

Илья Раздобрев

Новосибирский Электротехнический Институт

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА МАКРОУРОВНЕ

**Резюме.** Рассматривается совокупность этапов макропроектирования, реализация которых в полном объеме позволяет разработать иерархическую согласованно взаимодействующую систему управления предприятием (объединением) и АСУ как неотъемлемую её часть. Обсуждаемая методика даёт возможность на основе нового хозяйственного механизма целенаправленно проектировать управленческую технологию, для эффективного внедрения которой целесообразно использовать многоуровневый диалоговый управленческий комплекс с имитационными моделями функционирования управляемых производственных процессов.

### 1. Введение

Практика автоматизированного управления показала, что внедрение АСУ часто не оказывало существенного влияния на качество управления производством в целом, и, как следствие, во многих реализованных АСУ не было достигнуто ожидаемого эффекта. Причин такого положения несколько. Во-первых, разработчики систем (системные аналитики) не находили хорошего делового контакта с заказчиками, что препятствовало обоснованному выявлению "узких мест" в организации и управлении производством. Во-вторых, отсутствие конструктивной методики макропроектирования приводило к тому, что объективно необходимые задачи управления производством подменялись, как в традиционной системе, массой второстепенных задач.

Новый прогрессивный инструмент диалогового управления производством [3], основанный на использовании средств вычислительной техники, нельзя применять без кардинальных изменений к старой системе, которая исчерпала потенциальные возможности повышения эффективности производства и управления.

Целью доклада состоит в том, чтобы на основе принципов инженерного проектирования АСУП [1] предложить и обосновать этапы методики макропроектирования, реализация которых позволяет разработать новую систему управления (а не создавать "копии" существующей системы) в виде совокупности совместных по вертикали и горизонтали контуров управления производством, поставив вопросы эффективной координации и, в конечном итоге, способствовать внедрению методов экономического управления.

Предполагается, что необходимым условием успешного создания АСУ является определение совокупности функционально и информационно взаимосвязанных элементов системы, а для каждого элемента — объективно обусловленного комплекса задач, вспомогательного функции управления в интересах общей цели. Под задачей управления понимается выделенный в АСУ алгоритм формирования необходимой информации, используемой в управлении.

## 2. Предварительная часть методики макропроектирования

### 2.1. Выявление существенных связей с вышестоящей и другими внешними организациями.

Данный этап основан на системном подходе к проектированию и его результаты будут использованы при детальном проектировании для построения информационной системы связи с внешней средой. Требования к составу и структуре информационных сообщений, периодичности к режиму получения информации определяются в результате анализа соответствующих процедур принятия решений на верхнем уровне системы управления предприятием или объединением (СВП) лишь при выполнении всех этапов макропроектирования.

### 2.2. Построение "дерева целей" системы.

Для построения графа целей системы соответствующие группы представителей разработчика и заказчика применительно к управляющей системе конкретного уровня, зная глобальные цели вышестоящего уровня, осуществляют уточненное ранжирование и огласование целей в зависимости от динамических характеристик, требований и ограничений управляемого процесса и внешней среды.

### 2.3. Определение системы оценочных показателей (ОП).

Система оценочных показателей эффективности функционирования производства и управления  $E$ , предназначенная для контроля степени достижения поставленных целей. Например, целей трансформированных в плановые показатели и полученного при этом эффекта  $[i]$ . С целью информационного обеспечения управления для каждого уровня управляющей системы выбирается и обосновывается состав планово-учётных единиц (ПУЕ) и определяются вектора измеряемых координат состояния  $X$  системы и отдельных элементов (управляемых процессов) исходя из выполнения требований наблюдаемости объекта.

Применение ЭВМ в управлении позволяет использовать такие ПУЕ, которые могут обеспечить требуемую, определяемую целями управления, точность оперативного контроля и регулирования.

### 2.4. Определение системы управляющих воздействий.

Показатели эти оказывают существенное влияние на достижение поставленных целей и, как следствие, на величину оценочных показателей. Правильность выбора множества видов управляемых воздействий (ресурсов) и учёт ограничений на их значения обеспечивает управляемость системы.

2.5. Построение механизма управления отдельными процессами и объектом в целом.

Учитывая наличие на предприятиях мини- и микроЭВМ в достаточном количестве, рекомендуется в рамках проектирования АСУ ставить задачи построения автоматизированных рабочих мест (АРМ) управленческого персонала, которые позволяли бы оперативно в конкретных производственных ситуациях решать многовариантные задачи принятия рациональных (оптимальных) управленческих решений. При этом следует стремиться выявить математические зависимости вида  $U = f(E)$ , а если это не удаётся, то требуется разработать механизм управления, обеспечивающий появление и поддержание таких функциональных зависимостей на уровне инструкций и методик. С точки зрения теории управления, данный этап соответствует синтезу СУП и, следовательно, является для создаваемой системы определяющим.

2.6. Определение состава возмущающих воздействий.

Речь идёт о таких неуправляемых переменных  $Z$ , которые препятствуют достижению поставленных целей. Возмущающие воздействия могут быть внешними  $Z_1$  (например, срыв поставок материалов и комплектующих изделий, корректировка планов вышестоящей организацией, изменившиеся условия потребителей и т.п.) и внутренними  $Z_2$  (в частности, ломки оборудования, неуполноценность инструментов, неподготовленность технологической документации), при этом справедливо условие  $Z = Z_1 \cup Z_2$ .

В составе информационно-программного комплекса АРМ целесообразно иметь стационарные модели, позволяющие предоставить лицу, принимающему решение, следующую информацию:

- 1) прогноз значений возмущающих воздействий;
- 2) тенденции изменения возмущающих воздействий в течение рассматриваемого горизонта управления;
- 3) степень влияния возмущающих воздействий на управляемый процесс.

В заключении предварительной части методики проектирования СУП на макруровне на основе анализа схем контуров управления (смотри рис. 1)



Рис.1. Схема контура управления  
 Rus.1. Schemat układu sterowania

- определяются:
- 1) специальные алгоритмы нейтрализации возмущающих воздействий, которые включаются как составная часть в механизм управления;

- 2) ограничения на различные виды управляющих воздействий ( ресурс управления ) ;
- 3) требования к организации функционирования предприятия ( объединение и его структурных подразделений , а также к взаимодействию с внешней средой.

Схемы контуров управления строятся в полном соответствии с "деревом целей" для управляемых процессов, степень детализации представления которых определяется требованиями управляющей системы соответствующего уровня.

### 3. Основная часть методики макропроектирования

#### 3.1. Построение схемы детальной функциональной структуры системы.

Её строят в виде иерархической сети контуров управления, в каждом из которых должны реализовываться все фазы управления [3] : прогнозирование, планирование, учёт, контроль, анализ и регулирование. Фрагмент схемы функциональной структуры СУП с реализацией основных фаз управления для  $K$ -го и  $(K+1)$ -го уровней приведён на рис. 2. Здесь введены следующие обозначения:  $\Pi_0^k$  и  $\Pi_1^{k+1}$ ,  $\Pi_2^{k+1}$ , ...,  $\Pi_N^{k+1}$  - управляемые процессы требуемой степени агрегирования  $K$ -го и  $(K+1)$ -го уровней ;

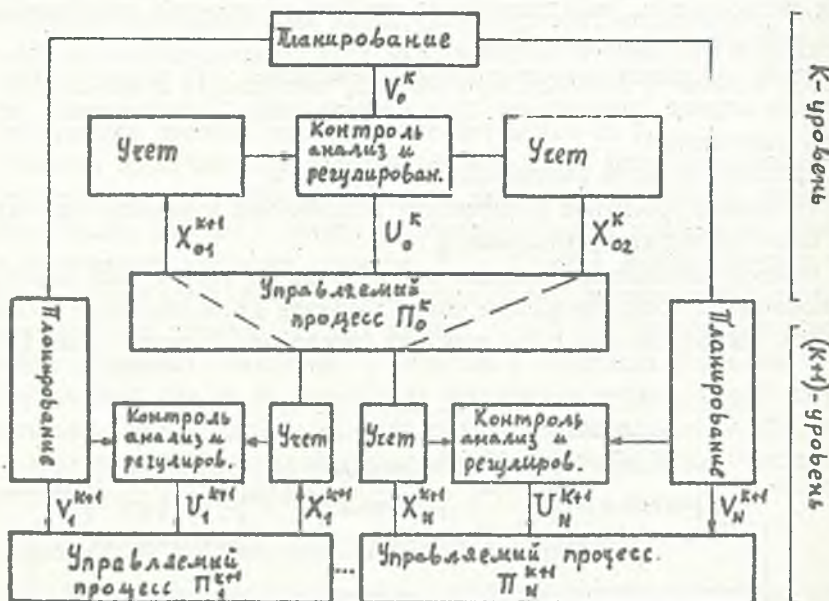


Рис.2. Фрагмент схемы функциональной структуры СУП

Кув.2. Фрагмент схемату funkcjonalnego struktury SUP

- количество управляемых процессов  $(K+1)$ -го уровня ;

$X_{01}^k$ ,  $X_{02}^k$  и  $X_1^{k+1}$ ,  $X_2^{k+1}$ , ...,  $X_N^{k+1}$  - вектора измеряемых координат составных управляемых процессов  $K$ -го и  $(K+1)$ -го уровней ;

го уровней ;  $V_0^k, V_1^{k+1}, V_2^{k+1}, \dots, V_N^{k+1}$  - плановые показатели К-го и (К+1) уровней ;  
 $U_0^k, U_1^{k+1}, U_2^{k+1}, \dots, U_N^{k+1}$  - вектора управляющих воздействий К-го и (К + 1) -го уровней.

При построении схем функциональной структуры должна быть установлена четкая регламентация функций элементов и связей между ними. Для обеспечения соответствия схем организационной и функциональной структуры на данном этапе формируются требования к изменению организационной структуры управления. С внедрением АСУ создаются реальные предпосылки к объединению небольших бюро и отделов с освобождением управленческого персонала от ряда выполняемых вручную функций по планированию, сбору, переработке, передаче и контролю информации, которые могут быть переданы средствам периферийной и вычислительной техники.

Известно, что на многих предприятиях существующий аппарат и технология управления не обеспечивают достаточно сбалансированных эффективных управленческих решений. В создаваемой СУИ существенно изменяется и процесс принятия решений. В частности, видно, что в традиционной схеме доминирующей была процедура улучшения (корректировки) плана. В условиях нового хозяйственного механизма управления реализация управленческих решений должна производиться в диалоге с ЭВМ, при этом основная проблема состоит в обоснованном выборе по одному или нескольким критериям одного из возможных (допустимых) вариантов плана с учетом ограничений и потенциальных возможностей системы, а также фактического или прогнозного состояния управляемого объекта. Это может быть выполнено, если будут поставлены и решены задачи координации и оптимизации процедур принятия решений с реализацией на вычислительном комплексе моделей функционирования управляемых процессов для каждого из уровней управляющей системы.

Известно, что любая система управления призвана в первую очередь обеспечить нормальное функционирование конкретных производственных процессов. Поэтому выбор и обоснование организационной и функциональной структур управления осуществляется в соответствии с требованиями производственных процессов и новых условий хозяйствования.

### 3.2. Проектирование и описание процедур управления объектом

Проектирование и описание производится в рамках каждой структурной и функциональной подсистемы и системы в целом. Формализованное описание управленческих технологий каждой конкретной функции управления доводится до уровня действий человека в виде последовательности процедур реализации функций управления, включая реализацию на отклонения от нормального хода производства. В результате научного обоснования технологии управления формируется [1] технологическая нормативная организационная документация: маршруты предприятия, маршруты в структурных подразделениях, должностных инструкциях и др.

### 3.3. Определение состава выходной информации

Определяются также требования к информационному обслуживанию в системе и рациональное распределение информации по уровням управления и исполнителям. Данный этап логически естественно является продолжением предыдущего этапа. Действительно, в соответствии с разработанными должностными инструкциями, когда известно кто, за что отвечает, какими ресурсами располагает и какие имеет полномочия по их использованию, можно обоснованно распределить состав выходной информации (и режимы её предоставления), требуемой для эффективного выполнения управленческих функций. При реализации данного этапа необходимо провести согласование параметров информационного потока с пропускными способностями человека. Поэтому при проектировании системы требуется обеспечить максимальное приближение существующих (спроектированных) связей к принятым организационной и функциональной структуры управления.

### 3.4. Определение состава задач управления

Данный этап рекомендуется выполнять в такой последовательности:

- 1) выбор всех задач управления предприятием (объединением), т.е. полное множество объективно необходимых задач управления;
- 2) выбор состава задач автоматизированного управления, т.е. задач, подпадающих автоматизации (реализации на ЭВМ);
- 3) выбор очередности разработки и внедрения задач.

Если разработка АСУП ведётся в две очереди, то реализация последнего (третьего) шага сводится к определению комплекса задач, рекомендуемых к внедрению в первую очередь. Результат данного этапа является предлагаемой к дальнейшей детальной разработке автоматизированный комплекс как составная часть СУП, ориентированная на использование средств вычислительной техники. Поэтому обоснованному методике проектирования систем на макроуровне можно сформулировать следующим образом: от целей через функции к информационному обеспечению и задачам управления.

### 3.5. Анализ, доработка и обоснование предлагаемых проектных решений

На этом этапе возникает необходимость оперативного проведения малых экспериментов как для проверки и обоснования новых механизмов и процедур управления и координации на всех уровнях и во всех подсистемах, так и для управления процессами функционирования объекта. Проверка предлагаемых разработчиками проектных решений может осуществляться и на специально выделенных и заранее подготовленных (участках, цехах, производствах).

## 4. Заключение

В результате макропроектирования должна быть разработана эффективная для конкретного предприятия (объединения) управленческая технология, ис-

которая позволяет оперативно контролировать реализуемость и сбалансированность планов и управленческих решений на всех уровнях и на всех подсистемах СП. Системный подход к проектированию требует также согласовать локальные цели и интересы данной системы с глобальными целями вышестоящей организации.

Все проектные решения должны быть результатом совместной работы специалистов по системному проектированию ( разработчиков ), с одной стороны, и управленческого персонала ( пользователей ), с другой стороны. Только в этом случае будет обеспечено внедрение и эффективное использование проектных разработок.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] АСУ предприятиями и объединениями: разработка, внедрение, развитие. / Н.А. Саломатин, В.И. Дудорин, А.А. Шукис и др.: Под редакцией Н.А. Саломатина - М: Экономика, 1985.
- [2] Мельцер М.И.: Диалоговое управление производством ( модели и алгоритмы) - М: Финансы и статистика, 1983.
- [3] Раздобреев М.М.: Построение и анализ имитационной автоматизированной системы управления. - В кн.: Управление при неполной информации. Новосибирск, НЭТИ, 1984.

Recenzent: Doc.dr h.inż. Mirosław Zaborowski

Przyjęło do Redakcji do 1988-06-30.

#### METODYKA PROJEKTOWANIA HIERARCHICZNYCH CZĘŚCIOWO ZAUTOMATYZOWANYCH SYSTEMÓW STEROWANIA PRODUKCJĄ

#### S t r e s z c z e n i e

W pracy rozpatrywane są etapy makroprojektowania, których realizacja pozwala opracować hierarchiczny częściowo zautomatyzowany system sterowania przedsiębiorstwem. Omawiane metody na bazie nowych mechanizmów ekonomicznych pozwalają właściwie projektować technologię sterowania. W tym celu należy wykorzystać wielostopniowy model konwersyjny z symulacyjnymi modelami funkcjonowania sterowanych procesów produkcyjnych.

#### A DESIGN METHODOLOGY FOR CONTROL MANUFACTURING HIERARCHICAL SYSTEMS PARTIALLY AUTOMATED

#### S u m m a r y

In the paper macrodesign stages are considered. Their realization enables the assessment of hierarchical partially automated control manufacturing systems. The methods based on the new economical mechanisms enable proper design of control technology. The multistage interaction model endowed with simulation models of controlled manufacturing processes must be used.