения узких мест.

6) Задачи анализа жизненных циклов исследуемых проектов. Связаны с учетом динамики в сетевых моделях и моделях календарного планирования.

7) Задачи дезагрегирования. Это, по существу, задачи принятия решения по распределению ресурсов, разверстке задания на продукцию и другие, связанные с процедурами детализации информации.

8) Задачи выбора рациональной информационной структуры, связанные с построением адекватной информационной модели минимальной сложности.

*Поступила: 6 июля 2007 г.*