

В. А. СИЛИЧ

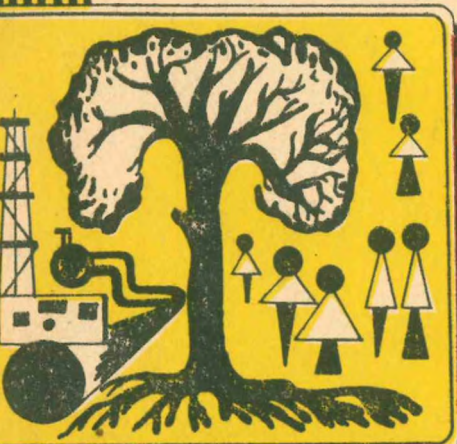
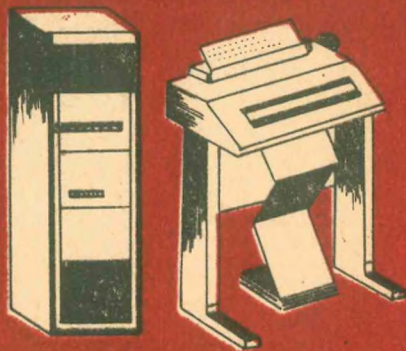
СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ
МОДЕЛИ
СИСТЕМ

И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ

ПРОЕКТИРОВАНИИ

АСУ

ТОМСК — 1984



280

В. А. СИЛИЧ

СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ СИСТЕМ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АСУ

1-547915

Издательство Томского университета

Томск - 1984



10482, 3286

488

УДК 53.072

Силич В.А. Содержательные модели систем и их использование при проектировании АСУ. - Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1984. - 5,3 п.л. 500 экз. - 85 коп. I502000000.

При решении задач анализа и синтеза сложных систем все большее внимание уделяется использованию иерархических содержательных моделей, которые являются первой ступенью на пути разработки математических моделей. В данной работе изложены основные положения теории построения иерархических моделей организационно-технологических систем и их использования при проектировании АСУ. Все основные положения иллюстрируются примерами.

Пособие предназначено для студентов - дипломников специальности "Автоматизированные системы управления", разрабатывающих в своих проектах элементы реальных АСУ организационных и организационно-технологических систем, технологических процессов, автоматизированных систем научных исследований, а также полезно студентам, изучающим вопросы построения иерархических моделей синтеза сложных систем и АСУ, в курсах "Исследование операций", "Проектирование АСУ технологическими процессами", "Проектирование подсистем и звеньев АСУ", "Проектирование автоматизированных систем научных исследований". Пособие может оказать помощь разработчикам АСУ и широкому кругу инженерно-технических работников, специализирующихся в области моделирования сложных систем.

Рецензент - кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
В.И. Алексеев

Редактор - доктор технических наук,
профессор В.П. Тарасенко

С I502000000
177(012)-84 55-84

С Издательство Томского университета, 1984

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Глава I. Содержательные модели сложных систем	7
I.1. Модели систем	7
I.2. Содержательная модель объекта управления	8
I.3. Типы задач управления	12
I.4. Этапы решения задач управления	13
I.5. Содержательная модель системы управления	16
Глава II. Декомпозиция сложных систем	18
2.1. Декомпозиционный подход к анализу сложных систем	18
2.2. Основания декомпозиции объекта управления	19
2.3. Основания декомпозиции систем управления	23
2.4. Описание состояния сложных систем	24
Глава III. Проектирование АСУ организационно-технологических систем	29
3.1. Алгоритм синтеза АСУ для заданного объекта управления ...	29
3.2. Проектирование организационно-технологической АСУ УМН ...	41
3.3. Проектирование АСУ региональным целевым комплексом "Нефть и газ"	58
3.4. Разработка сетевой модели проектирования АСУ	71
3.5. Краткая характеристика документов, регламентирующих разработку АСУ	77
Глава IV. Синтез сложных систем	80
4.1. Стадии разработки сложных систем	80
4.2. Общий алгоритм синтеза сложной системы	82
4.3. Проектирование межвузовского экспериментально - производственного комплекса	90
Заключение	99
Приложение	101
Литература	113

ВВЕДЕНИЕ

При разработке АСУ различными системами перед проектировщиками возникают следующие основные проблемы: определение целей и задач управления системами; разработка структуры и функций АСУ и ее подсистем; определение этапов проектирования и их очередности. Методологической основой решения названных проблем является теория моделирования сложных систем, методы которой разработаны далеко не достаточно и все еще носят характер общих рекомендаций. Трудности построения моделей, особенно математических, обусловлены прежде всего тем, что сложные системы характеризуются многомерностью, динамичностью и многоэтапностью процессов функционирования и развития, многоуровневой иерархической структурой. Указанные характеристики приводят к тому, что построение моделей таких систем путем непосредственного исследования оказывается чрезвычайно сложной задачей. В такой ситуации весьма плодотворным является применение принципа декомпозиции. При декомпозиции осуществляется разделение системы на части, имеющие меньшую сложность. При этом обеспечиваются условия для анализа и синтеза подсистем, для проектирования, построения, внедрения, эксплуатации и совершенствования системы управления. Декомпозиция приводит к тому, что общая модель системы представляет собой иерархию взаимосвязанных моделей, соответствующих отдельным подсистемам системы.

В данной работе рассматриваются методы построения и использования иерархических содержательных моделей синтеза и управления организационно-технологическими объектами, хотя описанные идеи применимы и для других классов объектов. Построение содержательной модели является предварительным шагом при разработке математической модели. Поэтому качество математических моделей находится в прямой зависимости от качества содержательных моделей. С другой стороны, на основе содержательных моделей решаются и будут решаться многие практические задачи синтеза и управления сложными системами.

Работа состоит из четырех глав. В первой главе обосновывается необходимость модульного подхода к построению моделей сложных систем, который позволяет построить иерархическую модель путем

последовательной декомпозиции системы. Приводятся описания иерархических содержательных моделей управляемой и управляющей частей системы. Показывается, что для управления организационно-технологической системой требуется строить три типа моделей управления: перспективного, текущего и оперативного. В решении каждой из задач управления выделяются три этапа: объемное планирование, программирование (распределение во времени и по элементам системы), контроль и регулирование. В системе управления для решения каждой задачи выполняются функции сбора информации, ее передачи, обработки, хранения и т.д. Совокупность всех функций образует функциональную структуру системы управления.

Описание оснований декомпозиции, используемых для построения иерархических содержательных моделей управляемой и управляющей частей организационно-технологических систем, дается в главе II.

В главе III предлагается алгоритм синтеза АСУ в условиях заданного объекта управления. Разработанный алгоритм иллюстрируется примерами проектирования организационно-технологической АСУ управления магистральными нефтепроводами (УМН) и АСУ региональным целевым комплексом "Нефть и газ". Также в главе III описывается процесс разработки сетевой модели проектирования АСУ и дается краткая характеристика документов, регламентирующих разработку АСУ.

В главе IV описывается три стадии разработки сложных систем (синтез, создание и функционирование), предлагается алгоритм совместного синтеза управляемой и управляющей частей сложной системы. Алгоритм иллюстрируется примером проектирования межевского экспериментально-производственного комплекса Высшей школы города.

Приведенные в пособии примеры служат только для иллюстрации алгоритмов построения иерархических содержательных моделей и их использования для проектирования АСУ, а также синтеза сложных систем.

ГЛАВА I. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

1.1. МОДЕЛИ СИСТЕМ

Анализ и разработку любых сложных систем, в том числе АСУ, осуществляют с помощью моделей, под которыми понимается приближенное или упрощенное представление исследуемой системы.

В модель включаются только те элементы и отношения, которые необходимы и достаточны для адекватности модели реальному объекту.

Для исследования системы могут использоваться различные типы моделей: изобразительные (модели геометрического подобия), аналоговые, символические (содержательные и математические)

[1-3]. Наиболее эффективным средством анализа и синтеза сложных систем является математическое моделирование. Математические модели универсальны, позволяют глубже проникнуть в существо системы и найти пути решения практических задач, а также наиболее удобны для формального анализа, в том числе с помощью ЭВМ. Построению адекватных математических моделей, в том числе иерархических, всегда предшествует разработка содержательных моделей, описывающих в терминах естественного языка общения между людьми существенные с точки зрения исследователя параметры системы и ее подсистем, критерии эффективного управления системой и ограничения. В настоящей работе строятся содержательные модели как для управления реально существующими системами, так и для синтеза новых систем.

Задача синтеза системы заключается в разработке обширного списка альтернативных гипотетических систем, на основе которого отбирается наилучшая система в смысле выбранных критериев эффективности и реализуется в виде реально существующего объекта. Под гипотетической системой понимается модель требуемой системы. Модель системы в общем случае может быть в виде образа, который формируется в уме проектировщика реальной системы, и иметь форму содержательной либо математической модели.

Рассмотрим причины появления многоальтернативности при синтезе. Одни и те же конечные продукты, ради которых проектируется система, могут быть получены различными способами производства, на основе различных технологий (наборов функций) и

разных структурных элементов (кадров, предметов и средств деятельности), их реализующих. Допустимые сочетания названных элементов, а также множественность способов объединения этих элементов в подсистемы соответствуют различным альтернативным гипотетическим системам.

Сложную систему будем условно разделять на систему управления (СУ) и объект управления (ОУ). В ОУ осуществляется некоторый процесс, на выходе которого из предметов деятельности получаются определенные конечные продукты, ради которых система создана (если речь идет об искусственно созданных системах). В СУ основными являются информационно-вычислительные процессы управления процессами, протекающими в ОУ.

При построении содержательных моделей сложных систем, включающих ОУ и СУ, будем различать следующие ситуации:

ситуация 1. ОУ и СУ заданы (реально существуют);

ситуация 2. ОУ задан, а СУ синтезируется;

ситуация 3. СУ задана, а ОУ синтезируется. Эта ситуация представляет малый практический интерес, поэтому в данной работе не рассматривается;

ситуация 4. Требуется синтезировать сложную систему, включающую ОУ и СУ.

В настоящей работе описывается процесс построения содержательной модели управления сложной системой для первой ситуации (разделы 1.2 и 1.5), приводятся алгоритмы синтеза АСУ в условиях второй ситуации (раздел 3.1), дается алгоритм синтеза сложной системы при четвертой ситуации (раздел 4.2).

1.2. СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Предположим, что в объекте управления протекает процесс производства некоторых конечных продуктов (КП) из предметов деятельности (ПД). Производство КП осуществляется работниками — исполнителями (если они предусмотрены в системе) и средствами деятельности (СД). Множество таких элементов для конкретной системы предполагается конечным. Сам процесс, происходящий в ОУ, характеризуется через отношение четырех групп элементов: КП, ПД, СД, исполнителей (кадров). Интерпретация введенных понятий применительно к производственной системе дается в работе [4].

КП, ПД, СД и кадры характеризуются свойствами, называемыми параметрами. Так, параметрами КП и ПД будут, например, объем, качество, стоимость и т.д. СД характеризуются мощностью, надежностью и т.д. Кадры, участвующие в процессе производства, имеют следующие параметры: профессия, квалификация, образование и т.д.

В свою очередь, отношение между элементами четырех групп также характеризуется некоторыми параметрами. Такие параметры определяют целостные свойства системы, и далее их будем называть параметрами процесса [3,5]. Если, например, рассматривается производственный процесс, то его параметрами будут: прибыль, себестоимость, рентабельность, длительность, производительность труда и т.д. Состояние ОУ определяется составом элементов (КП, ПД, СД, кадры), их параметрами и параметрами процесса (рис.1.1). Функционирование системы рассматривается как изменение ее параметров во времени.

Очевидно, что для управления ОУ, то есть целенаправленного воздействия СУ на ОУ, необходимо на множестве параметров, описывающих состояние ОУ, задать критерии эффективности управления и зафиксировать ограничения по параметрам. Совокупность критериев и ограничений будем называть содержательной моделью системы или задачей управления.

Перейдем к построению содержательной модели объекта управления, рассматриваемого не как единое целое, а как состоящее из нескольких подсистем. Каждой подсистеме соответствует свой процесс, на выходе которого получается определенный КП.

К числу подсистем сложной системы можно, например, отнести подсистемы, обособленные по технологии, пространственно разные, подсистемы, выполняющие специализированную функцию транспорта КП и т.д. Для организационных систем характерно, например, представление ОУ как совокупности трех подсистем социальной деятельности: производство, население (коллектив), природа [1]. В этих подсистемах реализуются производственная деятельность, социальные процессы в коллективе, работа по охране природы.

К числу наиболее важных частей ОУ относятся отдельные операции технологии изготовления каждого конечного продукта из исходных предметов деятельности, получаемых ОУ от поставщиков

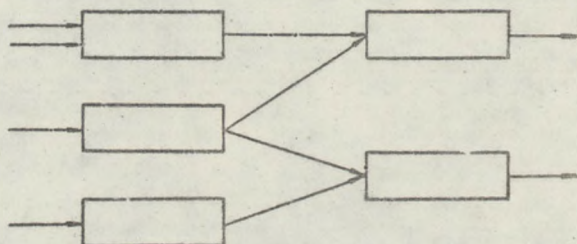
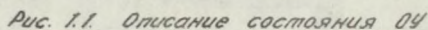


Рис. 1.2. Пример структуры технологии

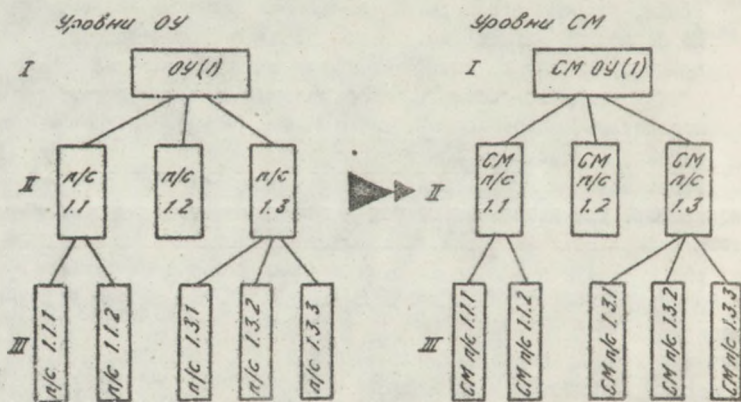


Рис. 1.3. Иерархия подсистем ОУ и СМ ОУ

в окружающей среде. Рассмотрение технологической схемы получения КП дадим в соответствии с работой [4]. Технологическая схема получения каждого КП представляет собой технологически упорядоченный набор операций, в ходе каждой из которых выпускается либо конечный продукт, либо промежуточные продукты, подлежащие последовательному преобразованию в конечный с помощью других операций технологии. Различные технологические схемы получения одного и того же продукта и даже технологические схемы получения разных продуктов могут включать и общие одинаковые операции. Объединение технологических схем получения всех конечных продуктов называется технологией производства.

Структура технологии может быть описана, например, графически в виде технологической сети, где прямоугольниками обозначены операции, а стрелки, связывающие прямоугольники, обозначают продукты, выпускаемые в одной операции и затрачиваемые в другой (рис.1.2). Структура отдельных технологических схем и технологической сети производства в целом разнообразна.

Однако можно выделить типовые элементы, из которых конструируются реальные технологические сети (раздел 2.2).

Выделение подсистем ОУ проводится последовательно. Сначала выделяются подсистемы второго уровня, составляющие вместе ОУ. Каждая из этих подсистем описывается так же, как и ОУ в целом. Далее каждая из полученных подсистем разбивается на составляющие ее части. Это позволяет составить иерархическое описание ОУ. Соответственно декомпозиция ОУ на подсистемы (п/с) осуществляется построение двухуровневой содержательной модели (СМ), трехуровневой и т.п. Пример иерархии подсистем ОУ и СМ, соответствующей данному ОУ, приведен на рис.1.3.

Будем считать, что СМ двухуровневого ОУ построена, если сформированы:

- 1) описание состояния ОУ в целом (1-й уровень);
- 2) критерии управления ОУ в целом;
- 3) ограничения на параметры модели 1-го уровня;
- 4) описания состояний подсистем 2-го уровня;
- 5) локальные критерии управления подсистемами 2-го уровня;
- 6) локальные ограничения на параметры моделей подсистем 2-го уровня;
- 7) междоподсистемные ограничения (ограничения на связи параметров подсистем 2-го уровня);

8) межуровневые ограничения (ограничения на связи параметров модели 1-го уровня и параметров моделей подсистем 2-го уровня).

Полученные подсистемы ОУ, в свою очередь, могут декомпозироваться на совокупность других, более простых подсистем, что приводит к необходимости построения трехуровневой содержательной модели ОУ. В общем случае многоуровневому ОУ соответствует многоуровневая модель.

1.3. ТИПЫ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

При управлении организационно-технологическими системами приходится решать задачи трех типов:

- задачи неоперативного управления с циклом управления в 15 лет, 5 лет (с разбивкой по годам);
- задачи неоперативного управления с циклом управления в год (с разбивкой по кварталам, месяцам);
- задачи оперативного управления, то есть задачи с коротким циклом управления.

Эти основные типы задач различаются не только длительностью воздействия их решения на ОУ, но и тем, что задачи неоперативного управления являются задачами внешнего планирования, а задачи оперативного управления - задачами внутреннего планирования.

Внешнее планирование характеризуется тем, что решаемые в его рамках задачи в большей степени учитывают связи рассматриваемой СУ с внешними системами - вышестоящими организациями, системами-поставщиками и системами-потребителями. Принимаемые решения обязательно должны быть согласованы с данными системами окружающей среды. Решения внешних задач определяют условия решения задач внутреннего планирования, то есть задач оперативного управления [4]. Необходимость различать задачи оперативного и неоперативного управления диктуется еще и тем, что для них применяются разные математические методы решения. Для решения задач управления, охватывающих длительный цикл, применяется принцип программного управления [4], который предполагает, что состояние объекта и внешние возмущения считаются постоянными. Такое допущение объясняется тем, что за длительный период средняя сумма отклонений случайных факторов от не-

которого среднего значения (математического ожидания) будет незначительна.

Для оперативного управления применяются принципы управления по возмущению и принцип обратной связи по состоянию [4]. Когда решение задачи зависит от текущей информации управления.

Каждая из задач независимо от ее типа использует информацию о состоянии объекта, получаемую к началу выработки соответствующего решения. Кроме того, задачи первого типа задают критерии и ограничения для задач второго типа. Аналогично для решения задач третьего типа необходимо учитывать и ограничения, определяемые задачами второго типа (хотя для каждого типа задач имеются свои внутренние цели и ограничения). Очевидно, что для разных типов задач управления один и тот же производственный процесс рассматривается с разных точек зрения и характеризуется разными параметрами. Например, при решении задач неоперативного управления процессом перекачки нефти по нефтепроводу планируются такие показатели, как рентабельность, прибыль, объем реализации; для решения задач оперативного управления процессом перекачки нефти – режимы работы магистрального нефтепровода (МН), потери нефти, удельные затраты на перекачку и т.д.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что в принципе надо рассматривать три типа взаимосвязанных состояний, соответствующих рассмотренным трем типам задач. Задачи управления строятся последовательно. Сначала строятся задачи перспективного управления (I тип), затем задачи текущего управления (II тип). При этом должны учитываться критерии и ограничения, определяемые задачами I типа. После этого формируются задачи оперативного управления (III тип), критерии и ограничения которых определяются задачами предыдущих типов.

1.4. ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

Несмотря на разнообразие задач, решаемых при управлении производством, процесс выработки и реализации различных управляющих воздействий имеет сравнительно одинаковую технологию.

Законченный цикл решения любой задачи управления включает в себя три основных этапа:

- объемное планирование;
- календарное планирование (программирование);
- контроль и регулирование.

Первый этап технологии решения задач управления будем понимать как расчет плановых показателей функционирования и развития предприятия (либо некоторого его подразделения).

На этом этапе широко используются экономико-математические методы и модели оптимального планирования и прогнозирования [4-8].

На втором этапе разрабатывается программа реализации полученного плана. Здесь определяются сроки, указываются средства выполнения принятых решений, назначаются исполнители [4, 9].

Завершающий, третий этап технологии решения задач управления включает в себя учет хода выполнения плана, сравнение фактических данных, полученных в результате реализации решения, с плановыми показателями, оценку результатов сравнения, то есть анализ эффективности принятого решения.

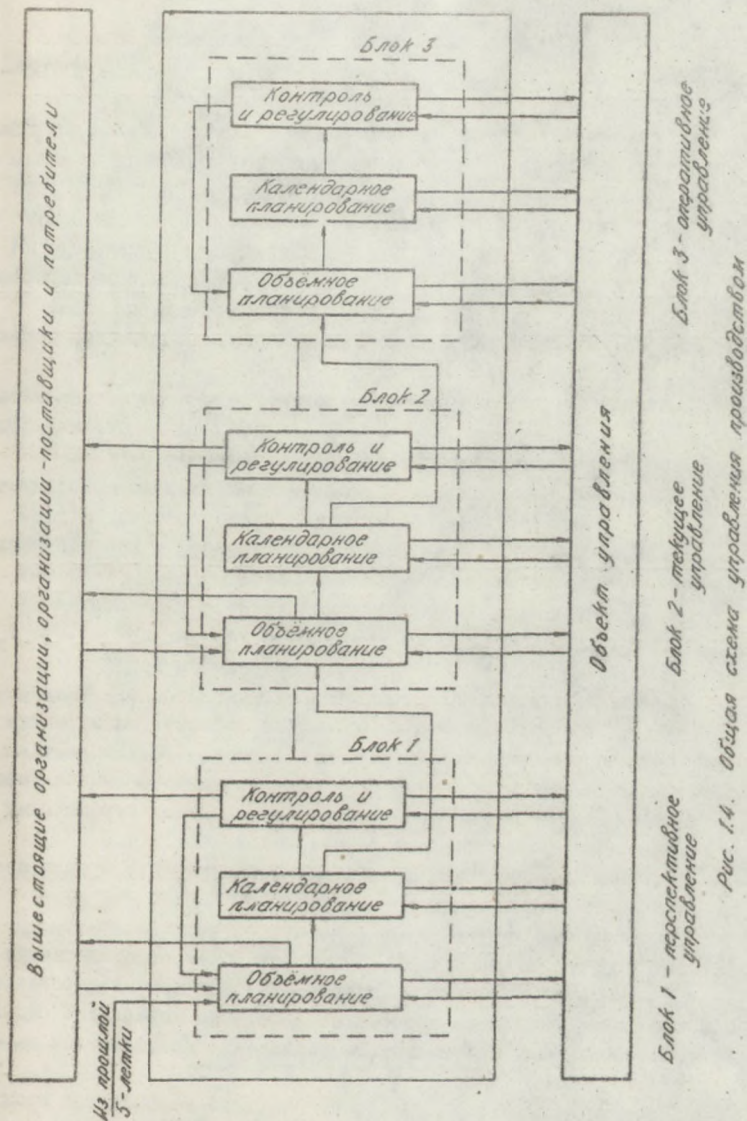
По результатам сравнения в зависимости от степени рассогласования фактических показателей с плановыми могут приниматься регулирующие воздействия. При этом либо решается та же задача управления, но в изменившейся ситуации, то есть при новых исходных данных, либо инициализируется решение другой задачи.

Контроль может быть автоматическим. Такие системы контроля в основном применяются в АСУ ТП. В них определение причин отклонения от нормального течения технологического процесса и устранение этих причин осуществляется без участия человека с помощью средств автоматики [10].

Кроме этого на третьем этапе выполняется и функция отчетности. Некоторые учетные данные накапливаются, обобщаются и систематизируются для составления отчета перед вышестоящей системой о фактическом выполнении плана за определенный интервал времени.

На рис. I.4 приведена схема управления производством, в которой предполагается, что задачи перспективного, текущего и оперативного управления включают этапы планирования, программы розария, контроля и регулирования.

Для реализации каждого этапа решения задачи в системе управления выполняются следующие основные функции: сбор необходимой информации и ее передача, регистрация, хранение и отображение, первичная переработка (сортировка, накопление статистических данных, классификация и т.д.), построение модели и нахождение решения, реализация решения. При необходимости выполняются также функции согласования и утверждения найденных решений. Это характерно в первую очередь для задач неоперативного управления.



1.5. СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Особенности систем управления рассмотрим на примере не — которого предприятия.

В системе управления предприятием реализуются информационно-вычислительные процессы переработки входной информации, являющейся предметом деятельности, в управляющие воздействия, которые являются конечным продуктом СУ. Входная информация поступает от объекта управления (цехи, производства) и от предприятий и организаций, входящих в окружающую среду. Входная информация и управляющие воздействия (приказы, распоряжения, команды, справки) характеризуются объемом информации, ее достоверностью, формой представления.

В обработке информации участвуют работники служб управления предприятием. К числу параметров работников относятся: квалификация, образование, исполнительность, стаж работы.

В процессе управления в настоящее время широко используются вычислительная техника, оргтехника, средства связи и т.д. Эти элементы относятся к средствам деятельности и характеризуются надежностью, стоимостью.

Сам информационно-вычислительный процесс переработки информации определяется через такие наиболее важные параметры, как время, надежность и стоимость переработки информации.

При построении СМ СУ в целом требуется на основе выявленных агрегированных параметров сформировать критерии эффективности СУ и ограничения. Например, при синтезе СУ предприятием может использоваться критерий — минимум времени по выдаче управляющих воздействий. При этом должны выполняться ограничения по надежности переработки информации, стоимости и т.д.

Для расчленения СУ на подсистемы в разделе 2.3 предлагается ряд оснований декомпозиции.

Подсистемная структура СУ в первую очередь определяется составом производственно-технологических объектов предприятия (цехи, производства и т.д.). То есть СУ может декомпонироваться на подсистемы, каждая из которых отвечает за управление отдельной подсистемой ОУ. Так, в системе управления предприятием выделяются:

- служб главного инженера, отвечающего за развитие производства;

- службой главного технолога, обеспечивающего эффективное управление технологическим процессом;
- службой главного механика, отвечающего за эффективное использование оборудования, механизмов и т.д.

Для каждой из получаемых подсистем СУ, так же как при построении СМ ОУ (раздел I.2), определяются параметры, описывающие их состояния, формируются локальные СМ подсистем, составляются междисциплинарные и межуровневые ограничения. В результате получим двухуровневую СМ системы управления. При необходимости эти службы управления декомпозируются на более детальные подсистемы и т.д.

Каждой из подсистем СУ решаются определенные задачи управления ОУ, которые выявляются на этапе построения СМ ОУ. Иерархии задач управления соответствует иерархия подсистем СУ. Обобщенные задачи управления предприятием (задачи перспективного и текущего планирования) преимущественно решаются верхними звеньями системы управления. Нижние уровни иерархической структуры СУ решают в основном задачи оперативного управления. Содержательное описание иерархии типичных задач управления промышленным предприятием приведено в работе [4].



1-547915

ГЛАВА II. ДЕКОМПОЗИЦИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

2.1. ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Все системы состоят из элементов. В свою очередь, элементы системы сами являются системами. Из этого вытекает возможность членения любой системы до элементов, которые являются элементарными (первичными). В результате первого акта декомпозиции образуются подсистемы первого уровня. Второй акт разбивает подсистемы первого уровня на подсистемы второго уровня [9]. В итоге последовательное разбиение системы приводит к ее представлению в виде дерева подсистем различных уровней (см. рис.1.3).

Декомпозиция системы особенно плодотворна в тех случаях, когда в качестве подсистем оказываются более или менее самостоятельные функционирующие части системы.

Расчленение системы на подсистемы в общем случае может быть выполнено неоднозначным образом и определяется используемыми основаниями декомпозиции.

Выделение подсистем можно провести в следующих аспектах: материальном, временном, пространственном [3]. Декомпозиция в материальном отношении позволяет выделить подсистемы, в рамках которых элементы интенсивно обмениваются материальными (вещественными, энергетическими, информационными) потоками в процессе функционирования и развития. Такие подсистемы обычно соответствуют технологически обособленным процессам.

Пример. Рассмотрим некоторый многостадийный химический процесс. На каждой стадии этого процесса проходит реакция определенного типа, осуществляется интенсивный обмен веществом и энергией, используется одно и то же технологическое оборудование. В свою очередь, интенсивность обмена веществом и энергией между разными стадиями относительно слаба. Это позволяет при анализе и синтезе такого процесса проводить его декомпозицию на отдельные стадии, относительно самостоятельно функционирующие.

Декомпозиция во временном отношении позволяет выделить подсистемы, функционирующие либо последовательно, либо параллельно, либо последовательно - параллельно.

Пример. Функции вычислительного центра по приему задания на обработку, обработке этого задания на ЭВМ, выдаче результатов счета пользователям осуществляются последовательно во времени.

Декомпозиция по пространству позволяет выделить пространственно обособленные подсистемы.

Пример. Современное предприятие обычно занимает значительную территорию, и управление цехами, участками предприятия в ряде случаев целесообразно поручать одним и тем же службам аппарата управления предприятием. Следовательно, при анализе и синтезе системы управления возникает необходимость в декомпозиции предприятия на подсистемы по пространству.

2.2. ОСНОВАНИЯ ДЕКОМПОЗИЦИИ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Будем рассматривать процесс декомпозиции сложной системы (объекта моделирования), состоящей из объекта управления и системы управления (рис.2.1). Процесс декомпозиции иллюстрируется на примере УМН: Объектом управления УМН является производственная, социальная и природоохранная деятельность. Система управления УМН включает головной аппарат управления и аппараты управления районных нефтепроводных управлений.

В данном разделе рассмотрим семь оснований декомпозиции ОУ.

I. Выделение в ОУ подсистем социальной деятельности: "производство", "население" (коллектив), "природа" (рис.2.2) [1,2].

Пример. "Производство" УМН осуществляет поставку нефти на оконечную нефтеперекачивающую станцию (ОНПС).

Подсистема "население" включает работников УМН и членов их семей, рассматриваемых с социальных позиций. Природой УМН является так называемая полоса отчуждения (трасса нефтепровода).

В процессе функционирования и развития эти подсистемы обмениваются КП, СД, ПД, людьми, как между собой, так и с подсистемами среды.

2. Выделение основного производства (процесса) и вспомогательного производства.

Декомпозиция на указанные части может быть целесообразна либо для ОУ, рассматриваемого в целом, либо для подсистем производства (рис.2.3, а, б).

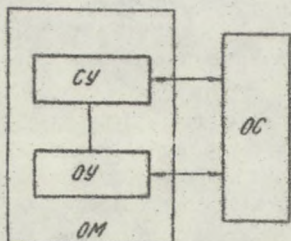


Рис. 2.1. Пример сложной системы

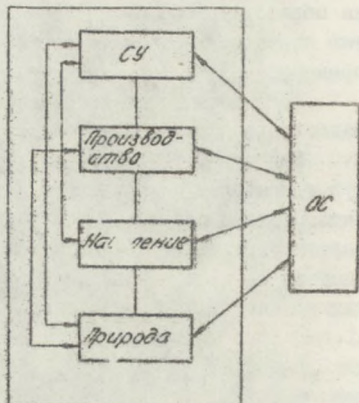


Рис. 2.2. Пример первого основания декомпозиции

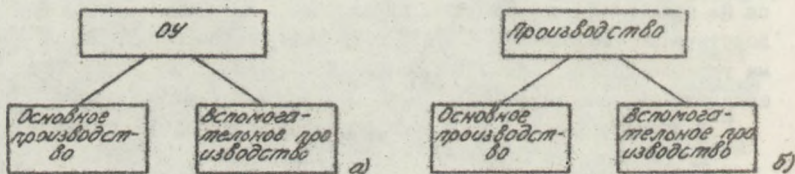


Рис. 2.3. Пример второго основания декомпозиции

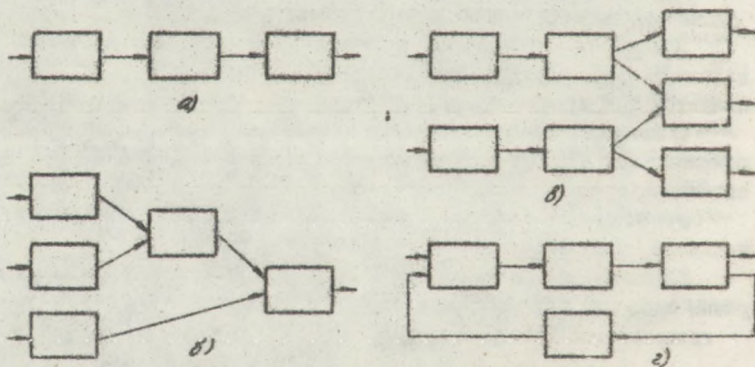


Рис. 2.4. Пример шестого основания декомпозиции

Пример. Подсистему производства УМН образуют технологический процесс (ТП) поставки нефти потребителям и вспомогательное производство, обеспечивающее ТП оборудованием, транспортом и т.д., а также проводящее ремонтное, строительное и другое производственное обслуживание ТП.

3. Выделение подсистемы, производящей КП, подсистемы, осуществляющей передачу КП, и подсистемы, получающей ПД.

Пример. Если анализируется процесс материально-технического снабжения, то в нем можно выделить процесс получения сырья, материалов, механизмов, процессы их хранения на складах и отгрузки (передачи) потребителям.

4. Конкретизация способа производства (передачи) КП, получения ПД. Предполагается, что одни и те же КП можно изготовить, передать, а ПД можно получить с помощью различных способов (технологий) производства, передачи, получения.

Пример. В общем случае поставка нефти может осуществляться с помощью разных способов: трубопроводным транспортом, водным, рельсовым, автомобильным и т.д. УМН осуществляет поставку нефти в ОНКС одним способом – по трубопроводу.

Технологическое оборудование может доставляться в районные управления УМН по железной дороге, водным и автомобильным транспортом, воздушным путем либо используется смешанный способ доставки.

5. Декомпозиция ОУ (подсистемы ОУ) по составу подсистем производителей отдельных КП. Здесь предполагается, что каждому КП соответствует определенная подсистема – производитель этого КП. Это основание декомпозиции применимо как для ОУ и его подсистем, так и СУ и ее подсистем.

6. Выделение стадий производства КП, передачи КП, получения ПД, соответствующих технологически законченным процессам. Здесь также определяются связи между стадиями.

Типовыми соединениями стадий (процессов) являются [4] :

- а) последовательная структура (рис.2.4,а);
- б) сходящая структура (структура в виде "дерева") (рис.2.4,б);
- в) сходящая – расходящая структура (рис.2.4,в);
- г) структура с реверсом (рециклом) (рис.2.4,г).

Стадии производства и их соединение образуют технологическую сеть.

Структура реальной технологической сети может принадлежать к одному из указанных типов или образоваться их соединением. Технологическая сеть является лишь упорядоченным списком возможных операций и никак не характеризует того, где и с помощью каких средств будет осуществляться операция. В частности, если ряд операций осуществим с помощью одного и того же станка (средства деятельности), то из рассмотрения сети нельзя сделать вывод, будут ли эти операции осуществляться только на этом станке или будут привлекаться другие, будут ли эти операции выполняться последовательно во времени или параллельно. Иначе говоря, задание технологической сети никак не задает организацию производства и служит лишь упорядочению списка возможных операций [4].

Пример. Перекачка нефти включает процессы приема нефти от поставщиков, хранения и подготовки нефти, откачки, транспорта и сбыта нефти. Указанные процессы могут образовывать как последовательную, так и сходящуюся структуру.

Последовательная структура характерна для перекачки нефти через резервуарный парк, где осуществляется прием, хранение, подготовка и откачка нефти.

Сходящуюся структуру имеет такой процесс перекачки нефти, когда в нефтепровод одновременно поступает нефть как от поставщиков, так и из резервуарного парка.

Рассмотрим пример применения шестого основания декомпозиции для анализа процесса передачи. Пусть используется смешанный способ доставки определенного технологического оборудования в подразделение УМН. Тогда этапы, на которых используется только один способ доставки (например, водный транспорт), соответствуют отдельным подпроцессам процесса доставки оборудования. Указанные подпроцессы образуют последовательную структуру.

7. Выделение пространственно обособленных подсистем позволяет определить пространственное размещение элементов (КП, ПД, СД, исполнители), реализующих процессы производства КП, передачи КП, получения ПД.

Пример. Нефтеперекачивающие станции УМН расположены в различных по местоположению населенных пунктах.

Основные насосные агрегаты, дроселирующая заслонка, система водоснабжения, средства локальной автоматики, входящие в состав НПС, линейные участки нефтепровода и т.д., также занимают определенное положение в пространстве.

2.3. ОСНОВАНИЯ ДЕКОМПОЗИЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Процессы, протекающие в СУ, имеют свои специфические особенности, связанные с тем, что конечным продуктом и предметом деятельности СУ является информация. Ниже приводятся семь оснований декомпозиции для расчленения информационно-вычислительного процесса на отдельные подпроцессы (подсистемы).

1. Декомпозиция на подсистемы, в которых осуществляется управление отдельными подсистемами ОУ.

Пример. В аппарате управления УМНЦ выделяются службы управления основным производством и вспомогательной деятельностью (производственное обслуживание, строительство, материально-техническое снабжение и т.д.).

2. Выделение подсистем, соответствующих этапам управленческого цикла (перспективное планирование, текущее планирование, оперативное управление).

Пример. При проектировании АСУ целесообразно выделять подсистемы перспективного планирования, текущего (годового) планирования и оперативного управления.

3. Выделение подсистем, соответствующих основному и обеспечивающему процессам в СУ.

Пример. В информационно-вычислительном процессе основным можно считать процесс решения задачи управления, а к обеспечивающему процессу будем относить информационную систему, обеспечивающую сбор, передачу, хранение, предварительную обработку, информации и т.д.

4. Выделение подсистем, реализующих основные функции СУ (сбор, передача, хранение, обработка, регистрация, отображение и т.д.).

5. Конкретизация способа реализации основных функций СУ.

Пример. Сбор и передача информации о значениях параметров процесса перекачки нефти в аппарат управления УМНЦ осуществляется следующими способами: дистанционным, телемеханическим и смешанным.

6. Выделение стадий процессов СУ. Здесь используются основные типы соединений стадий, описанные в разделе 2.2.

Пример. Декомпозиция СУ по рассмотренному основанию позволяет определить технологию формирования в СУ управляющих команд (сигналы, решения, распоряжения и т.п.), в соответствии с

которыми меняется ход производства КП в объекте управления.

При декомпозиции процесса передачи информации, осуществляемого с помощью телемеханики, выделяются отдельные этапы передачи информации.

7. Выделение пространственно обособленных подсистем. Здесь определяется пространственное расположение элементов СУ.

2.4. ОПИСАНИЕ СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Определим систему как конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделенное из среды в соответствии с определенной целью [I].

Система взаимодействует с окружающей средой. Связи системы со средой разделяются на входные и выходные. На входе система получает из среды входные ресурсы, на выходе среда получает из объекта конечные продукты (см. рис. 2.5). К числу входных ресурсов отнесем предметы деятельности, средства деятельности, исполнителей. Здесь предполагается, что в процессе функционирования и развития используемые в системе средства деятельности и исполнителей требуется периодически заменять и (или) усовершенствовать.

При исследовании системы в окружающую среду включаются лишь следующие элементы [II]:

а) изменение свойств (параметров) которых влияет на систему;

б) свойства (параметры) которых изменяются вследствие изменения состояния системы.

Выходные и входные связи указывают соответственно потребителей и источники вещества, энергии и информации в окружающей среде (рис. 2.5). Укажем, что одна и та же подсистема ОС может одновременно быть как потребителем, так и источником.

Для составления описания состояния системы, как указывалось в первой главе, необходимо выявить КП, ПД, СД, исполнителей, их параметры и параметры, описывающие целостные свойства системы — параметры процесса (рис. 1.1). Так как каждая подсистема системы, в свою очередь, является системой, то процесс составления описания подсистемы аналогичен составлению описания системы в целом.

При составлении описания состояния системы полезным шагом является декомпозиция среды (ОС) на подсистемы, являющиеся пот-

ребителями КП системы и (или) поставщиками ПД, СД, исполнителей.

По виду социальной деятельности будем выделять в ОС подсистемы: "управление", "производство", "население", "природа", [2].

В свою очередь в подсистеме "управление" можно выделить следующие части: вышестоящие системы (ВС), подчиненные системы (ПС), другие системы управления, взаимодействующие с ОМ (ДО).

В подсистеме "производство" можно выделить отдельные подсистемы, потребляющие и поставляющие производственную продукцию.

Подсистема "население" включает тех людей, которые взаимодействуют с ОМ в процессе его функционирования и развития.

Подсистему "природа" можно расчленить по сферам: лесные и земельные угодья, воздушный и водный бассейн ОС.

Перечисленные подсистемы ОС могут быть и поставщиками и потребителями. В ОС также будем выделять подсистемы, задающие требования (ПЗТ) к параметрам, описывающим состояние ОМ и его подсистем (рис. 2.6). Требования могут быть в виде ограничений либо задавать целевое состояние параметров.

Подсистемы, указанные на рис. 2.6, используются для составления описания состояния ОМ в целом, ОУ, СУ и их отдельных подсистем.

Пример. В состав среды, окружающей УМН, включаются предприятия и организации области и страны, а также население и природа области, которые обмениваются с УМН в процессе его функционирования и развития вещественными, энергетическими и информационными потоками.

В состав вышестоящих по отношению к УМН систем входят отраслевые органы управления, министерство, главк, а также органы территориального управления: обком КПСС, горисполком и т.д.

Подсистема "производство" окружающей УМН среды включает нефтегазодобывающее управление (НГДУ), поставляющее нефть в УМН для транспорта, и ОНПС, которая принимает нефть от УМН.

Подсистема среды "население" включает население, проживающее на территории области. Подсистему среды "природа" образует природа области, включающая водный и воздушный бассейн, лесные и земельные угодья и т.д.

К конечным продуктам, поставляемым производством УМН "производству" ОС (страны), относятся: нефть, оданная потребителю, нефть, проданная сторонним организациям, потерянная нефть.

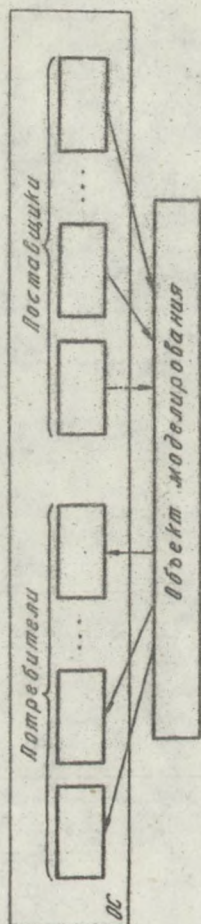


Рис. 2.5. Связи ОМ с подсистемами АС

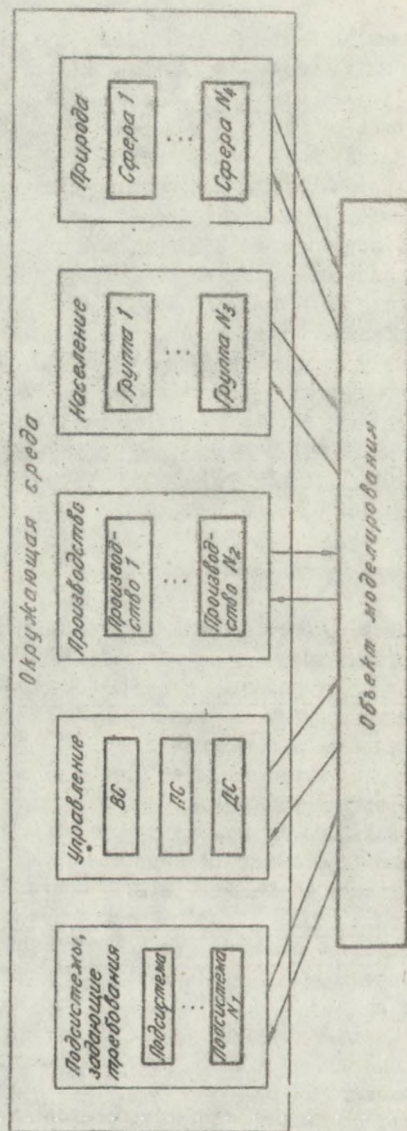


Рис. 2.6. Декомпозиция АС на подсистемы социальной деятельности

В свою очередь, нефть, сданная потребителю, включает различные сорта нефти (обычная нефть, малосернистая нефть).

Предметом деятельности для процесса перекачки нефти является нефть, принятая от НГДУ.

Поставляемая нефть характеризуется следующими параметрами: плотность, % содержания серы, % содержания воды, температура, кинематическая вязкость и т.д.

Для процесса приема нефти, хранения и перекачки используются следующие структурные элементы: оборудование линейных участков, резервуарный парк (РП), НПС, персонал, обслуживающий оборудование РП и оборудование линейных участков.

Оборудование линейных участков содержит: трубопровод, систему электрохимзащиты, камеры пуска и приема скребка, лупинги и т.д.

Оборудование резервуарного парка включает следующие элементы: основные и вспомогательные резервуары, систему основных и вспомогательных трубопроводов технологической обвязки с камерами задвижек, камеру счетчиков для учета количества принимаемой нефти, газоуравнивательную систему, систему размыва парафина, насосные агрегаты и т.д.

Параметрами насосных агрегатов будут: дифференциальное давление насоса, момент трения на валу, скорость вращения вала, потребляемая мощность и т.д.

Параметрами средств деятельности линейного участка являются: диаметр трубопровода, диаметр вставки, диаметр лупинга, эффективный диаметр трубы и т.д.

Обслуживающий персонал характеризуется следующими параметрами: возраст, стаж, уровень образования, квалификация и т.п.

Параметрами процесса, характеризующими транспорт нефти (основное производство) по нефтепроводу являются: моменты начала и окончания транспорта партий малосернистой нефти, длительность транспорта, удельные затраты на транспорт, производительность, надежность и т.д.

Для оборудования НПС, РП, линейных участков существуют технологические ограничения на предельную производительность, надежность, нормы расхода электроэнергии и т.п., задаваемые службой главного технолога УМН, Главком и другими контролирующими органами.

Со стороны Главка накладываются ограничения на обобщенные параметры УМН: объем перекачиваемой нефти, суммарная численность рабочей силы, объем финансирования строительства, потребляемую технологическим оборудованием электроэнергию и т.п. Эти ограничения связывают одноименные параметры всех подразделений УМН. На параметры нефти (количество, качество), принимаемой от НГДУ и сдаваемой в ОНПС, накладываются ограничения со стороны УМН и ОНПС.

ГЛАВА III. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

3.1. АЛГОРИТМ СИНТЕЗА АСУ ДЛЯ ЗАДАННОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

В данной главе предполагается, что управляемая часть некоторой организационно-технологической системы реально существует и необходимо синтезировать систему управления (АСУ). На рис. 3.1 а, 3.1 б, 3.1 в приведена блок - схема алгоритма синтеза АСУ. На этапах 1-20 осуществляется формирование задач перспективного и текущего планирования, оперативного управления ОУ в целом и его подсистемами.

Для сформированных задач определяются функции системы управления (этап 21) и выбираются функции, подлежащие автоматизации (этап 22).

На этапах 23 - 28 составляется описание АСУ в целом, формируется модель синтеза структуры АСУ в целом, составляются альтернативные варианты АСУ в целом и осуществляется выбор наиболее эффективного.

На этапах 29 - 43 АСУ последовательно декомпозируется на подсистемы, составляются описания их состояний, формируются локальные модели синтеза подсистем, формируются альтернативные сочетания дочерних подсистем, осуществляется выбор наиболее эффективных сочетаний. Ниже дается описание 43 этапов алгоритма синтеза.

1. Выбор очередного типа задач управления. Формирование задач управления ОУ осуществляется в следующей последовательности. Сначала формируются задачи перспективного планирования, далее составляются задачи текущего планирования и, наконец, формируются задачи оперативного управления. Описание типов задач управления дается в разделе 1.2.

2. Определение ОУ.

3. Выделение ОС. Здесь и далее предполагается, что как для ОМ в целом, так и для каждой его подсистемы выделяется существенная окружающая среда. В состав среды включаются потребители КП ОМ и его подсистем, источники ПД и СД, кадров, а также те части ОС, которые задают цели и ограничения по параметрам ОМ. Об анализе ОС сказано в разделе 2.4.

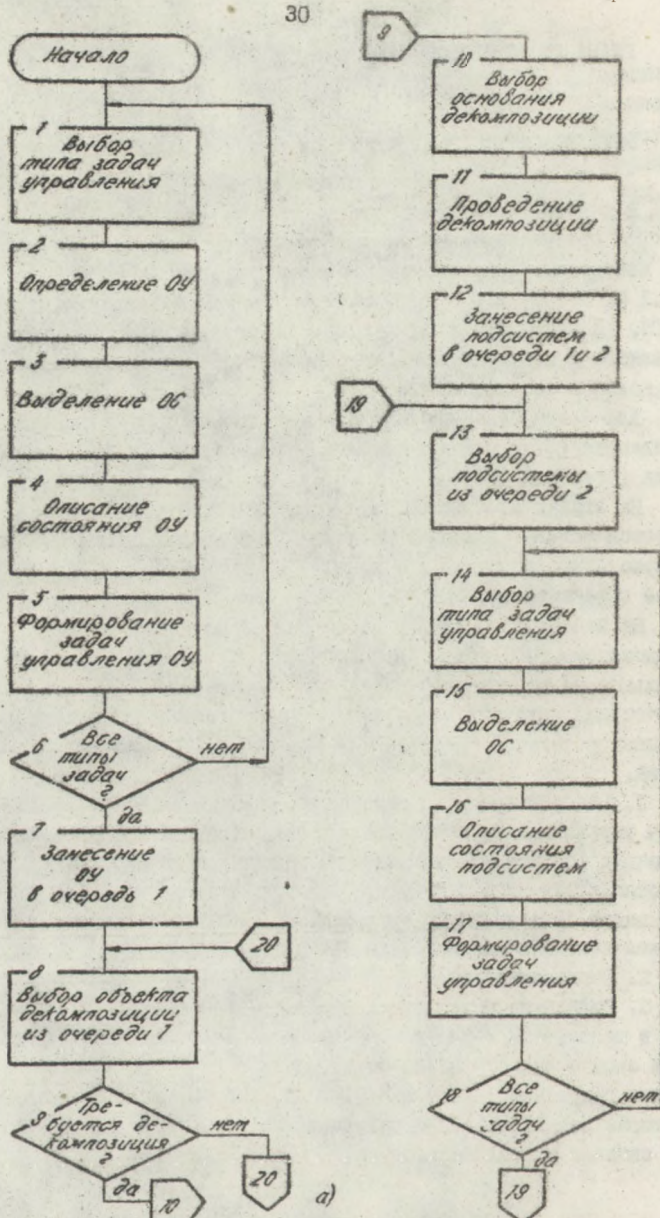
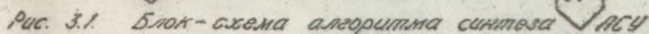


Рис. 3.1. Блок-схема алгоритма синтеза АСУ



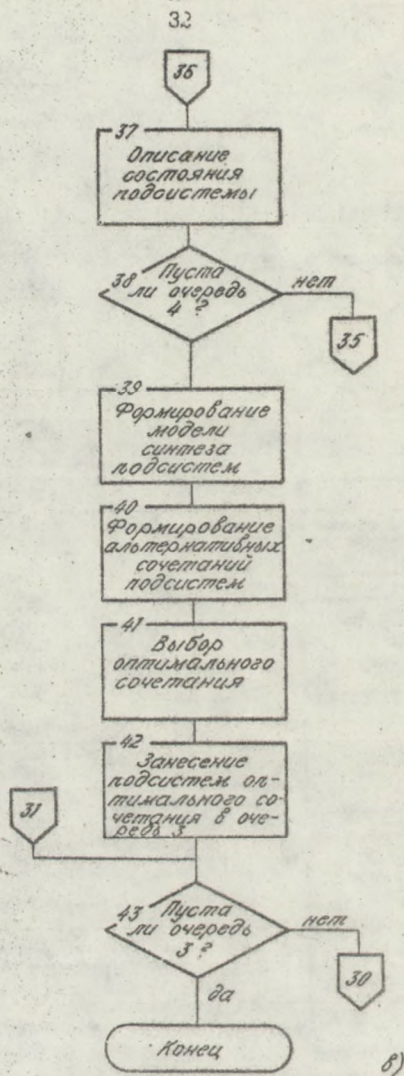


Рис. 3.1. Блок-схема алгоритма синтеза АСУ

4. Описание состояния ОУ. Здесь выявляются агрегированные конечные продукты, предметы деятельности, средства деятельности, кадры, параметры этих элементов, а также параметры процесса (см. рис. I.1). Подробное описание состояния дано в разделе 2.4.

5. Формирование задач управления ОУ. Для этого, как сказано в разделе I.2, из числа параметров, описывающих ОУ, выбираются некоторые в качестве критериев эффективности управления, а на остальные параметры налагаются ограничения. Здесь формируются как комплексные задачи управления, так и задачи управления отдельными структурными элементами. На пятом этапе сначала формируются задачи объемного планирования, затем составляются задачи программирования, далее формируются задачи контроля и регулирования. На каждом этапе решения задачи исполняются свои критерии и ограничения.

6. Все ли типы задач управления рассмотрены? Если нет, то возвращаемся на этап I. Если да, то переходим к этапу 7.

7. Занесение ОУ в очередь I для декомпозиции.

8. Выбор объекта декомпозиции из очереди I. Выбранный объект удаляется из очереди I.

9. Требуется ли декомпозиция? Если нет, то переходим к этапу 20. Если да, то - к этапу 10. Необходимость декомпозиции определяется достаточностью сформулированных задач для эффективного управления ОУ, то есть определяется адекватностью задач (моделей) с точки зрения эффективного управления.

10. Выбор основания декомпозиции. Для декомпозиции используются основания, описанные в разделе 2.2.

11. Проведение декомпозиции.

12. Занесение подсистем, полученных в результате декомпозиции, в очередь I и очередь 2.

13. Выбор очередной подсистемы из очереди 2. Выбранная подсистема удаляется из очереди 2.

14. Выбор очередного типа задач управления.

15. Выделение ОС.

16. Описание состояния подсистемы.

17. Формирование задач управления. Этапы 14-17 выполняются аналогично этапам I-5.

18. Все типы модели рассмотрены? Если нет, то возвращаемся к этапу 14. Если да, то переходим к этапу 19.

19. Все подсистемы очереди 2 рассмотрены? Если нет, то возвращаемся на этап 13. Если да, то переходим к этапу 20.

20. Пуста ли очередь I? Если нет, то возвращаемся на этап 8. Если да, то переходим к этапу 21.

21. Определение функций СУ по решению задач управления, выявленных на предыдущих этапах. По каждой задаче определяются следующие функции: сбор информации, передача, хранение, отображение и т.д. Подробное описание функции дано в разделе I.4. Множество выявленных функций и их взаимосвязи образуют функциональную структуру СУ.

22. Выбор задач управления, подлежащих автоматизации. На этом этапе широко используются экспертные методы.

23. Выделение СУ (АСУ) для синтеза.

24. Выделение ОС.

25. Описание состояния СУ (АСУ).

При описании состояния СУ (АСУ) определяются КП (управляющие воздействия, распоряжения, отчетная информация), ПД (входящая информация, необходимая для выработки управляющих воздействий, распоряжений и т.д.), управленческие кадры, участвующие в процессе переработки информации, СД (вычислительная техника, оргтехника, средства связи, хранения и т.д., используемые для переработки информации), параметры выходной и входной информации, параметры СД и кадров, а также параметры информационно-вычислительного процесса в СУ (АСУ).

Приведем наиболее общие параметры КП, ПД, СД, кадров и процесса.

Параметры КП и ПД:

- а) надежность (достоверность) информации;
- б) объем информации;
- в) тип (управляющие воздействия, советы, отчеты, телесигнализация, статистическая информация и т.д.);
- г) форма представления (электрический сигнал, документ, перфокарта и т.д.);
- д) полнота информации;
- е) код информации;
- ж) интенсивность.

Параметры кадров:

- а) численность;
- б) образование;
- в) квалификация;
- г) стаж;
- д) возраст;
- е) заработная плата и т.д.

К числу основных СД будем относить: основное оборудование, устройства ввода-вывода и внешнюю память, средства связи и передачи данных, оргтехнику, программное обеспечение.

Параметры основного оборудования:

- а) тип ЭВМ;
- б) количество;
- в) быстродействие;
- г) вычислительная мощность;
- д) общий объем памяти;
- е) память прямого доступа;
- ж) наработка на отказ;
- з) стоимость и т.д.

Параметры устройств ввода-вывода:

- а) тип;
- б) количество;
- в) надежность;
- г) быстродействие;
- д) стоимость и т.д.

Параметры внешней памяти:

- а) тип;
- б) количество;
- в) надежность;
- г) объем;
- д) быстродействие;
- е) стоимость и т.д.

Параметры средств связи и передачи данных:

- а) тип;
- б) количество;
- в) надежность;
- г) пропускная способность;

- д) режим работы;
- е) стоимость и т.д.

Параметры оргтехники:

- а) тип;
- б) количество;
- в) производительность;
- г) уровень механизации труда;
- д) стоимость и т.д.

Параметры программного обеспечения:

- а) язык программирования;
- б) вид операционной системы;
- в) объем;
- г) надежность;
- д) адаптивность;
- е) стоимость и т.д.

Параметры информационно-вычислительного процесса:

- а) надежность;
- б) время переработки информации (выработки управляющих воздействий и т.д.);
- в) затраты на переработку информации;
- г) режим работы;
- д) степень участия человека в управлении (автоматические системы, автоматизированные системы);
- е) характер управления (информационные системы, информационно-соответствующие системы, управляющие системы);
- ж) степень централизации управления (системы централизованного управления, системы децентрализованного управления);
- з) число уровней (моноцентральные системы, иерархические системы);
- и) масштаб времени управления (реальный, нереальный);
- к) качество процесса управления (выбор допустимого управления, выбор оптимального управления).

26. Формирование модели синтеза СУ (АСУ). На этом шаге выстраиваются критерии синтеза СУ (АСУ), формируются ограничения на параметры, определяются управляемые параметры. Критерии выбираются из числа параметров информационно-вычислительного процесса, СД, КП, ПД, кадров. Ограничения накладываются на конфигурацию вычислительной техники, ее стоимость, надежность, на

время переработки информации и т.д. Управляемыми параметрами будем считать те, которые можно менять в процессе проектирования СУ (АСУ). Если, например, тип ЭВМ для АСУ может быть выбран различным, то этот параметр является управляемым.

27. Формирование альтернативных вариантов СУ (АСУ). Как указывалось выше, каждому альтернативному варианту СУ (АСУ), удовлетворяющему ограничениям, соответствует своя комбинация значений параметров, описывающих СУ (АСУ). Например, можно выделить следующие варианты АСУ, соответствующие разным значениям параметров процесса:

- АСУ информационно-советующего типа, моноцентральной, работающая в реальном масштабе времени;
- АСУ управляющего типа, двухуровневая, работающая в реальном масштабе времени;
- АСУ информационного типа, одноуровневая, работающая в нереальном масштабе времени.

28. Выбор оптимального варианта СУ (АСУ). Выбор наиболее эффективного варианта с позиций сформированных критериев синтеза осуществляется путем обработки экспертной информации о предпочтительности альтернатив.

29. Занесение СУ (АСУ) в очередь 3 для декомпозиции.

30. Выбор очередного объекта декомпозиции из очереди 3. Удаление из очереди 3 выбранного объекта декомпозиции.

31. Требуется декомпозиция? Если нет, то переходим к этапу 43. Если да, то переходим к этапу 32.

32. Выбор основания декомпозиции. Для декомпозиции используются основания декомпозиции, описанные в разделе 2.3.

33. Проведение декомпозиции.

34. Занесение подсистем, полученных при декомпозиции, в очереди 3 и 4.

35. Выбор очередной подсистемы из очереди 4.

36. Выделение ОС.

37. Описание состояния подсистем.

38. Все подсистемы в очереди 4 рассмотрены? Если нет, то возвращаемся на этап 35. Если да, то переходим к этапу 39.

39. Формирование модели синтеза. Модель синтеза включает критерии и ограничения, используемые для синтеза дочерних подсистем.

40. Формирование альтернативных сочетаний дочерних подсистем, удовлетворяющих ограничениям.

41. Выбор оптимального сочетания дочерних подсистем. Этапы 39-41 выполняются аналогично этапам 26-28.

42. Занесение подсистем оптимального сочетания в очередь 3.

43. Пуста ли очередь 3? Если нет, то возвращаемся на этап 30. Если да, то процесс синтеза СУ (АСУ) и ее подсистем заканчивается.

Основные моменты синтеза АСУ поясним на иллюстративном примере.

Пусть для объекта управления и его подсистем на этапах 1-22 сформированы задачи перспективного и текущего планирования, оперативного управления, определены функции системы управления и выбраны функции, подлежащие автоматизации. Далее требуется синтезировать АСУ, обозначенную на рис.3.2, через A . Предположим, что на основе описания состояния A сформирована модель синтеза и разработаны альтернативные допустимые варианты a_1, a_2, a_3, a_4 . Пусть вариант a_3 является оптимальным (этап 28) и, следовательно, синтез подсистем A ведется в рамках варианта a_3 . Будем считать, что в результате декомпозиции A (этап 33) выделены подсистемы B и C , для синтеза которых сформирована модель (этап 39), разработаны допустимые сочетания вариантов подсистем B и C , обозначенных на рис.3.2 через b_i и c_j соответственно. Допустим, что различные пары, состоящие из b_i и c_j , удовлетворяют ограничениям задачи синтеза (этап 40). Тогда задача синтеза состоит в выборе оптимального сочетания вариантов подсистем из множества пар (этап 41):

$$\{b_1, c_1, b_1, c_2, b_1, c_3, b_2, c_1, b_2, c_2, b_2, c_3\}.$$

Пусть оптимальным сочетанием является пара вариантов b_1 и c_3 . В результате декомпозиции (этап 33) варианта b_1 пусть получаются подсистемы F, E, D . Подсистемы F, E, D являются дочерними, так как получены в результате непосредственной декомпозиции одной и той же системы B . При синтезе дочерних подсистем D, E, F выбор оптимального сочетания вариантов осуществляется из множества троек вариантов (этап 41):

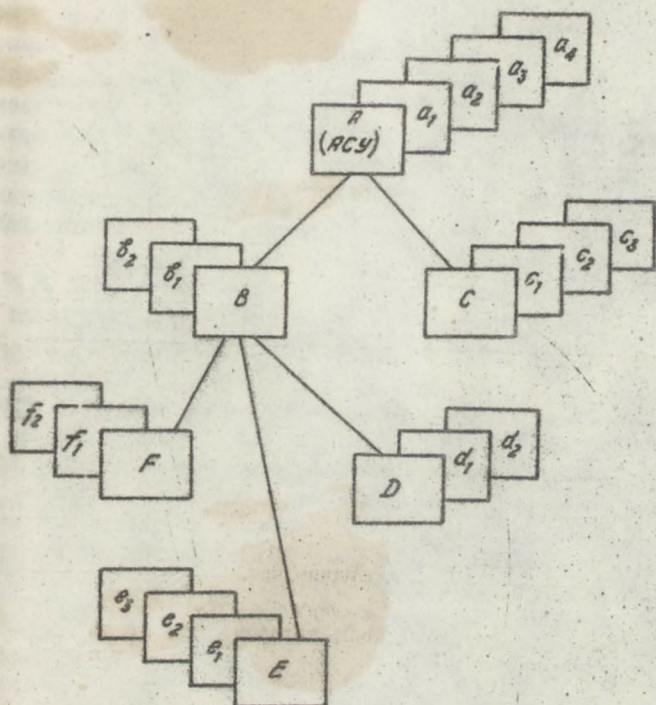


Рис. 3.2. Иерархия вариантов АСУ и подсистем

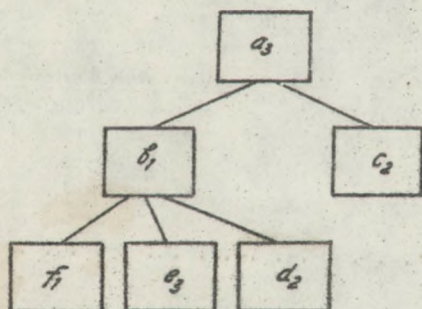


Рис. 3.3. Пример структуры АСУ

$$\{d_1 e_1 f_1, d_1 e_1 f_2, d_1 e_2 f_1, d_1 e_2 f_2, d_1 e_3 f_1, d_1 e_3 f_2, \\ d_2 e_1 f_1, d_2 e_1 f_2, d_2 e_2 f_1, d_2 e_2 f_2, d_2 e_3 f_1, d_2 e_3 f_2\}.$$

d_i, e_j, f_k - варианты подсистем D, E, F , удовлетво-
ряющие ограничениям задачи синтеза дочерних подсистем (этап 39).
Пусть оптимальным сочетанием является тройка $d_2 e_3 f_1$
(этап 41). Будем предполагать, что для подсистем C, D, E, F
не требуется декомпозиции. Тогда структура АСУ (А), полученная
путем последовательного синтеза, имеет вид, представленный рис. 3.3.

Процесс синтеза системы по описанной схеме разбит на ряд
шагов, на каждом из которых осуществляется локальный выбор наибо-
лее эффективного сочетания вариантов только дочерних подсистем
(локальная оптимизация). Следовательно, рассмотренный подход не
гарантирует нахождения глобального оптимума, однако позволяет
существенно уменьшить затраты на формирование синтезируемой си-
стемы и резко сократить число просматриваемых решений по синтезу.
Поясним это на нашем примере. Обозначим число вариантов для
 A, B, C, D, E, F через $n_a, n_b, n_c, n_d, n_e, n_f$
соответственно. Тогда число решений, которое рассмотрено при
последовательном синтезе, равно

$$n_a + n_b \cdot n_c + n_f \cdot n_e \cdot n_d = 22.$$

Определим число решений, которое необходимо рассмотреть при
полном переборе. Пусть для вариантов a_1, a_2, a_4 то же
количество подсистем и их вариантов, что для a_3 . Тогда тре-
буется рассмотреть в 4 раза больше решений, если синтез для каж-
дого варианта из a_1, a_2, a_4 проводить так же, как для a_3 .
Если учесть, что для варианта a_3 не декомпозируется вариант
 b_2 , то это сокращает число просматриваемых решений на
 $n_f \cdot n_b \cdot n_d = 12$. Следовательно, при полном переборе рассмат-
ривается число решений, равное

$$n_a (n_b \cdot n_c + n_b \cdot n_f \cdot n_e \cdot n_d) = 120.$$

То есть предложенный метод синтеза позволяет резко сократить
число просматриваемых вариантов. С другой стороны, прежде чем

выбирать решение по синтезу, надо еще составить описание 120 вариантов, которое заключается в определении КП, ПД, СД, исполнителей, их параметров процессов, разработать содержательные модели синтеза. В настоящее время эта процедура осуществляется экспертами и связана со значительными затратами. Поэтому для преодоления трудностей, связанных с формированием всех допустимых вариантов и проведением выбора при полном переборе, можно использовать описанный выше метод последовательного синтеза.

3.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ АСУ УМН

В настоящем разделе рассматривается применение алгоритма синтеза АСУ для формирования структуры АСУ УМН. УМН относится к классу организационно-технологических систем транспортного типа с законченным технологическим циклом и непрерывным характером производства. Окружающую среду УМН составляют предприятия и организации страны, перечень которых приведен в разделе 2.4.

Процесс синтеза АСУ УМН начинается с формирования задач управления деятельностью УМН (этапы I-20) на основе описания состояния ОУ и его подсистем. В качестве ОУ выступает производственная, социальная и природоохранная деятельность УМН. Состав подсистем может быть получен с помощью оснований декомпозиции, предложенных в разделе 2.3. К числу основных подсистем организационно-технологической системы УМН относятся блоки: производство, коллектив, природа, в которых протекают производственный процесс, социальные процессы в коллективе, природоохранная деятельность. В свою очередь, производственная деятельность (производство) разделяется на основное производство (технологический процесс) и вспомогательное производство (ВП). Полученные подсистемы при необходимости подвергаются дальнейшей декомпозиции.

Так, основным производством (ОП) УМН является технологический процесс (ТП) поставки нефти по магистральному нефтепроводу (МН). Для построения СМ технологический процесс последовательно декомпозируется на подпроцессы. Сначала ТП разбивается на участки МН с законченным технологическим циклом. Для каждого участка далее выделяются подпроцессы в резервуарном парке (РП), на нефтеперекачивающей станции (НПС), на линейном участке нефтепровода (ЛУ). В свою очередь, ВП разбивается на блоки: производственное обслуживание (ПО), энергетическое хозяйство

(ЭХ), материально-техническое снабжение (МТС), капитальное строительство и капитальный ремонт (КС и КР) (рис. 3.4). Римские цифры, проставленные около подсистем на рис. 3.4, указывают типы построенных задач управления (перспективное планирование, текущее планирование, оперативное управление). Формирование задач пятилетнего планирования (тип I) было осуществлено на уровне следующих подсистем ОУ УМНЦС: производство, природо, коллектив (рис. 3.4).

Приведем основные элементы и параметры подсистемы "производство" УМН для пятилетнего планирования.

Конечные продукты и их параметры:

- перекачанная и поставленная нефть (объем в натуральном и стоимостном выражении);
- потери нефти (объем в натуральном выражении);
- расход нефти на собственные нужды (объем в натуральном выражении);
- построенные, реконструированные и расширенные производственные и непроизводственные объекты (производственные либо непроизводственные мощности по номенклатуре объектов, объем товарной строительной продукции, срок ввода в действие объектов);
- незавершенное строительство по производственным и непроизводственным объектам (объем в натуральном выражении).

Предметы деятельности и их параметры:

- принимаемая нефть (в натуральном и стоимостном выражении);
- основные материальные и энергетические ресурсы (объем в натуральном и стоимостном выражении).

Средства деятельности и их параметры:

- основные фонды (производственные мощности, стоимость);
- финансы (доходы и поступления средств, расходы и отчисления средств).

Кадры и их параметры:

- работники, обслуживающие производственный процесс (численность работающих - всего и по категориям, общий фонд заработной платы, потребность в рабочей силе, потребность в подготовке и переподготовке кадров).

Параметры процесса:

- грузооборот;
- удельные затраты на перекачку нефти;
- объем капитальных вложений и строительно-монтажных работ;

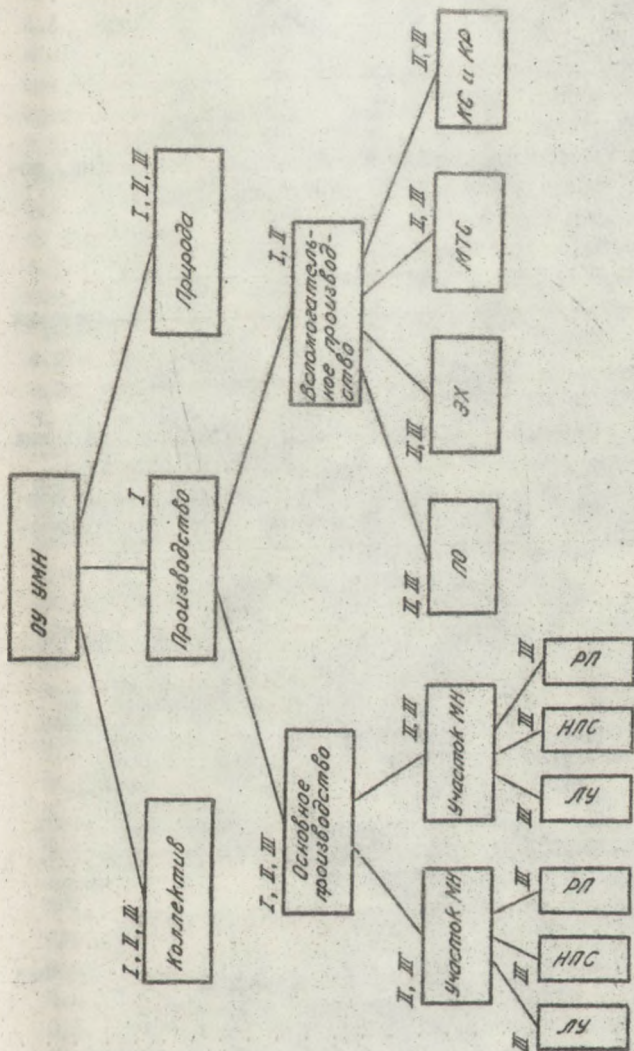


Рис. 3.4. Иерархия подсистем Уч УМН

- себестоимость;
- прибыль;
- рентабельность;
- фонды экономического стимулирования;
- нормы и нормативы;
- производительность труда;
- виды мероприятий по внедрению новой техники, технологии, модернизации оборудования и улучшению условий труда;
- затраты на мероприятия;
- эффективность мероприятий;
- сроки реализации мероприятий.

Ниже дается примерный список задач пятилетнего планирования деятельности УМН.

Задачи пятилетнего планирования деятельности УМН

1. Управление транспортом нефти.
 - 1.1. Определение объема поставки нефти в натуральном выражении (по сортам), минимизирующего удельные затраты на перекачку, увеличивающего коэффициент использования производственных мощностей, повышающего грузооборот транспорта нефти при ограничениях на объемы приема нефти от НГДУ.
 - 1.2. Распределение плана по годам.
 - 1.3. Отчет о выполнении плана (товарный отчет).
2. Управление строительством, реконструкцией, расширением производственных и непроизводственных объектов.
 - 2.1. Определение номенклатуры вводимых производственных (не производственных) мощностей строящихся объектов номенклатуры и прироста производственных (непроизводственных) мощностей реконструируемых и расширяемых объектов, определение объема товарной продукции строящихся, реконструируемых и расширяемых объектов, минимизирующих объемы незавершенного строительства, сроки сдачи (ввода в действие) при ограничениях на объемы капитальных вложений и строительно-монтажных работ, качество выполняемых работ.
 - 2.2. Составление календарного плана строительства реконструкции и расширения производственных объектов.
 - 2.3. Отчет о выполнении плана.
3. Управление внедрением прогрессивной технологии, механизации и автоматизации производственных процессов, внедрением НОТ, совершенствованием управления, планирования и организации про-

изводства, проведением НИР и ОКР.

3.1. Определение перечня и объемов научно-технических мероприятий, максимизирующих экономическую эффективность от внедрения при ограничениях на сроки проведения работ, их качество, затраты на внедрение.

3.2. Составление календарного плана внедрения по этапам: разработка, освоение, внедрение.

3.3. Отчет о выполнении плана.

4. Повышение производительности труда.

4.1. Определение перечня мероприятий, объемов выполняемых работ, повышающих производительность труда при ограничениях на сроки проведения мероприятий и затраты.

4.2. Составление календарного плана мероприятий.

4.3. Контроль выполнения плана и отчет.

5. Управление использованием рабочей силы и фонда заработной платы.

5.1. Определение лимита численности работающих, общего фонда заработной платы, потребности в рабочей силе и подготовке (переподготовке) кадров, необходимых для эффективного выполнения производственного плана в условиях существующих норм затрат живого труда норматива заработной платы на один рубль товарной продукции, нормативов организации производственного процесса.

5.2. Распределение лимита численности работающих, общего фонда заработной платы и потребности в рабочей силе по годам, составление календарного графика подготовки кадров.

5.3. Контроль за использованием общего фонда заработной платы, за численностью работающих.

6. Снижение норм расхода сырья, материалов, топлива, тепловой и электрической энергии.

6.1. Определение перечня мероприятий и объемов выполняемых работ, снижающих нормы расхода материальных и энергетических ресурсов при ограничениях на сроки проведения мероприятий и затраты по реализации мероприятий.

6.2. Составление календарного плана мероприятий.

6.3. Контроль выполнения плана и отчет.

7. Управление обеспечением производства сырьем, материалами, топливом и электроэнергией.

7.1. Определение общей потребности в материальных и энергетических ресурсах в натуральном и стоимостном выражении, необхо-

- данных для выполнения плановых заданий по перекачке нефти, капитальному строительству и техническому развитию производства.
- 7.2. Составление графика поступления материально-технических ресурсов и электроэнергии.
- 7.3. Контроль выполнения плана и отчет.
8. Составление финансового плана (баланса расходов и доходов).
- 8.1. Расчет доходов и поступлений средств, расходов и отчислений средств, в том числе платежи в бюджет и ассигнования из бюджета, кредитные операции.
- 8.2. Составление календарного плана финансовых операций.
- 8.3. Контроль выполнения плана, финансовый отчет.
9. Составление плана по себестоимости, прибыли, рентабельности.
- 9.1. Расчет себестоимости, прибыли и рентабельности.
- 9.2. Распределение плановых показателей прибыли, себестоимости и рентабельности по годам.
- 9.3. Контроль выполнения плана и отчет.
10. Управление образованием фондов экономического стимулирования.
- 10.1. Расчет отчислений в фонд материального поощрения, фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства и фонд развития производства.
- 10.2. Распределение отчислений в фонд по годам.
- 10.3. Контроль выполнения планов и отчет.
11. Определение перечня (выбор) мероприятий и объемов выполняемых работ по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов.
- 11.2. Составление календарного плана природоохраняемой деятельности.
- 11.3. Контроль выполнения планов и отчет.
12. Составление плана социального развития коллектива.
- 12.1. Выбор мероприятий и объемов выполненных работ по изменению социально-квалификационной структуры производственного коллектива, повышению производственной квалификации и образовательного уровня, улучшению условий труда и охраны здоровья работников предприятия, улучшению жилищных и культурно-бытовых условий, коммунистическому воспитанию и развитию общественной активности трудящихся при ограничении на сроки проведения мероприятий и затраты на их реализацию.

12.2. Составление календарного плана мероприятий.

12.3. Контроль за выполнением планов и отчет.

Формирование задач годового планирования осуществлено на основе описания состояния следующих подсистем: основное производство (ТП перекачки нефти), подразделения вспомогательного производства (производственное обслуживание, энергетическое хозяйство, материально-техническое снабжение, капитальное строительство и ремонт), социальная и природоохранная деятельность УМН (см. рис. 3.4).

В приложении для примера приведены классификаторы элементов и параметров, описывающих состояние перечисленных подсистем, дан примерный перечень задач годового планирования показателей УМНЦС. Формирование задач оперативного управления промышленности -- рисуем на примере основного производства в целом. Аналогичные задачи оперативного управления составлены для всех подсистем основного и вспомогательного производства, описаны в работе [12] и технорабочих проектах по АСУ ТП УМН.

Классификаторы структурных элементов и параметров основного производства для оперативного управления

Конечные продукты и их параметры:

- перекаченная нефть (количество и размеры партий нефти по сортам, качество партий нефти);
- потери нефти (объем -- общий и объем потерь малосернистой нефти).

Предметы деятельности и их параметры:

- принятая нефть (объем нефти по сортам, качество нефти);
- запасы нефти (объем запасов по сортам).

Средства деятельности и их параметры:

- пункт приема (производительность приема);
- резервуарные парки (объем свободных и занятых емкостей по группам);
- пункт сдачи (производительность сдачи);
- линейный участок МН (производительность перекачки);
- электроэнергия (объем потребления);
- очистные средства (эффективность очистки, затраты на очистку).

Элемент "Кадры" в данной подсистеме не существен.

Параметры процесса:

- удельные затраты на перекачку;

- режимы работы МН.

Задачи оперативного управления основным производством.

Управление транспортом нефти по критерию удельных затрат на перекачку.

1.1. Расчет оптимального плана работы МН на интервал до месяца по минимуму удельных затрат при ограничениях на производительность приема и сдачи партий нефти, запасы нефти по сортам и объем свободной емкости по группам.

1.2. Разработка оптимальных режимов работы МН для обеспечения выполнения плана перекачки исходя из возможных режимов работы.

1.3. Отображение на цветных и черно-белых дисплеях процессов перекачки партий нефти, контроль соответствия фактических объемов перекачки расчетным.

2. Планирование потребления электроэнергии.

2.1. Расчет потребления электроэнергии на интервал до месяца по минимуму энергозатрат при ограничении на выбранные режимы работы МН на заданный интервал времени.

2.2. Расчет суточных норм расхода электроэнергии.

2.3. Контроль потребления энергии по данным НИСЭТ-48 и расходов.

3. Управление перекачкой нефти по минимуму потерь нефти.

3.1. Расчет оптимального плана работы МН на интервал до месяца по минимуму потерь нефти в РП при ограничениях на удельные затраты, производительность приема и сдачи партий нефти, запасы нефти по сортам и объем свободной емкости по группам.

3.2. Разработка оптимальных режимов работы МН для обеспечения выполнения плана в условиях минимума потерь нефти.

4. Планирование транспорта нефти по максимуму производительности МН.

4.1. Планирование объема перекачки нефти по максимуму производительности всего МН с учетом ограничений на максимально возможный расход электроэнергии, запасы нефти по сортам и объема свободной емкости по группам.

4.2. Разработка оптимальных режимов работы МН для обеспечения выполнения плана перекачки исходя из возможных режимов работы.

4.3. Отображение на цветных и черно-белых дисплеях выполнения плановых показателей технологического объекта управления (ТОУ), контроль их выполнения.

5. Управление очисткой нефтепровода.

5.1. Расчет места и оптимального момента очередного запуска очистных средств трубопровода по минимуму затрат на пропуск очистных средств при заданной эффективности очистки исходя из возможных режимов очистки трубопровода в условиях выбранного режима работы МН.

5.2. Формирование последовательности команд при запуске очистных средств.

5.3. Контроль прохождения средств очистки с помощью отображения на дисплеях.

6. Управление перекачкой нефти по минимуму потерь малосернистой нефти.

6.1. Расчет оптимального плана работы МН по минимуму потерь малосернистой нефти при заданных размерах и производительности партий нефти по входам, выходам и перекачке нефти по суртам.

6.2. Расчет режима работы нефтепровода, обеспечивающего минимум потерь малосернистой нефти.

6.3. Контроль потерь нефти в заданных точках нефтепровода.

По каждой из сформированных задач пятилетнего, годового, оперативного управления были определены функции системы управления (этап 21) в соответствии с разделом 1.4: сбор, передача, первичная обработка, идентификация (построение модели), вырабатка управляющих воздействий и т.д. Множество функций СУ по решению всех сформулированных выше задач управления образует функциональную структуру СУ УМН.

На этапе 22 выделяются те функции, которые будут автоматизированы в рамках интегрированной АСУ УМН. Для выбора функций использовались экспертные методы, так как они являются достаточно простыми и достаточно эффективными. Процесс синтеза АСУ УМН начинается с формирования описания состояния АСУ в целом (этапы 24-25). На рис. 3.5 указаны подсистемы - поставщики и потребители входной и выходной информации АСУ и их связь с АСУ. Ниже перечисляются входы и выходы АСУ УМН, которые обозначены буквой X с двумя цифрами, разделяемыми запятой. Информация, идущая от АСУ имеет цифру 1 до запятой, а цифра, стоящая после запятой, указывает подсистему-потребителя этой информации.

Список сокращенных названий систем, перечисленных на рис. 3.5: РЦК "Нефть и газ" - региональный целевой комплекс "Нефть и газ", ГИВЦ ОАСУ - головной информационно-вычислительный центр отраслевой АСУ.

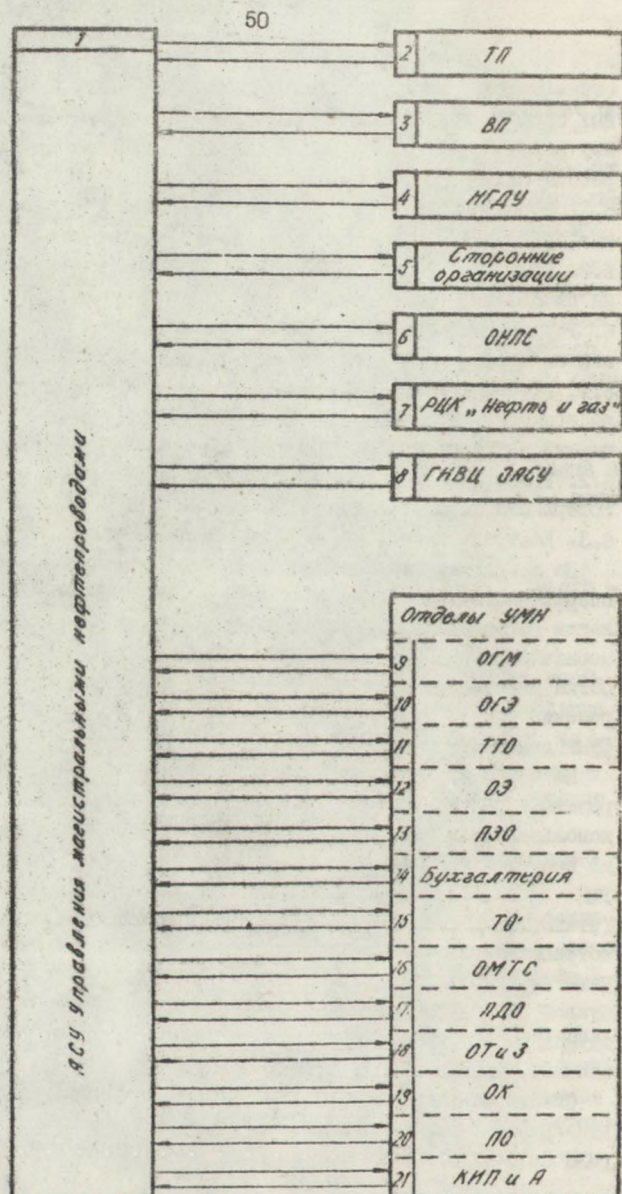


Рис. 35. Связи АСУ УМН с подсистемами ОС

- ОГМ - отдел главного механика.
ОГЭ - отдел главного энергетика.
ТТО - товаротранспортный отдел.
ОЭ - отдел энергетика.
ПЭО - планово-экономический отдел.
ТО - технический отдел.
ОМТС - отдел материально-технического снабжения.
ПДО - планово-диспетчерский отдел.
ОТИЗ - отдел труда и зарплаты.
ОК - отдел кадров.
ПО - производственный отдел.
КИИА - отдел контрольно-измерительных приборов и автоматики.
Ж_{1,2} - телезапросы о течении ТП и состоянии оборудования, команды телеоборудования и телерегулирования;
Ж_{2,1} - телеинформация о ходе ТП и состоянии оборудования (телесигнализация, телеизмерения, телеизмерения интегральные и статистическая информация);
Ж_{1,3} - график планово-предупредительного ремонта, план капитального строительства, план поставок материалов, комплектующих изделий и т.д.;
Ж_{3,1} - периодическая информация о ходе выполнения плановых заданий, информация о наличии оборудования и его технических характеристиках;
Ж_{1,4} - информация о наличии свободной емкости по группам, производительности приема партий нефти, о режимах работы нефтепровода;
Ж_{4,1} - информация о наличии нефти по сортам, о качестве нефти, об объемах поставок нефти;
Ж_{1,5} - планы отгрузки нефти сторонним организациям.
Ж_{5,1} - информация о приеме нефти, предложения по поставкам нефти;
Ж_{1,6} - информация о производительности сдачи партий нефти, о режимах работы нефтепровода, количестве и качестве перекраченной нефти;
Ж_{6,1} - информация о наличии свободной емкости по группам, о режиме работы ИПС о количестве и качестве принятой нефти.
Ж_{1,7} - периодическая информация о ходе выполнения планов, информация по запросу, производственные характеристики нефтепровода;

- $X_{7,1}$ — планы функционирования и развития УМНЦ в структуре ИЦ "Нефть и газ", управляющие и регулирующие воздействия;
- $X_{1,8}$ — информация о течении ТП (сводка по телетайпу);
- $X_{8,1}$ — планы перекачки нефти, руководящая информация;
- $X_{1,9}$ — информация о состоянии технологического оборудования, количестве отказов, их причине и времени, информация о выполнении планово-предупредительных ремонтов, о поступлении материалов для ремонта;
- $X_{9,1}$ — управляющая и регулирующая информация, запросы о характеристиках оборудования;
- $X_{1,10}$ — информация об объеме потребления электроэнергии, о работе электродвигателей насосных агрегатов и задвижек, о количестве, причинах и времени отказов в работе электрооборудования;
- $X_{10,1}$ — управленческие решения, запросы на необходимую информацию;
- $X_{1,11}$ — информация о количестве и качестве товарной нефти, наличии свободной емкости, планы приема, перекачки и поставки нефти, сводки о товарно-транспортных операциях;
- $X_{11,1}$ — запросы на необходимую информацию, управляющие и регулирующие воздействия;
- $X_{1,12}$ — информация об электрозащитности, эффективном диаметре трубопровода, гидравлическом режиме работы нефтепровода, о местонахождении средств очистки, планы очистки нефтепровода, графики планово-предупредительных ремонтов оборудования линейной части нефтепровода, станции катодной защиты;
- $X_{12,1}$ — управленческие решения, запросы на информацию, регулирующие воздействия;
- $X_{1,13}$ — планы приема, перекачки, сдачи нефти, нормы расхода электроэнергии, информация о выполнении планов;
- $X_{13,1}$ — управляющая и регулирующая информация, запросы;
- $X_{1,14}$ — информация о перемещении основных фондов, о плате за основные фонды, расчеты по заработной плате и т.п.;
- $X_{14,1}$ — информация о стоимости основных фондов и поступивших материалов, о транспортных расходах, тарифных ставках, об удержаниях, плате по авансу и т.п.;

- $X_{4,15}$ - информация о выполнении плана внедрения новой техники;
- $X_{15,1}$ - запросы, управляющая и регулирующая информация;
- $X_{1,16}$ - нормы хранения и отпуска материалов, планы поставок сырья, материалов, техники, информация о наличии и производительности погрузочно-разгрузочной техники, транспортных средств;
- $X_{16,1}$ - информация о количестве полученных и отпущенных материалов, сырья, техники, запросы на необходимую информацию, управленческие решения;
- $X_{1,17}$ - информация о движении материалов и комплектующих, о сдаче строительных объектов в эксплуатацию и т.д.;
- $X_{17,1}$ - управляющие и регулирующие воздействия, запросы;
- $X_{1,18}$ - информация об использовании рабочего времени, об удержаниях;
- $X_{18,1}$ - информация о распределении фонда заработной платы и премиального фонда;
- $X_{1,19}$ - информация по запросу о работниках УМН, статистические данные, потребность в рабочей силе;
- $X_{19,1}$ - информация о поступлении, перемещении и убытии кадров, сведения о вновь принятых, запросы на необходимую информацию;
- $X_{1,20}$ - информация о производственной деятельности УМН, планы функционирования и развития, информация по запросу о производственных показателях;
- $X_{20,1}$ - запросы на интересующую информацию, управляющие и регулирующие воздействия;
- $X_{1,21}$ - информация о работе и отказах автоматических систем управления, телемеханики, приборов и устройств измерения, график планово-предупредительных ремонтов автоматики и измерительных приборов;
- $X_{21,1}$ - информация о выполнении графика ППР, запросы на необходимую информацию, управленческие решения.

Параметрами выходной и входной информации являются:

- объем;
- достоверность;
- форма представления информации;
- полнота;
- интенсивность информационных потоков.

К числу средств деятельности будем относить техническое и программное обеспечение АСУ. Комплекс технических средств АСУ включает ЭВМ, средства сбора, передачи, переработки и отображения информации.

Параметры технических средств АСУ:

- тип ЭВМ;
- технические характеристики средств комплекса (емкость, надежность, быстродействие и т.д.);
- стоимость;
- физическая и программная совместимость технических средств и т.д.

Программное обеспечение включает операционные системы, пакеты прикладных программ, специальное программное обеспечение. Параметры программного обеспечения:

- модульность;
- структурированность;
- эффективность;
- модифицируемость;
- быстродействие;
- затраты на проектирование и эксплуатацию;
- объем требуемой памяти;
- удобство эксплуатации и т.д.

Кадры, участвующие в автоматизированном управлении: административно-управленческие работники служб и подразделений системы управления УМН, сотрудники вычислительного центра. Параметры кадров: численность, квалификация, фонд заработной платы, степень подготовленности к работе в условиях АСУ и т.д.

Параметры информационно-вычислительного процесса в АСУ: периодичность решения задач, время решения задач, затраты на обработку информации, надежность, степень участия человека в управлении, характер управления (информационная система, информационно-советующая система, управляющая система), степень централизации управления (централизованное, децентрализованное, смешанное управление) и т.д.

Задача синтеза состоит в определении типа АСУ, конфигурации технических средств, требуемых программных средств, обеспечивающих максимальную надежность управления при ограничениях на стоимость процесса, объем капитальных вложений, своевременность

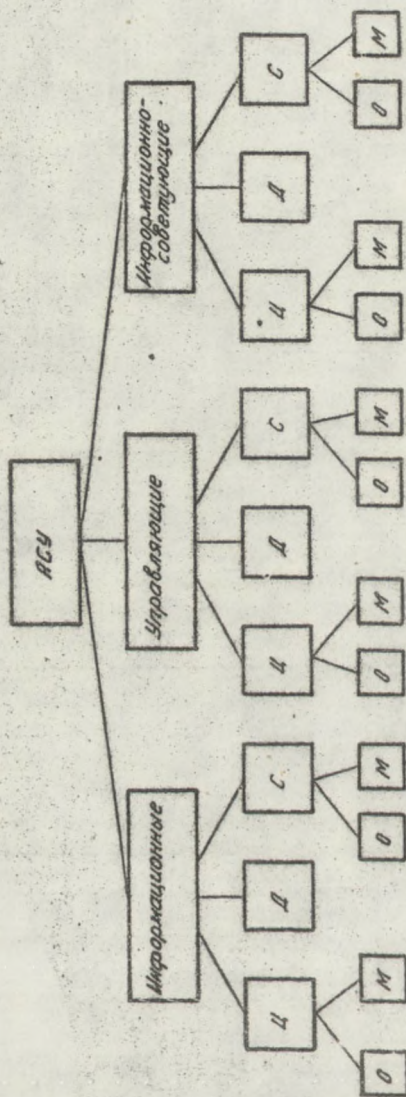
обработки информации и т.д. Далее формируется экспертами набор альтернативных вариантов АСУ, удовлетворяющих заданным ограничениям.

На рис. 3.6 приведена классификация типов АСУ, сформированных по характеру управления (информационные, управляющие, информационно-советующие системы), по степени централизации управления (централизованное, децентрализованное, смешанное управление), по числу уровней (одноуровневые, многоуровневые). Выбранная структура АСУ УМН является многоуровневой, информационно-советующего типа, сочетает централизованное и децентрализованное управление, включает комплексы вычислительной техники серии ЕС и АСЕТ, ориентирована на использование современных принципов разработки программных средств (модульность, структурированность и т.д.), использует системы управления базами данных "ОКА", ИНЕССА, "ИСХОД" и т.д. Далее на этапах 29-43 синтезируется структура подсистем АСУ УМН. АСУ ОТ УМН декомпозируется на три подсистемы, соответствующие стадиям управленческого цикла: подсистема перспективного планирования, подсистема текущего планирования и подсистема оперативного управления.

В рамках каждой подсистемы реализуется своя взаимосвязанная совокупность функций, используются свои средства деятельности и кадры. В свою очередь, две последние подсистемы декомпозируются на подсистемы, соответствующие подсистемам ОУ УМН. Иерархия подсистем АСУ ОТ УМН дана на рис. 3.7.

Остановимся на синтезе подсистемы оперативного управления основным производством (ТП перекачки нефти). По выполненным функциям данная подсистема относится к классу АСУ технологическими процессами. Опишем состояние АСУ ТП перекачки нефти (этап 37). КП АСУ ТП являются управляющие воздействия (телеуправление) на ТП, информация диспетчеру нефтепровода, информация в АСУ следующего уровня и т.д. ПД в АСУ ТП является информация о состоянии ТП (телесигнализация, телеизмерения, статистическая информация). СД в АСУ ТП являются: УВК, средства сбора и передачи данных и т.д.

К числу основных параметров АСУ ТП относятся: объем и надежность информации, объем памяти и быстродействие УВК, время решения задач по управлению ТП, число уровней АСУ, степень централизации управления ТП. Основными критериями синтеза АСУ ТП являются: максимизация надежности информационно-вычислительного



Ц - централизованные АСУ
Д - децентрализованные АСУ
С - смешанные АСУ
О - одноуровневые АСУ
М - многоуровневые АСУ

Рис. 3.6. Классификация типов АСУ

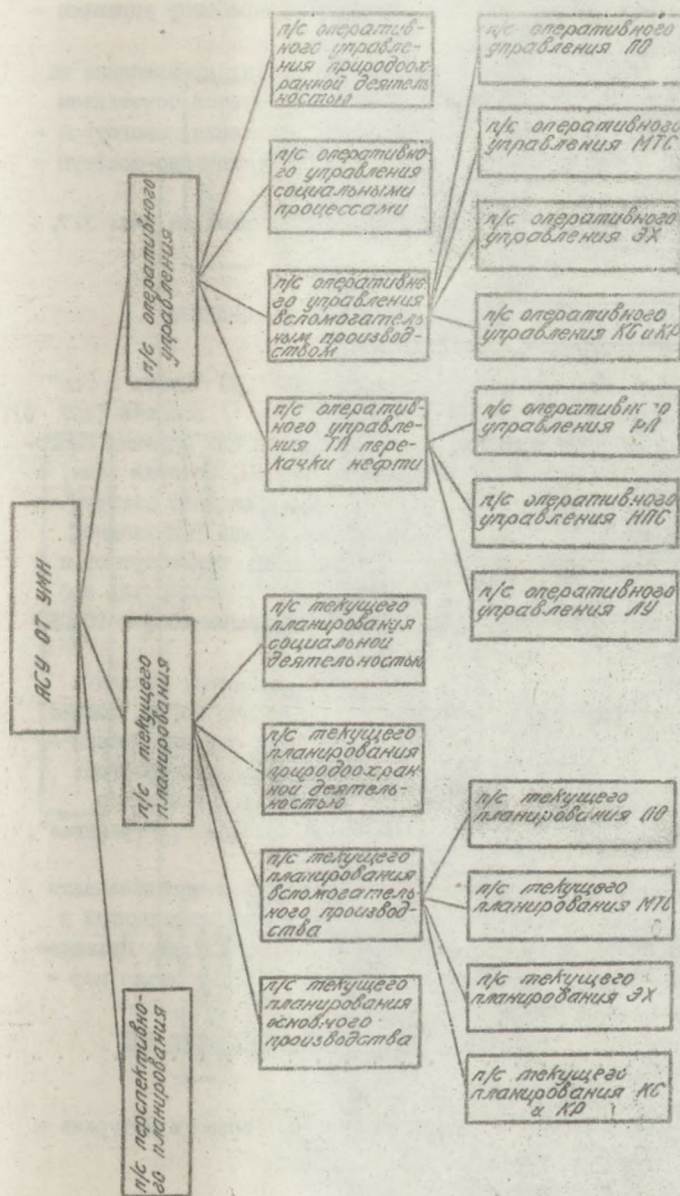


рис. 3.7. Структура ИСУ УМН

процесса в АСУ ТП и минимизация времени на выработку управляющих воздействий.

При синтезе АСУ ТП рассматривались варианты, приведенные на рис. 3.6. Выбранный вариант АСУ ТП характеризуется сочетанием централизованного и децентрализованного управления, многоуровневостью, а по функциям относится к АСУ информационно-советующего типа.

Синтез структур остальных подсистем, указанных на рис. 3.7, осуществлен по аналогичной схеме.

3.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ РЕГИОНАЛЬНЫМ ЦЕЛЕВЫМ КОМПЛЕКСОМ "НЕФТЬ И ГАЗ"

АСУ региональным целевым комплексом (АСУ РЦК) "Нефть и газ" является составной частью АСУ хозяйством области (АСУ О). Региональный целевой комплекс рассматривается как сложная многоуровневая система, состоящая из ряда подсистем, которая сама, в свою очередь, является подсистемой еще более сложной системы - хозяйства Томской области. В число подразделений РЦК входят предприятия и организации нефтегазодобывающей, транспортной и основных обслуживающих отраслей, подчиненные Министерству нефтяной промышленности СССР, министерствам геологии СССР и РСФСР, расположенные на территории области.

Основными задачами РЦК "Нефть и газ" являются: разведка месторождений, строительство мощностей по добыче нефти, добыча нефти и газа предприятиями народного хозяйства страны. Указанные задачи реализуются следующими подразделениями комплекса: производственным объединением (п/о) "Нефтегазгеология", п/о "Нефть", "Управление магистральными нефтепроводами", "Трансгаз".

Формирование задач управления предприятиями и организациями РЦК осуществляется на основе описания состояний предприятий и организаций, входящих в состав комплекса (см. рис. 3.8). Приведем для примера описание состояний подразделений РЦК и задач перспективного планирования.

Классификаторы структурных элементов и параметров РЦК "Нефть и газ"

Конечные продукты и их параметры:

- нефть, сданная народному хозяйству страны (объем в натуральном и стоимостном выражении).

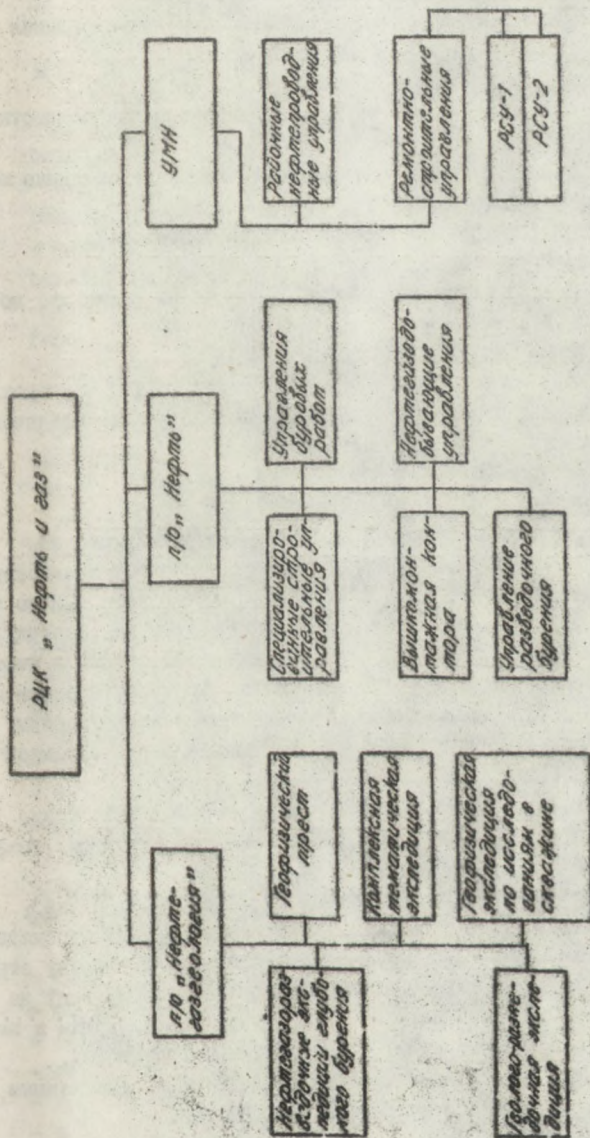


Рис. 3.8. Основные предприятия и организации, входящие в состав РЦК "Нефть и газ"

Предметы деятельности и их параметры:

- неоткрытые месторождения (ожидаемые запасы);
- разрабатываемые и вовлекаемые в разработку месторождения (продуктивность месторождений).

Средства деятельности и их параметры:

- основные фонды по добыче нефти (производственные мощности по добыче);
- основные фонды разведки месторождений (производственные мощности по разведке);
- нефтепровод (пропускная способность нефтепровода).

Параметры процесса:

- интегральные народнохозяйственные затраты на разведку, добычу и транспортировку нефти;
- объем капитальных вложений в РЦК;
- объемы работ по каждому виду деятельности (поиск месторождений, разведочное бурение, эксплуатационное бурение, извлечение нефти из пласта, транспорт нефти и т.д.);
- нормы и нормативы.

Задачи управления РЦК "Нефть и газ".

1. Управление поставкой нефти народному хозяйству страны.

1.1. Определение объема нефти, сдаваемой народному хозяйству страны и объемов работ по каждому виду деятельности РЦК по минимуму интегральных народнохозяйственных затрат на разведку, добычу и транспортировку с учетом потребностей страны в нефти; статистического прогноза добычи по новым и разрабатываемым месторождениям, прогноза запасов по неоткрытым месторождениям, производственных мощностей по добыче, разведке и пропускной способности нефтепровода.

1.2. Определение плановых заданий на каждый год пятилетки.

1.3. Контроль выполнения плана по сдаче нефти народному хозяйству страны.

2. Управление капитальными вложениями в РЦК "Нефть и газ".

2.1. Определение объема капитальных вложений в РЦК, необходимых для выполнения плана сдачи нефти народному хозяйству страны при ограничении на прирост объемов работ по каждому виду деятельности на плановый период по сравнению с предыдущим и имеющихся мощностей по разведке, добыче и транспорту нефти.

2.2. Распределение капитальных вложений по производственным объединениям и предприятиям, составляющим РЦК.

2.3. Контроль за использованием капитальных вложений в каждом из объединений и предприятий.

Классификатор структурных элементов и параметров
п/о "Нефть", осуществляющего добычу нефти

Конечные продукты и их параметры:

- добытая нефть (объем добычи в натуральном и стоимостном выражении);
- нефть, сданная УИИ (объем в натуральном и стоимостном выражении);
- построенные объекты обустройства месторождений (производственные мощности в номенклатуре);
- построенные и испытанные новые эксплуатационные скважины (продуктивность);
- незавершенное строительство (объем).

Предметы деятельности и их параметры:

- месторождения нефти (продуктивность месторождений, геофизические данные нефти, наличие подготовленных запасов нефти по категориям);
- материально-технические ресурсы (объем в натуральном и стоимостном выражении).

Средства деятельности и их параметры:

- общий фонд добывающих скважин, основное оборудование для эксплуатационного бурения, объекты промышленного и межпромышленного обустройства (производственные мощности по добыче нефти, стоимость основных фондов);
- энергия (объем потребления);
- строительные машины (производительность, стоимость);
- транспортные средства (производственные мощности по перекачке нефти).

Кадры и их параметры:

- трудовые ресурсы п/о "Нефть" (численность работающих - всего и по категориям, фонд заработной платы).

Параметры процесса:

- темпы отбора нефти;
- объем работ по добыче нефти;
- общий объем затрат на добычу;
- себестоимость 1 т добываемой нефти;
- объем капитальных вложений по статьям;
- нормы (материало - и энергоемкость по видам работ, нормы ор-

ганизации производства и т.д.);

- режимы эксплуатации месторождений.

Задачи управления деятельностью п/о "Нефть"

I. Управление добычей нефти.

I.1. Определение объема добычи нефти, темпов отбора нефти и объема работ по добыче, минимизирующих себестоимость добычи I т нефти исходя из продуктивности новых и разрабатываемых месторождений, геофизических данных нефти, наличия запасов при ограничении на объем мощностей по добыче нефти, объем капитальных вложений в добычу и план сдачи нефти народному хозяйству страны.

I.2. Определение объема добычи нефти на каждом месторождении нефтесобирающего комплекса (НГДК) по годам пятилетки, необходимого для выполнения пятилетнего планового задания по добыче нефти в целом по предприятию при условии минимизации затрат на каждом месторождении, как функции от объема добычи.

I.3. Контроль выполнения плана добычи нефти на месторождениях комплекса с периодичностью в один год.

2. Управление поступлением запасов, подготовленных в п/о "Нефтегазгеология"

2.1. Определение запасов нефти, требуемых для обеспечения планируемых объемов добычи на пятилетку исходя из планируемых темпов отбора нефти и режимов эксплуатации месторождений.

2.2. Планирование скорости поступления запасов в каждом году пятилетки для обеспечения необходимой текущей добычи нефти.

2.3. Контроль скорости введения запасов в разработку.

3. Управление строительством объектов обустройства.

3.1. Планирование потребности в строительстве новых объектов промышленного и межпромышленного обустройства (определение номенклатуры и производственных мощностей строящихся объектов) для обеспечения заданных объемов добычи нефти по минимуму объема капитальных вложений в обустройство и объема незавершенного строительства при ограничении на прирост добычи нефти на планируемый период по сравнению с предыдущим; на мощности строительных организаций и наличие уже построенных объектов обустройства.

3.2. Составление календарного плана строительства объектов промышленного и межпромышленного обустройства.

3.3. Контроль выполнения плана строительства.

4. Управление строительством эксплуатационных скважин.

4.1. Планирование строительства эксплуатационных скважин, необходимых для выполнения плановых заданий по добыче нефти с учетом рассогласования между планируемым объемом добычи и прогнозом, составленным исходя из режимов эксплуатации разрабатываемых месторождений, наличия запасов имеющихся мощностей по добыче нефти по минимуму затрат на строительство и при ограничении на буровые мощности.

4.2. Определение расположения, очередности ввода скважин для обеспечения планируемой текущей добычи нефти по каждому месторождению.

4.3. Контроль выполнения плана строительства эксплуатационных скважин.

5. Управление обеспечением процесса добычи нефти необходимым сырьем, материалами, техникой и энергией.

5.1. Планирование потребности объединения в материально-технических и энергетических ресурсах, необходимых для выполнения плановых заданий по объему добычи нефти по минимуму общей стоимости всех ресурсов исходя из норм материало- и энергоёмкости по каждому виду работ (эксплуатационное бурение, вышкостроение, извлечение нефти из пласта) и при ограничении на планируемые объемы работ.

5.2. Составление календарного графика и адресов поступления материально-технических и энергетических ресурсов.

5.3. Контроль поступления ресурсов.

Классификатор структурных элементов и параметров п/о "Нефтегазгеология", осуществляющего разведку месторождений

Конечные продукты и их параметры:

- открытие месторождения нефти (разведанные запасы, геолого-физические данные нефти);
- построенные новые объекты обустройства (производственные мощности в номенклатуре);
- построенные и испытанные разведочные скважины (глубина скважин, продуктивность);
- незавершенное строительство (объем).

Предметы деятельности и их параметры:

- неоткрытые месторождения (ожидаемые запасы);
- материально-технические ресурсы (объем в натуральном и стоимостном выражении).

Средства деятельности и их параметры:

- фонд разведочных скважин, объекты обустройства, основное оборудование (производственные мощности в номенклатуре);
- энергия (объем потребления);
- строительная техника (производительность, стоимость в номенклатуре);
- транспорт (грузоподъемность, количество по видам транспорта).

Кадры и их параметры:

- трудовые ресурсы п/о "Томскнефтегазгеология" (численность работающих - всего и по категориям, фонд заработной платы).

Параметры процесса:

- объем геолого-разведочных работ (по видам работ);
- интегрированные затраты на разведку;
- стоимость прироста I т запасов;
- объем капитальных вложений по статьям;
- нормы и нормативы.

Задача управления деятельностью п/о "Нефтегазгеология"

1. Управление геолого-разведочными работами.

1.1. Определение объемов геолого-разведочных работ, необходимых для обеспечения требуемых запасов нефти, минимизирующих стоимость прироста I т запасов с учетом того, что суммарные запасы месторождений, вовлекаемых в разработку, не должны превышать объемов подготовительных запасов при ограничении на капитальные вложения в разведку; состояние запасов на начало планового периода и геофизические характеристики пластов; прогноз запасов по неоткрытым месторождениям.

1.2. Составление календарного плана работ, обеспечивающих требуемую скорость поступления запасов в каждом году пятилетки.

1.3. Контроль выполнения плана геолого - разведочных работ.

2. Управление строительством объектов обустройства.

2.1. Планирование потребности в строительстве новых объектов промышленного обустройства по минимуму объема капитальных вложений в обустройство и объема незавершенного строительства при ограничении на планируемые объемы геолого - разведочных работ и планируемый прирост запасов; на мощности строительных организаций и наличие уже построенных объектов обустройства.

2.2. Составление календарного плана строительства объектов обустройства.

2.3. Контроль выполнения плана строительства.

3. Управление обеспечением геолого-разведочных работ необходимым сырьем, материалами, техникой и энергией.

3.1. Планирование потребности объединения в материально-технических и энергетических ресурсах, необходимых для выполнения плановых объемов геолого-разведочных работ по минимуму общей стоимости всех ресурсов исходя из норм материало- и энергоёмкости по каждому виду работ.

3.2. Составление календарного графика и адресов поступления материально-технических и энергетических ресурсов.

3.3. Контроль поступления ресурсов.

Классификаторы структурных элементов и параметров УМН,
осуществляющего транспорт нефти

Конечные продукты и их параметры:

- сданная нефть (объем в натуральном и стоимостном выражении);
- потери нефти (объем в натуральном выражении);
- построенные новые объекты (производственные мощности в номенклатуре).

Предметы деятельности и их параметры:

- добытая нефть, полученная от п/о "Нефть" (объем в натуральном и стоимостном выражении);
- материально-технические ресурсы (объем в натуральном и стоимостном выражении).

Средства деятельности и их параметры:

- магистральный нефтепровод (пропускная способность нефтепровода);
- строительная техника, оборудование и т.д. (строительные мощности).

Кадры и их параметры:

- трудовые ресурсы УМН (численность - всего и по категориям, фонд заработной платы).

Параметры процесса:

- грузооборот;
- затраты на перекачку;
- капитальные вложения по статьям;
- нормы и нормативы.

Задачи управления деятельностью УМН

I. Управление транспортом нефти.

1.1. Определение плана перекачки нефти, минимизирующего потери нефти, затраты на перекачку при ограничении на пропускную способность нефтепровода, план сдачи нефти народному хозяйству страны, объем расхода нефти на собственные нужды и плановых заданий по приему нефти от п/о "Нефть".

1.2. Распределение пятилетнего плана по годам с учетом объемов текущей добычи нефти в п/о "Нефть".

1.3. Контроль выполнения плана перекачки нефти.

2. Управление развитием структуры нефтепроводной сети.

2.1. Определение номенклатуры и производственных мощностей новых объектов строительства, в том числе новых ниток нефтепровода, резервуарных парков и нефтеперекачивающих станций, по минимуму капитальных вложений в строительстве новых объектов с учетом плана перекачки нефти, прироста добычи нефти на планируемый период по сравнению с предыдущим, местонахождения и геолого-промышленных характеристик новых месторождений, ограничений на строительные мощности.

2.2. Составление календарного графика строительства новых объектов.

2.3. Контроль хода выполнения плана строительства.

3. Управление обеспечением процессов перекачки нефти и строительства новых объектов материально-техническими и энергетическими ресурсами.

3.1. Планирование потребности УМНЦ в сырье, материалах и энергии, необходимых для выполнения плановых заданий по перекачке нефти по минимуму общей стоимости всех ресурсов исходя из норм материало- и энергоемкости.

Кроме задач перспективного планирования для предприятий и организаций, входящих в состав РЦК (рис. 3.8), составлены задачи годового и оперативного управления.

Для всех сформированных задач определены функции системы управления и выбраны функции, подлежащие автоматизации в рамках первой очереди АСУ РЦК.

Процесс синтеза АСУ РЦК начинается с формирования описания состояния АСУ. На рис. 3.9 указаны основные связи АСУ РЦК с подсистемами окружающей среды. Ниже дается примерный перечень входной и выходной информации АСУ РЦК.

Ж_{1,2} - варианты планов функционирования и развития РЦК "Нефть и газ", периодическая информация о результатах деятельности комплекса, о ходе выполнения плано-

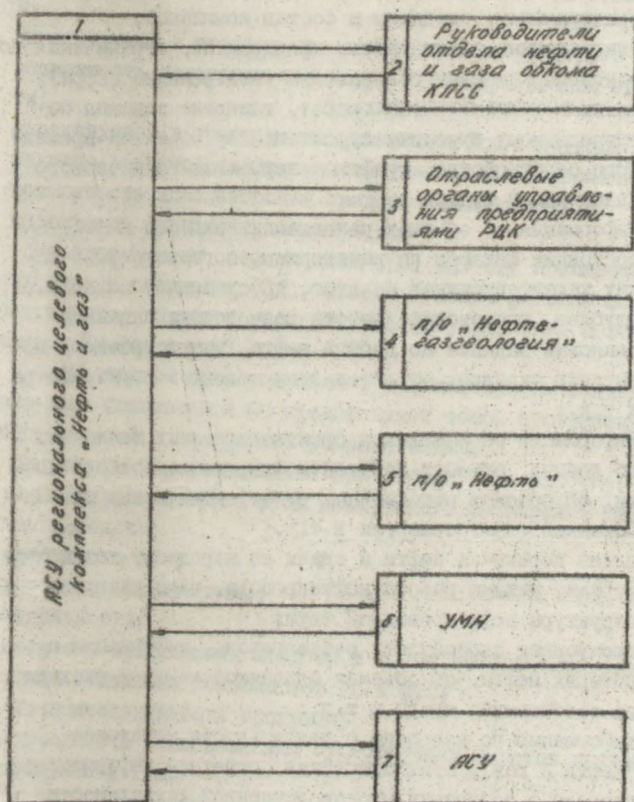


Рис. 3.9. Связи АСУ РСК «Нефть и газ».

- вых заданий, информация о наличии проблемной ситуации;
- $X_{2,1}$ - утвержденные планы деятельности НК, управленческие решения, рекомендации;
- $X_{1,3}$ - проекты планов, периодическая отчетная информация по предприятиям, входящим в состав комплекса;
- $X_{3,1}$ - утвержденные планы работы предприятий, ограничения по основным плановым показателям (контрольные цифры);
- $X_{1,4}$ - планы геолого-поисковых работ, плановые задания по разведочному бурению, строительству объектов временного обустройства, график материально-технического снабжения и т.д.;
- $X_{4,1}$ - информация об объемах разведанных запасов нефти, состоянии запасов по категориям, о геолого-физических характеристиках пластов, информация о количестве, глубине, производительности разведочных скважин;
- $X_{1,5}$ - плановые задания по добыче нефти, вышестроению, испытанию скважин, строительству объектов обустройства и т.д.;
- $X_{5,1}$ - информация об имеющихся производственных мощностях по добыче, объемах добытой нефти, темпах отбора нефти, об объемах выполненных работ, количестве использованной электроэнергии и т.д.;
- $X_{1,6}$ - планы перекачки нефти и сдачи ее народному хозяйству страны, режимы работы нефтепровода, план развития структуры нефтепроводной сети;
- $X_{6,1}$ - пропускная способность нефтепровода, информация о потерях нефти, об объемах сдаваемой нефти и расходе на собственные нужды и т.д.;
- $X_{1,7}$ - информация по запросам о деятельности комплекса "Нефть и газ", статистическая отчетная информация;
- $X_{7,1}$ - запросы о состоянии производственной деятельности НК, о выполнении планов, нормативно-справочная информация.

Основными параметрами выходной и входной информации являются: достоверность, полнота, форма представления и т.д.

Техническое обеспечение АСУ НК представляет собой комплекс технических средств, обеспечивающий решение задач (перспективного, годового, оперативного) управления. КТС представляет совокупность устройств (ЭВМ, средства телеобработки, периферийная техника, оргтехника, средства связи и т.д.), обеспечиваю -

щих сбор, передачу, регистрацию, хранение, обработку и отображение данных абонентов-пользователей АСУ РЦК.

Параметры КТС, которые должны учитываться при синтезе АСУ РЦК:

- аппаратная и программная совместимость устройств комплекса;
- возможность изменения структуры КТС, наращивания его мощности;
- аппаратная и программная совместимость с другими АСУ;
- наличие развитой системы математического обеспечения;
- возможность использования средств телеобработки;
- надежность функционирования и др.

Под программным обеспечением (ПО) АСУ РЦК понимается общесистемное и специальное ПО, обеспечивающее решение задач (перспективного, годового и оперативного) управления целевым комплексом "Нефть и газ".

Общесистемное ПО осуществляет организацию вычислительного процесса. Специальное ПО представляет собой программную реализацию моделей и алгоритмов решения задач.

Параметры ПО, учитываемые при выборе и разработке:

- модифицируемость, то есть возможность расширения программных средств;
- надежность ПО;
- удобство эксплуатации;
- модульность;
- гибкость программных средств в части обеспечения взаимодействия отдельных компонентов ПО и КТС;
- машинезависимость программ;
- возможность использования существующих пакетов прикладных программ и т.д.

В АСУ РЦК задействованы административно-управленческие работники предприятий и организаций РЦК "Нефть и газ" (см. рис. 3.8), работники директивных (партийных и советских) органов, сотрудники, обслуживающие информационно-вычислительный процесс.

Параметры кадров: степень подготовленности к работе в условиях АСУ, численность, фонд заработной платы и т.д.

Параметры информационно-вычислительного процесса в АСУ РЦК, которые необходимо учесть при синтезе АСУ РЦК: оперативность переработки информации, затраты, надежность, степень участия человека в управлении, характер управления, степень централизации управления и т.д.

Основными критериями синтеза структуры АСУ РЦК являются:

- сокращение сроков принятия управленческих решений за счет своевременной и качественной обработки информации с помощью технических и программных средств сбора, передачи и обработки информации;
- повышение надежности обработки информации.

Задача синтеза АСУ состоит в выборе типа АСУ, КТС, ПО и информационного обеспечения (входной, выходной и перерабатываемой информации).

При синтезе АСУ РЦК рассматривались два основных типа АСУ:

- АСУ РЦК реализуется на базе вычислительного центра коллективного пользования ВЦ КП, города, являющегося технической базой АСУ области;
- для АСУ РЦК создается собственный вычислительный центр.

Проведенный расчет экономической эффективности вариантов, а также анализ технико-экономических показателей позволили выбрать вариант АСУ РЦК, использующий в качестве технической базы ВЦ КП города. Далее в рамках выбранного варианта АСУ РЦК, осуществлен синтез подсистем АСУ. АСУ РЦК декомпозируется на три подсистемы: блок перспективного планирования, блок текущего (годового) планирования, блок оперативного управления. В рамках блока перспективного планирования разрабатываются основные направления деятельности РЦК: расчет перспективных планов по добыче нефти и газа, перспективное планирование транспорта нефти и газа, перспективное планирование разведки нефтяных месторождений.

В блоке текущего планирования рассчитываются планы по добыче, транспорту и разведке нефти и газа. Расчет, например, текущих планов добычи включает планирование извлечения нефти из пласта, планирование подготовки нефти, планирование транспортировки по нефтепроводам п/о "Нефть", планирование испытания скважин, планирование бурения, планирование вышкостроения, планирование подготовительных работ и т.д.

В рамках блока оперативного управления АСУ РЦК решаются задачи оперативного управления разведкой, добычей и транспортом нефти и газа.

Для перечисленных блоков, так же как для АСУ РЦК в целом, были составлены описания состояния, сформулированы задачи синтеза, разработаны варианты блоков и проведен выбор наиболее эффективных из них.

3.4. РАЗРАБОТКА СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУ

В создании АСУ участвуют многочисленные коллективы высококвалифицированных специалистов различного профиля. Это пред-являет высокие требования к организации процесса разработки, испытания и внедрения, так как от организации зависит длительность разработки, стоимость системы и качество ее работы в последующий период эксплуатации. Процесс проектирования, испытания и внедрения обычно представляют в виде сетевых графиков. Для разработки процесса проектирования АСУ воспользуемся методами декомпозиции.

Пусть объектом моделирования является система, создающая АСУ. Под системой, создающей АСУ, понимается некоторая организационная система, включающая: систему, заказывающую АСУ; систему, которая занимается обоснованием необходимости создания АСУ; систему, проектирующую АСУ; систему, внедряющую АСУ. Часто выполнение указанных функций проводится только системой, которой требуется АСУ.

Основными конечными продуктами ОМ являются:

X_1 - созданная АСУ;

X_2 - документы, регламентирующие разработку АСУ.

Из ОС ОМ получает ресурсы для создания АСУ. Обозначим ресурсы через X_3 .

Декомпозиция X_1 по составу конечных продуктов позволяет зафиксировать отдельные виды обеспечений, образующие АСУ: алгоритмическое, информационное, программное, техническое; организационно-правовое, а также их составляющие.

Так, алгоритмическое обеспечение включает модели ОУ и алгоритмы сбора, обработки, хранения, передачи информации.

Информационное обеспечение включает массивы информации, хранимой и обрабатываемой в ОЗУ вычислительного комплекса, и массивы, хранимые во внешнем ЗУ.

Программное обеспечение состоит из внутреннего программного обеспечения и внешнего программного обеспечения, которое включает программы, реализующие расчеты по моделям и алгоритмам алгоритмического обеспечения.

Техническое обеспечение включает вычислительный комплекс, устройство связи с диспетчером, устройство связи с объектом, аппаратуру автоматики, установленную на объекте.

В организационно-правовое обеспечение входит комплекс положений и инструкций, определяющих процесс эксплуатации АСУ.

Декомпозиция $\mathcal{X}_2$ по составу конечных продуктов выделяет следующие основные виды информации: техническое задание на разработку АСУ; технический проект и рабочий проект АСУ.

Каждый из описанных выше КП имеет свою технологию разработки. Отметим, что эти технологии взаимосвязаны. Так, процесс разработки внешнего программного обеспечения может начинаться только после процесса разработки алгоритмов и моделей алгоритмического обеспечения, а разработке рабочего проекта АСУ предшествует разработка технического задания и технического проекта.

Рассмотрим подробнее технологию процесса создания АСУ. Для анализа этой технологии используется основание декомпозиции раздела 2.2, которое позволяет последовательно расчленять процесс проектирования и внедрения АСУ на последовательные и параллельные во времени процессы. Первоначально процесс можно представить в виде трех последовательно соединенных этапов: выявление потребности в АСУ, разработка АСУ, внедрение АСУ. В свою очередь каждый из этих процессов разбивается на подпроцессы и т.д. На рис. 2.10 приведен классификатор отдельных подпроцессов процесса проектирования АСУ. Перечислим процессы, указанные в классификаторе:

- I - проектирование и внедрение АСУ;
- I.1 - выявление потребности в АСУ;
- I.2 - разработка АСУ (1-й этап);
- I.3 - разработка АСУ (2-й этап);
- I.4 - внедрение АСУ.

Процесс I.1 - выявление потребности в АСУ включает следующие подпроцессы:

- I.1.1 - выявление проблем системы управления;
- I.1.2 - выявление целей проектируемой АСУ;
- I.1.3 - определение задач, подлежащих автоматизации;
- I.1.4 - разработка структуры АСУ;
- I.1.5 - определение задач по модернизации оборудования ОУ;
- I.1.6 - предварительная оценка эффективности АСУ;
- I.1.1.1 - выявление проблем, связанных с конечными продуктами системы управления;
- I.1.1.2 - выявление проблем, связанных со входами системы управления;
- I.1.1.3 - выявление проблем, связанных со структурой системы управления;

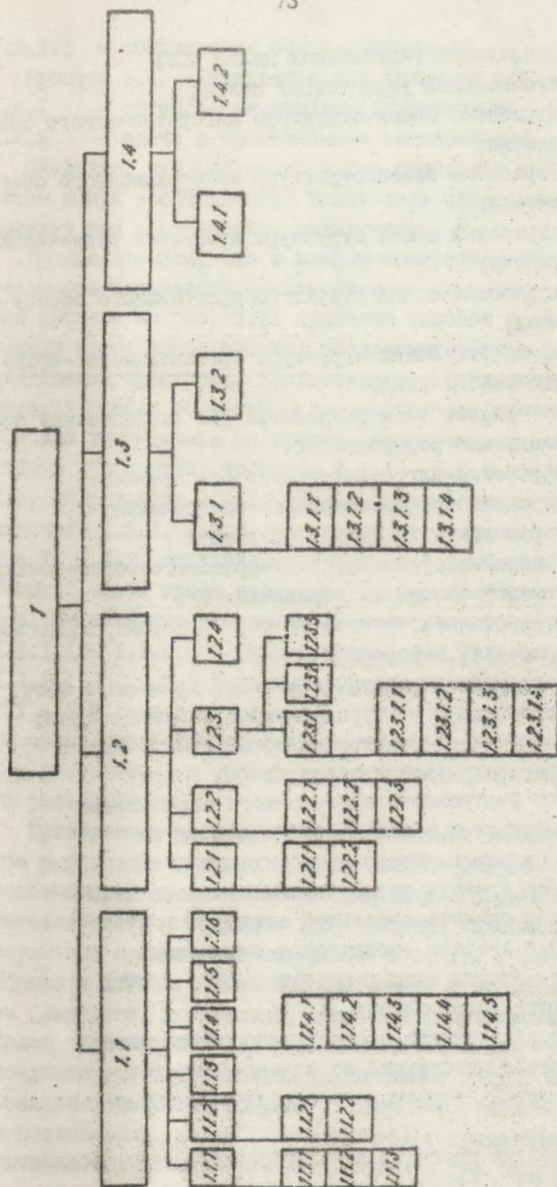


Рис. 3.10. Классификатор составов работ по созданию ИСУ

- I.1.2.1 - определение укрупненных целей АСУ;
- I.1.2.2 - декомпозиция укрупненных целей;
- I.1.4.1 - разработка общей структуры алгоритмического обеспечения;
- I.1.4.2 - разработка общей структуры информационного обеспечения;
- I.1.4.3 - разработка общей структуры комплекса технических средств;
- I.1.4.4 - разработка общей структуры программного обеспечения;
- I.1.4.5 - разработка общей структуры организационно-правового обеспечения.

Процесс I.2 - первый этап разработки АСУ (технический проект включает следующие подпроцессы:

- I.2.1 - разработка алгоритмического обеспечения;
- I.2.2 - разработка информационного обеспечения;
- I.2.3 - разработка технических средств;
- I.2.4 - разработка организационно-правового обеспечения;
- I.2.1.1 - разработка моделей управления ОУ;
- I.2.1.2 - разработка алгоритмов сбора, обработки, хранения и передачи информации;
- I.2.2.1 - разработка структуры массивов, хранимых в ОЗУ;
- I.2.2.2 - разработка структуры массивов внешней памяти;
- I.2.2.3 - разработка структуры информационных массивов;
- I.2.3.1 - выбор технических средств;
- I.2.3.2 - выбор внутреннего программного обеспечения;
- I.2.3.3 - размещение и наладка оборудования;
- I.2.3.1.1 - выбор управляющего вычислительного комплекса;
- I.2.3.1.2 - выбор средств связи (телемеханики и т.п.);
- I.2.3.1.3 - выбор средств локальной автоматизации;
- I.2.3.1.4 - выбор средств отображения информации.

Процесс I.3 - второй этап разработки АСУ (рабочий проект) включает следующие подпроцессы:

- I.3.1 - разработка внешнего программного обеспечения;
- I.3.2 - составление инструкций по пользованию программами;
- I.3.1.1 - разработка программного обеспечения моделей управления;
- I.3.1.2 - разработка программ для алгоритмов сбора, обработки, хранения и передачи информации;
- I.3.1.3 - индивидуальная отладка программ;

I.3.I.4 - комплексная отладка программ.

Процесс I.4. - внедрение АСУ включает следующие подпроцессы:

I.4.I - организация опытной эксплуатации;

I.4.2 - сдача в промышленную эксплуатацию.

Очевидно, что описанный набор процессов является достаточно общим и при необходимости может быть скорректирован как по составу, так и по глубине детализации.

Предполагается, что в каждом конкретном случае последовательность выполнения описанных выше процессов будет различной. Для примера на рис. 3.II приведен типовой граф связей, полученный путем использования последовательного и параллельного соединения процессов. Представляется рациональным формировать сетевой график по уровням классификатора процессов (рис.3.IO): сначала упорядочить во времени процессы I.I - I.4. Далее необходимо упорядочить процессы I.I.I - I.I.6, составляющие процесс I.I, упорядочить I.2.I - I.2.4, составляющие процесс I.2, упорядочить I.3.I, I.3.2, составляющие процесс I.3, упорядочить I.4.I, I.4.2, составляющие процесс I.4. Затем необходимо "сшить" части графа процессов на уровне перечисленных процессов. На следующем этапе необходимо упорядочить процессы I.I.I.I - I.I.I.3 в рамках процесса I.I.I, упорядочить I.I.2.I - I.I.2.2 в рамках I.I.2, упорядочить I.I.4.4.I - I.I.4.5 в рамках I.I.4 и т.д. Процесс "сшивания" частей на этом уровне детализации повторяется. Такое построение графа осуществляется до уровня элементарных процессов классификатора на рис. 3.IO.

Приведенный на рис. 3.II граф связей является иллюстративным и реальные сетевые графики должны разрабатываться с учетом особенностей объекта автоматизированного управления (его подготовленности к созданию АСУ, наличия вычислительной техники, первичных средств автоматизации и т.д.), требований, предъявляемых к АСУ, ограничений, связанных с используемыми ресурсами (людскими, временными, объемами финансирования и т.д.). Далее отметим, что для реализации отдельных функций технологии создания АСУ определяются необходимые кадры, средства и предметы деятельности. Кадрами, например, являются программисты и постановщики задач (алгоритмисты); средствами деятельности - вычислительная техника, используемая для отладки программ, различная оргтехника и т.д.

Основные документы, определяющие разработку АСУ, описывают

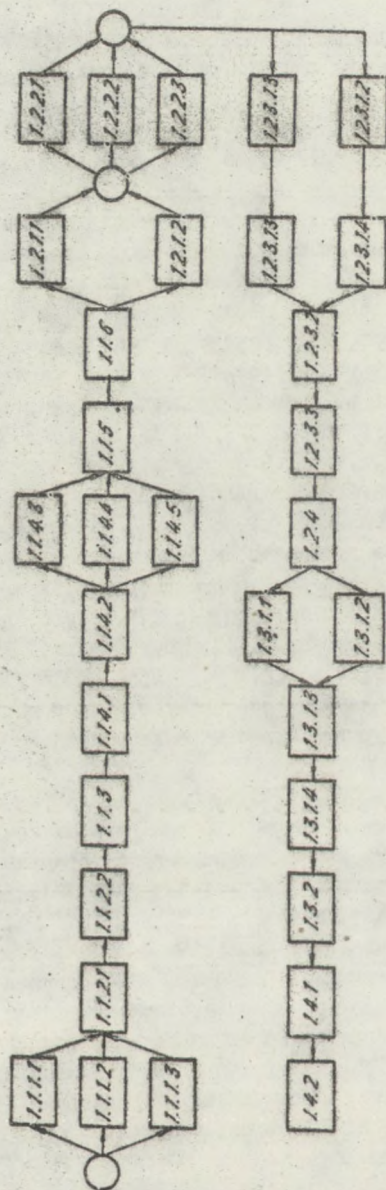


Рис. 3.11 Пример сетевой модели создания ЯСУ

ся в следующем разделе.

3.5. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ РАЗРАБОТКУ АСУ.

Этапы создания АСУ сопровождаются разработкой регламентирующих документов, основными из которых являются: техническое задание, технический проект, рабочий проект. Подробное описание содержания этих документов дается в работах [12-13].

Важнейшим документом, регламентирующим организацию и объем работ, затраты и ожидаемый экономический эффект от внедрения АСУ, является техническое задание (ТЗ) на АСУ. ТЗ должно включать следующие разделы:

- основание для проектирования. Указывается номер постановления или приказа вышестоящей организации на создание АСУ, организации, которые могут быть привлечены к созданию АСУ, источники получения финансирования;
- краткая характеристика объекта управления. Приводится название ОУ, основные экономические показатели работы, характер процесса функционирования, характеристика площадей, оборудования и т.д.;
- общая цель создания и назначение проектируемой АСУ. Содержится конкретная формулировка целей, которых необходимо достигнуть в результате внедрения АСУ;
- требования к функциональным подсистемам. Приводится характер задач и функций, подлежащих автоматизации и ориентировочная очередность автоматизации;
- требования к информационному обеспечению (ИО). Даются требования, предъявляемые к составу машинных массивов информации, к машинным носителям;
- требования к комплексу технических средств АСУ. Приводятся требования, предъявляемые к средствам сбора, обработки, передачи и отображения данных. Даются требования к ИУП (информационно-управляющему пункту) и периферийным пунктам (ПП) для сбора и выдачи информации;
- требования к математическому обеспечению (МО). Приводятся требования, предъявляемые к операционной системе (ОС), средствам автоматизации программирования, требования к типизации программ решения задач в АСУ;
- предварительная оценка эффективности АСУ. Должен быть приведен ориентировочный перечень затрат на приобретение оборудова -

ния, строительство ИУП и ПП, на монтаж и эксплуатацию оборудо-
вания, на проектирование АСУ, а также ожидаемый экономический
эффект от внедрения АСУ. На основании всех этих данных опреде-
ляется срок окупаемости затрат;

- требования к персоналу АСУ. Перечисляются требования, которым
должен удовлетворять персонал подразделений по разработке АСУ,
персонал ИУП, персонал, обслуживающий ПП;

- этапы разработки и внедрения АСУ. Приводятся основные этапы и
сроки создания АСУ.

Теперь рассмотрим документы, которые отражают процесс проек-
тирования АСУ. Сюда относятся технический проект и рабочий про-
ект (РП).

В состав технического проекта включаются следующие разделы:

- ведомость документации по ОУ;

- основные решения проекта.

Здесь должны быть отражены основания для проектирования, крат-
кая характеристика ОУ, структура АСУ, взаимосвязь подсистем,
основные решения по организации информационных массивов, по
выбору КТС, по составу задач, по математическому обеспечению
(МО), основные принципы функционирования АСУ, основные реше-
ния по подготовке объекта к внедрению АСУ; технико-экономи-
ческая оценка проектных решений;

- МО АСУ. В разделе приводятся состав и содержание линейных
массивов, описание информационных языков АСУ, информационная
модель АСУ;

- КТС АСУ. Здесь должен быть описан состав ТС, функционирова-
ние КТС;

- МО. В разделе дается описание структуры и состава МО АСУ, ал-
горитмов стандартных программ для решения задач АСУ, приемо-
ориентированных алгоритмических языков и сфер их применения,
операционных систем;

- проект ИУП и ПП. Проект должен включать основные функции ИУП
и ПП, организационную структуру ИУП, перечень оборудования и
схему его размещения, расчет необходимого персонала, расчет пло-
щадей и т.п.;

- экономическая эффективность АСУ. Приводится сводный расчет
затрат на проектирование и внедрение АСУ, расчеты затрат на эк-
сплуатацию АСУ, ожидаемого экономического эффекта от внедрения
АСУ, сроков окупаемости АСУ;

- план мероприятий по подготовке объекта к внедрению АСУ. При -

водится перечень мероприятий с указанием ответственных исполнителей и сроков исполнения.

Структура рабочего проекта должна соответствовать структуре технического проекта, однако его содержание имеет более конкретный характер. Он состоит из исполнительной и эксплуатационной документации (чертежи, схемы, инструкции, программы), которая непосредственно используется в процессе внедрения и эксплуатации АСУ. Объемы работ на этом этапе значительно превышают объемы на этапе технического проекта. В основном эти объемы обусловлены высокой трудоемкостью разработки программ решения задач и остальной эксплуатационной документации по задачам.

Рабочий проект содержит следующие разделы:

- ведомость документов;
- обоснование изменения проектных решений. Приводится перечень измененных по сравнению с техническим проектом решений и обоснование необходимости этих изменений;
- ИО АСУ. Дается методика организации информационной базы АСУ; разрабатываются типовые инструкции персоналу АСУ по ведению информации в системе;
- КТС АСУ. Дается модель функционирования КТС; инструкции по эксплуатации КТС, инструкции по проведению регламентных работ;
- МО. В разделе описываются операционная система, система контроля и диагностики, стандартные программы, программы отладки, рабочие инструкции по ведению программного обеспечения;
- рабочий проект ИУП и ИП. Рабочий проект содержит строительные чертежи, документацию по установке КТС, состав оборудования, должностные инструкции обслуживающему персоналу;
- уточненный расчет эффективности АСУ;
- план мероприятий по внедрению АСУ с указанием конкретных мероприятий, исполнителей и сроков.

ГЛАВА IV. СИНТЕЗ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

4.1. СТАДИИ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

С точки зрения конечных результатов и особенностей решаемых задач управления выделяются три стадии жизненного цикла разработки:

- синтез системы,
- создание системы,
- функционирование системы.

Поясним процесс разработки сложной системы на примере разработки межвузовского экспериментально-производственного комплекса (ЭПК) Высшей школы (ВШ) города. ЭПК нацелен на повышение качества НИР, рост эффективности использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов, ускорение внедрения результатов научных исследований в народное хозяйство.

На первой стадии осуществляется проектирование ЭПК, которое сводится к последовательному формированию различных вариантов подсистем производственной структуры (ОУ) ЭПК и вариантов системы управления ЭПК, а также выбору из них наиболее рациональной структуры объекта и системы управления.

На второй стадии проводятся работы по формированию новых и развитию существующих специализированных производств (подразделений) ЭПК. На этой стадии выполняются проектные работы, проводятся строительство и реконструкция производственных мощностей, обеспечивается поставка оборудования.

На третьей стадии необходимо обеспечить функционирование специализированных производств ЭПК.

Очевидно, что при синтезе (первая стадия) необходимо учитывать параметры, характеризующие вторую и третью стадии разработки системы. Например, на стадии синтеза ЭПК необходимо учитывать не только экономическую эффективность на стадии функционирования (третья стадия), но и затраты и сроки на стадии создания (вторая стадия).

Все множество управляемых параметров, описывающих разработку системы, разобьем на группы, каждая из которых описывает одну из трех стадий. В первую группу включим параметры, управляемые на стадии синтеза. Ко второй группе отнесем параметры, управляемые при конкретном воплощении синтезированной системы в реальную

систему; к третьей – параметры, управляемые на стадии функционирования созданной системы.

Модель разработки системы (ОМ), охватывающей все три стадии, включает три частные модели: модель синтеза, модель создания и модель функционирования. При построении модели синтеза ОМ будем предполагать, что управляемые параметры, описывающие функционирование ОМ (технологические параметры), и параметры, управляемые на стадии создания, зафиксированы. А варьируемыми параметрами являются параметры, описывающие синтезируемую структуру ОМ (конструктивные параметры) на первой стадии.

В модели создания ОМ будем фиксировать конструктивные и технологические параметры, а варьируемые параметры связаны с выполнением проектных работ и работ по практическому созданию системы (ОМ).

В модели функционирования (оптимального управления) ОМ варьируемыми параметрами являются технологические параметры процесса (процессов), а конструктивные параметры и параметры, связанные с созданием ОМ, фиксируются.

Конструктивные параметры, описывающие стадию синтеза процесса разработки ЭПК, связаны с перечнем специализированных производств, которые могут быть включены в производственную структуру ЭПК в различных сочетаниях списком возможных технологий производства одних и тех же конечных продуктов ЭПК, перечнем возможных средств и предметов деятельности и т.д. После синтеза ЭПК эти параметры фиксируются.

Параметры, описывающие стадию создания ЭПК, связаны с возможными методами ведения проектных работ, с альтернативами использования техники и технологии строительства и т.д.

Параметры функционирования ЭПК определяют объемы и сроки производства конечных продуктов ЭПК, режимы работы подразделений ЭПК и т.д.

В следующем разделе описывается алгоритм синтеза ОМ (первая стадия процесса разработки ОМ). Здесь предполагается, что в общем случае осуществляется синтез как ОМ в целом, так и его управляемой и управляющей частей.

4.2. ОБЩИЙ АЛГОРИТМ СИНТЕЗА СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ

Синтез сложной системы (ОМ), блок-схема которого дана на рис. 4.1а, б, в, г, проводится в следующем порядке:

- описание состояния ОМ в целом;
- формирование допустимых вариантов ОМ и выбор наиболее эффективного;
- описание состояний управляемой и управляющей частей (ОУ и СУ) ОМ;
- формирование допустимых сочетаний вариантов ОУ и СУ и выбор наиболее эффективного сочетания;
- последовательная декомпозиция ОУ на подсистемы, формирование описания подсистем, разработка допустимых сочетаний вариантов подсистем ОУ, выбор наиболее эффективного сочетания подсистем и определение функций СУ для управления подсистемами оптимального сочетания;
- последовательная декомпозиция СУ на подсистемы, составление описания подсистем, формирование вариантов подсистем, выделение допустимых сочетаний подсистем и выбор из них наиболее эффективного.

Алгоритм синтеза иллюстрируется на примере синтеза ЭПК города, описанном в следующем разделе.

Ниже описывается блок-схема алгоритма синтеза, включающая 64 этапа.

1. Определение ОМ. Заключается в выделении той части мира, которую необходимо синтезировать.

2. Выбор типа модели ОМ. Для синтеза ОМ используются три типа моделей, ориентированных на различные циклы управления: перспективное, текущее и оперативное. Каждому типу модели ОМ соответствует свой уровень агрегированности (детальности) описания ОМ. Отметим, что сначала синтезируется структура ОМ, связанная с перспективным планированием. Далее в рамках этой структуры проводится синтез ОМ для текущего планирования. И, наконец, проводится синтез ОМ для оперативного управления. При этом синтез проводится в условиях ограничений, связанных с моделью ОМ первых двух типов.

3. Выделение ОС. Здесь и далее предполагается, что как для ОМ в целом, так и для каждой его подсистемы выделяется окружа-

83

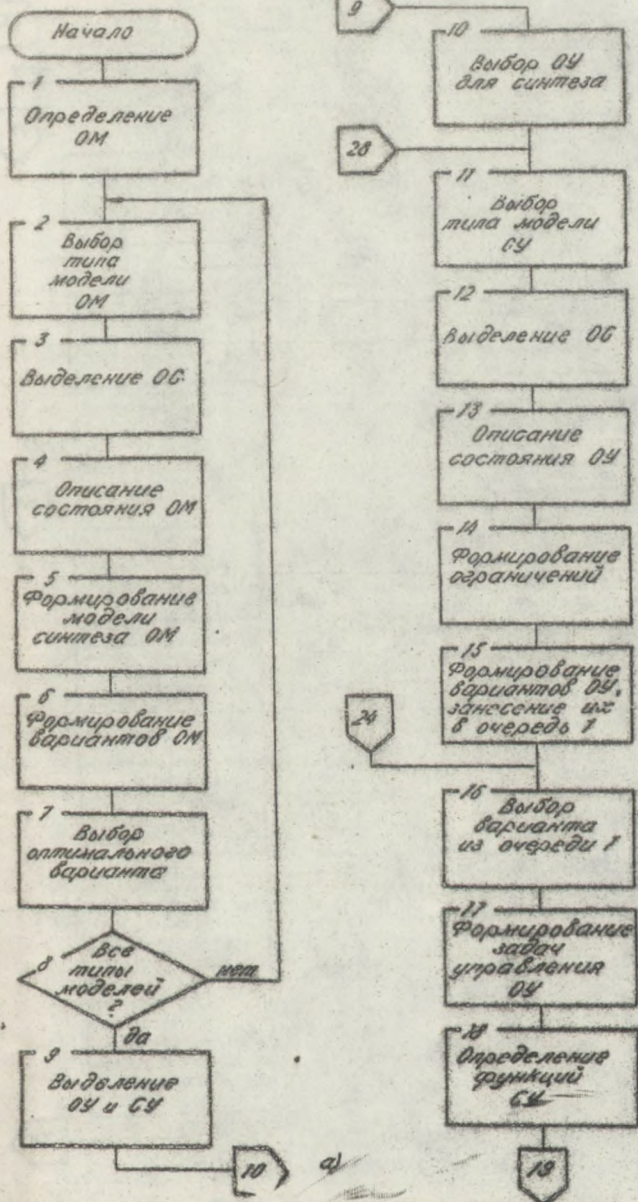


Рис. 4.1. Блок-схема синтеза сложной системы

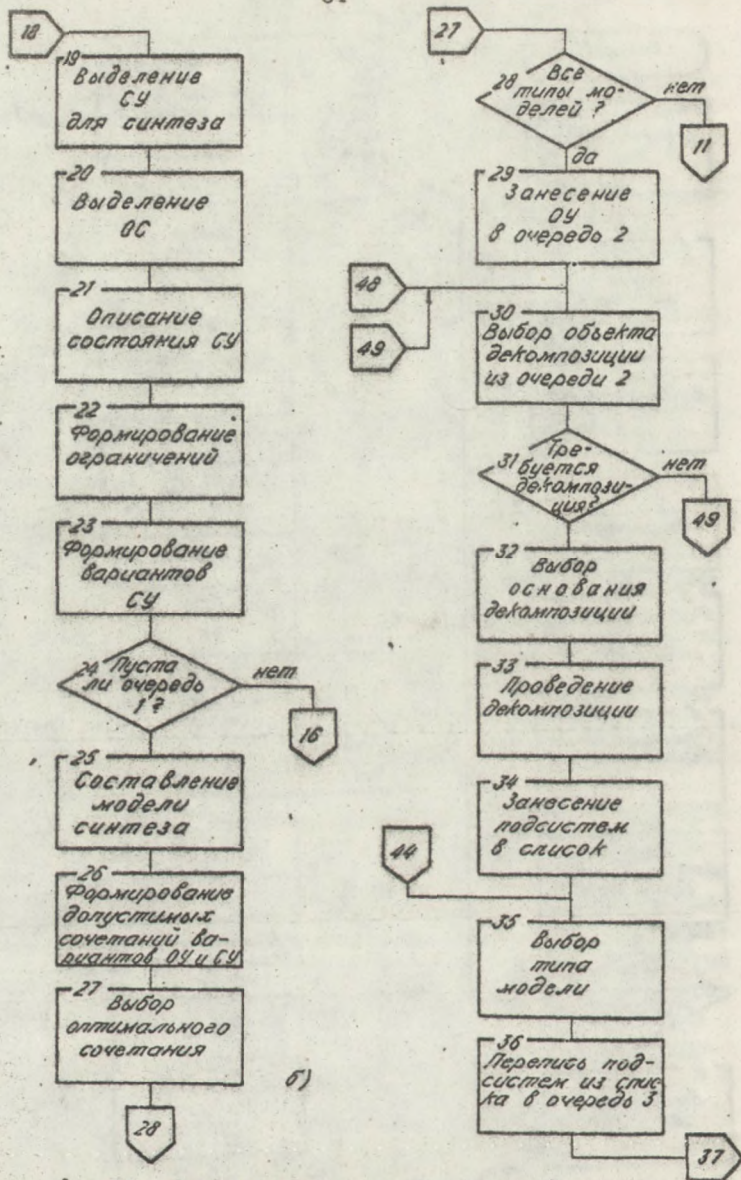


Рис. 4.1. Блок-схема синтеза сложной системы

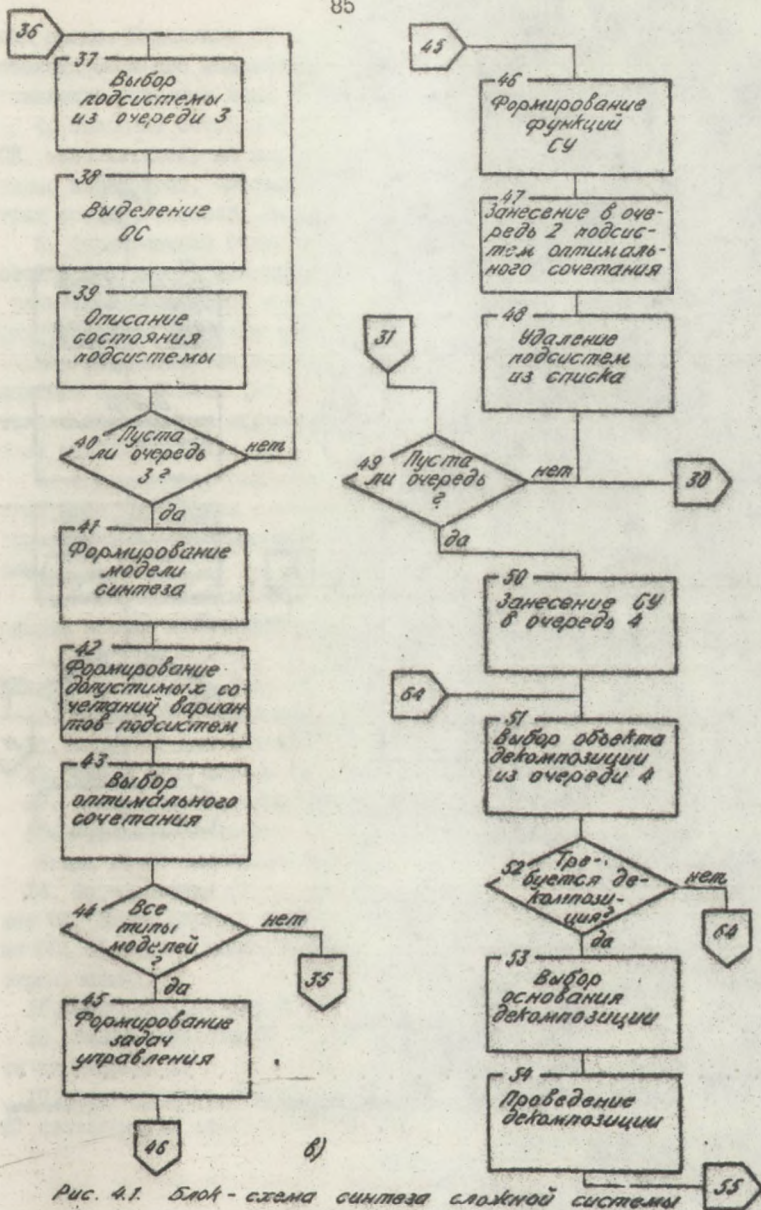


Рис. 4.1. Блок-схема синтеза сложной системы

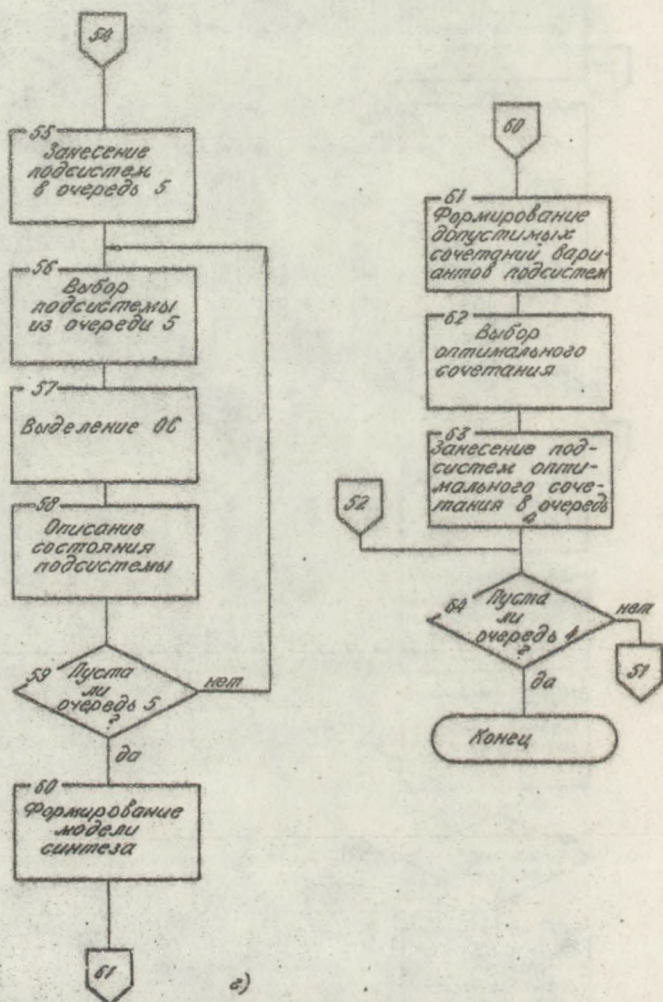


Рис. 4.1. Блок - схема синтеза сложной системы

шая среда. Выделение ОС проводится для составления описания состояния СМ и его подсистем. Подробности декомпозиции ОС для составления описания даны в разделе 2.4.

4. Описание состояния СМ. Описание включает перечень КИ, ИД, СД, исполнителей, их параметров и параметров процесса в СМ. В число параметров, описывающих состояние СМ, входят параметры всех трех стадий: синтеза, создания и функционирования.

5. Формирование модели синтеза СМ. Под задачей синтеза понимается совокупность критерия (критериев) и ограничений. В число ограничений включаются ограничения на конструктивные параметры, фиксированные значения технологических параметров и параметров стадии создания. Так как синтез СМ проводится последовательно для каждого типа модели (этап 2), то в число ограничений последовательно добавляются ограничения на параметры, связанные с предыдущими типами модели.

6. Формирование вариантов СМ. Отдельному варианту соответствует своя комбинация элементов и параметров. Полезно выделять альтернативы СМ по технологии и альтернативы по используемым ресурсам.

7. Выбор оптимального варианта СМ. Для выбора оптимального варианта широко используются экспертные методы.

8. Все типы модели. Если рассмотрены все типы моделей, то переходим к этапу 9. Если нет, то возвращаемся к этапу 2.

9. Выделение управляемой и управляющей частей (ОУ и СУ) СМ.

10. Выбор ОУ для синтеза.

11. Выбор типа модели ОУ.

12. Выделение ОС, существенной для ОУ.

13. Описание состояния ОУ.

Этапы 10-13 выполняются аналогично этапам 1-4.

14. Формирование ограничений на параметры, описывающие состояние ОУ. Здесь формируются ограничения, накладываемые подсистемами ОС, СУ и СМ в целом (внешние, междоисследовательские и междуровневые ограничения).

15. Формирование вариантов ОУ, занесение их в очередь.

16. Выбор варианта ОУ из очереди I. Выбранный вариант удаляется из очереди I.

17. Формирование задач управления ОУ. Здесь на основе описания ОУ составляется задача (задачи) управления ОУ, включающая крите-

рий (критерии) и ограничения. Отметим, что ограничения в задачах управления не совпадают с ограничениями этапа I4. Ограничения этапа I4 используются для решения задачи синтеза, а ограничения этапа I7 используются для решения задачи управления.

18. Определение функций СУ для выбранного варианта ОУ. По решению каждой задачи, сформированной на предыдущем этапе, СУ должна выполнять следующие функции: сбор информации, передачу, регистрацию, отображение и т.д. На данном этапе выявляются функции СУ по решению всех задач управления выбранным вариантом ОУ. Эти функции образуют функциональную структуру СУ.

19. Выделение СУ выбранным вариантом ОУ для синтеза.

20. Выделение ОС для СУ.

21. Описание состояния СУ.

22. Формирование ограничений на параметры СУ для синтеза.

23. Формирование вариантов СУ, удовлетворяющих ограничениям этапа 22.

24. Пуста ли очередь I7? В случае отрицательного ответа возвращаемся на этап I6. В случае положительного ответа - к этапу 25.

25. Составление модели синтеза ОУ и СУ. Здесь формируются критерии синтеза и ограничения на параметры.

26. Формирование допустимых сочетаний вариантов ОУ и СУ. Очевидно, что не любые сочетания ОУ и СУ, удовлетворяющие ограничениям этапа I4 и этапа 22, удовлетворяют ограничениям этапа 25.

27. Выбор оптимального сочетания ОУ и СУ.

28. Все типы модели? Если рассмотрены все типы модели, то переходим к этапу 29. Если нет, то - к этапу II.

29. Занесение ОУ в очередь 2 для декомпозиции.

30. Выбор объекта декомпозиции из очереди 2. Выбранный объект исключается из очереди.

31. Требуется декомпозиция? Если нет, то переходим к этапу 49. Если да, то - к этапу 32.

32. Выбор основания декомпозиции из числа оснований, описанных в разделе 22.

33. Проведение декомпозиции.

34. Занесение подсистем, полученных при декомпозиции в список.

35. Выбор типа модели.

36. Перепись подсистем из списка в очередь 3.

37. Выбор подсистемы из очереди 3. Выбранная подсистема удаляется из очереди.

38. Выделение ОС, существенной для рассматриваемой подсистемы.
39. Описание состояния подсистемы.
40. Пуста ли очередь? Если нет, то переходим к этапу 37. Если да, то - к этапу 41.
41. Формирование модели синтеза дочерних подсистем.
42. Формирование допустимых вариантов дочерних подсистем.
43. Выбор оптимального сочетания дочерних подсистем.
44. Все типы модели? Если рассмотрены все типы модели, то переходим к этапу 45. Если нет, то - к этапу 35.
45. Формирование задач управления трех типов для подсистем оптимального сочетания, выбранного на этапе 43.
46. Формирование функций СУ подсистемами оптимального сочетания.
47. Занесение в очередь 2 подсистем оптимального сочетания для декомпозиции.
48. Удаление подсистем из списка.
49. Пуста ли очередь 2? Если нет, то переходим к этапу 30. Если да, то - к этапу 50.
50. Занесение СУ в очередь 4 для декомпозиции. На первом проходе в очереди 4 будет только один объект декомпозиции - СУ в целом.
51. Выбор объекта декомпозиции из очереди 4. Выбранный объект удаляется из очереди.
52. Требуется декомпозиция? Если требуется, то переходим к этапу 53. Если нет, то - к этапу 64.
53. Выбор основания декомпозиции.
54. Проведение декомпозиции.
55. Занесение полученных при декомпозиции подсистем, которые предстоит синтезировать в очередь 5.
56. Выбор подсистемы из очереди 5. Выбранная подсистема удаляется из очереди.
57. Выделение ОС, существенной для подсистемы.
58. Описание состояния подсистемы.
59. Пуста ли очередь 5? Если нет, то переходим к этапу 56. Если да, то - к этапу 60.
60. Формирование модели синтеза дочерних подсистем.
61. Формирование допустимых сочетаний вариантов дочерних подсистем.

62. Выбор оптимального сочетания подсистем.

63. Занесение подсистем оптимального сочетания в очередь 4 для декомпозиции.

64. Пуста ли очередь 4? Если нет, то переходим к этапу 51. Если да, то процесс синтеза заканчивается.

Описанный алгоритм может также использоваться для построения модели создания СМ. В том случае, когда объект управления задан и речь идет о синтезе СУ (АСУ), необходимо пользоваться алгоритмом, описанным в разделе 3.1. Этот алгоритм является частным случаем общего алгоритма синтеза, описанного в настоящем разделе.

4.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕЖВУЗОВСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

В разделе 4.1 описаны цели и стадии разработки межвузовского ЭПК Высшей школы города. Ниже осуществляется синтез ЭПК по обобщенному алгоритму, описанному в разделе 4.2.

Синтез ЭПК (стадия I разработки системы) сводится к формированию различных вариантов организации производственной структуры и системы управления ЭПК. Основными этапами синтеза ЭПК являются:

а) составление описания состояния ЭПК в целом путем формирования классификаторов КП, ЦД, СД, кадров, их параметров и параметров процесса в ЭПК;

б) формирование допустимых вариантов ЭПК и выбор наиболее эффективного;

в) составление описания состояния производственной структуры ЭПК (специализированных производств и подразделений) и системы управления ЭПК (ОУ и СУ);

г) формирование допустимых вариантов ОУ и СУ и выбор наиболее эффективного сочетания производственной структуры и системы управления ЭПК;

д) синтез производственной структуры ЭПК путем последовательной декомпозиции на подсистемы, составления описания их состояний, формирования вариантов дочерних подсистем и выбора наиболее эффективного их сочетания;

е) синтез системы управления специализированными производствами и подразделениями ЭПК путем последовательной декомпозиции на подсистемы, составления описания их состояний, формирования

вариантов дочерних подсистем СУ и выбора наиболее эффективного их сочетания.

Опишем основные элементы и параметры состояния ЭПК.

Конечные продукты ЭПК и их параметры: конструкторско-технологические работы, материальная продукция и услуги, производственное обслуживание, капитальное строительство (объем в натуральном и стоимостном выражении, количество).

Предметы деятельности ЭПК и их параметры: материально-технические и энергетические ресурсы (объем в натуральном и стоимостном выражении).

Средства деятельности ЭПК и их параметры: основные фонды (производственная мощность), финансы (расход, приход финансов).

Кадры ЭПК и их параметры: рабочие, служащие и ИТР (численность, фонд заработной платы).

Параметры процесса в ЭПК: степень юридической самостоятельности, степень хозяйственной самостоятельности, затраты на производство и управление, прибыль, себестоимость, производственные нормативы.

Основными вариантами межвузовского ЭПК являются:

- система, в которой предприятия и организации сохраняют хозяйственную и юридическую самостоятельность. Управление такими системами заключается в координации деятельности участников кооперирования. Примером является организация межвузовского кооперирования в г. Ленинграде;
- система, в которой предприятия и организации не имеют хозяйственной и юридической самостоятельности и объединены в единую организацию. Например, межвузовский центр обслуживания научных исследований в г. Днепропетровске,
- система, объединяющая межвузовские специализированные производства (подразделения), находящиеся на балансе вузов и других учреждений высшей школы с централизованным функциональным управлением ими;
- система, в которой сочетается централизация функций обслуживания и децентрализация функций управления. Система создается на основе долевого участия вузов, заинтересованных в однородных видах услуг, в форме обслуживающего предприятия коллективного пользования. Управление предприятием осуществляется через коллегиальный орган;

- система, в которой сочетаются вышеперечисленные варианты развития межвузовского кооперирования.

Для развития межвузовского кооперирования пусть выбрана система, объединяющая межвузовские специализированные производства (подразделения), находящиеся на балансе вузов и других учреждений высшей школы с централизованным функциональным управлением.

Выбор данного типа системы определили такие достоинства:

возможность использования на начальном периоде создания системы существующего потенциала вузов (загрузки свободных производственных мощностей путем диспетчеризации, повышение коэффициента сменности работы оборудования, распространения передовой техники опыта, развитие производственной и другой базы на договорной основе за счет внутренних резервов и т.д.);

- развитие и создание специализированных производств (подразделений) на базе существующих в вузах и НИИ, возможности первоначального проведения реконструкции и строительно-монтажных работ хозяйственным способом;

взаимной заинтересованности и ответственности вузов, участвующих в развитии кооперирования;

возможности применения программно-целевых структур для достижения наиболее важных конечных результатов.

Объектом управления ЭПК являются научно-исследовательские части вузов, их структуры, обеспечивающие межвузовское обслуживание научных исследований, специализированные экспериментально-производственные и конструкторские подразделения, а также обслуживающие и вспомогательные службы вузов и НИИ.

Системой управления ЭПК являются отраслевые и территориальные органы управления - Минвуз и местные органы, аппараты управления вузов и НИИ, органы управления ЭПК.

Основными вариантами организации специализированных производств и подразделений (ОУ ЭПК) являются:

а) централизованное производство на базе одного из учреждений высшей школы;

б) децентрализованное производство;

в) децентрализованное производство с базовой (головной) организацией;

г) производство смешанного типа, включающее как централизованное производство, так и децентрализованное производство с ба-

зовой (головной) организацией.

Вариант "г" является сочетанием вариантов "а" и "б".

Основные варианты системы управления ЭПК сформированы по параметру "степень программности" [15]. Данный параметр является параметром процесса в системе управления. При увеличении степени программности системы управления усиливается обязательность выполнения плановых заданий для производств, входящих в ЭПК, повышаются полномочия органов управления.

Необходимая степень программности системы управления определяется содержанием деятельности производственных подразделений ЭПК (ОУ). Чем больше степень совпадения целей производств, входящих в ЭПК, тем меньше объем дополнительных работ, связанных с организацией работы специализированных производств, тем проще характер связей, возникающих между производствами ЭПК.

Классификация систем программно-целевого управления представлена на рис. 4.2. Степень программности систем управления возрастает слева направо. Описание данных систем управления и характеристик производств, для реализации которых они применимы, приведено в [15, 16].

Анализ производственной структуры ЭПК показывает, что цели вузов и НИИ, участвующих в межвузовском кооперировании, не полностью совпадают. Каждый вуз (НИИ) заинтересован в создании специализированных производств на его базе. В то же время создание на базе одного из вузов (НИИ) межвузовских производств приводит к исключению у руководства других вузов (НИИ) возможностей оперативно регулировать выполнение своих заказов на данном производстве, требуется обеспечить текущее и оперативное планирование работ специализированных производств. Это позволяет обосновать выбор следующего сочетания производственной структуры и системы управления ЭПК:

- производство должно быть с базовой (головной) организацией и включать как элементы централизации, так и децентрализации производственной деятельности;

- система управления создается на базе головной организации, осуществляющей функциональное руководство производственной деятельностью и распределение ресурсов.

Далее была проведена декомпозиция производственной структуры (ОУ) на подсистемы: экспериментальное производство, метрологиче-

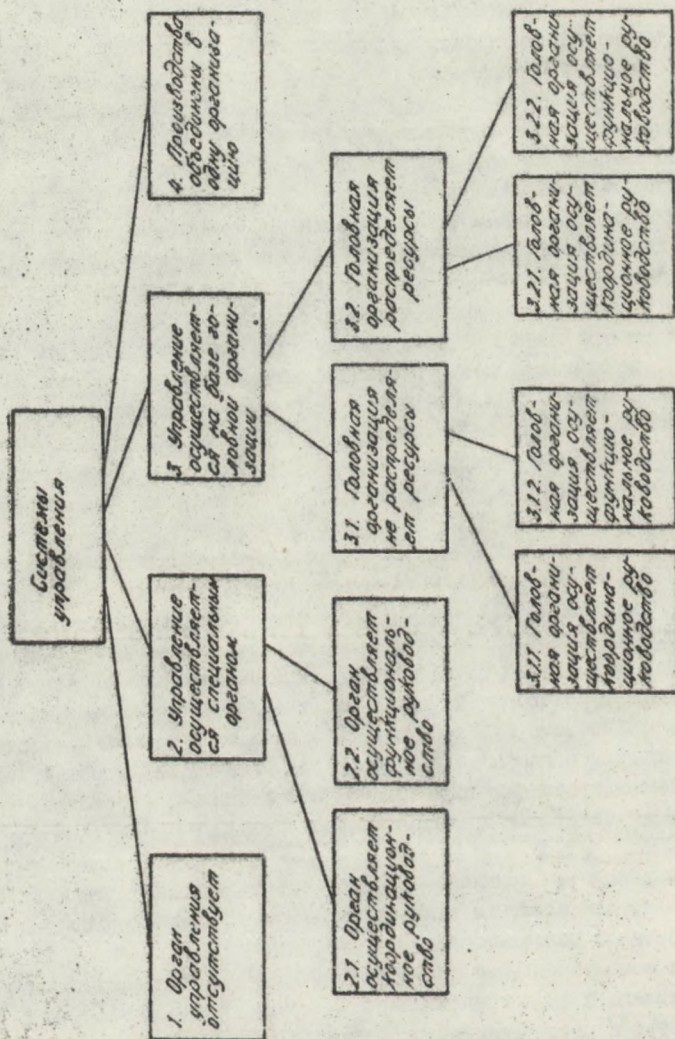


Рис. 4.2. Классификация систем управления

ское обслуживание, капитальное строительство, вычислительные сети, материально-техническое снабжение. Кратко охарактеризуем выделенные подсистемы.

Экспериментальное производство обеспечивает выпуск продукции и оказывает услуги производственного характера (состав агрегированных конечных продуктов был описан выше).

Метрологическое обслуживание связано с ремонтом и поверкой средств измерений, прокатом приборов.

Конечной продукцией капитального строительства является ремонт и строительство зданий и сооружений, разработка проектно-сметной документации.

Подсистема материально-технического снабжения осуществляет централизованное ресурсное обеспечение подразделений ЭПК.

Основными вариантами указанных подсистем, так же как для ОУ в целом, являются:

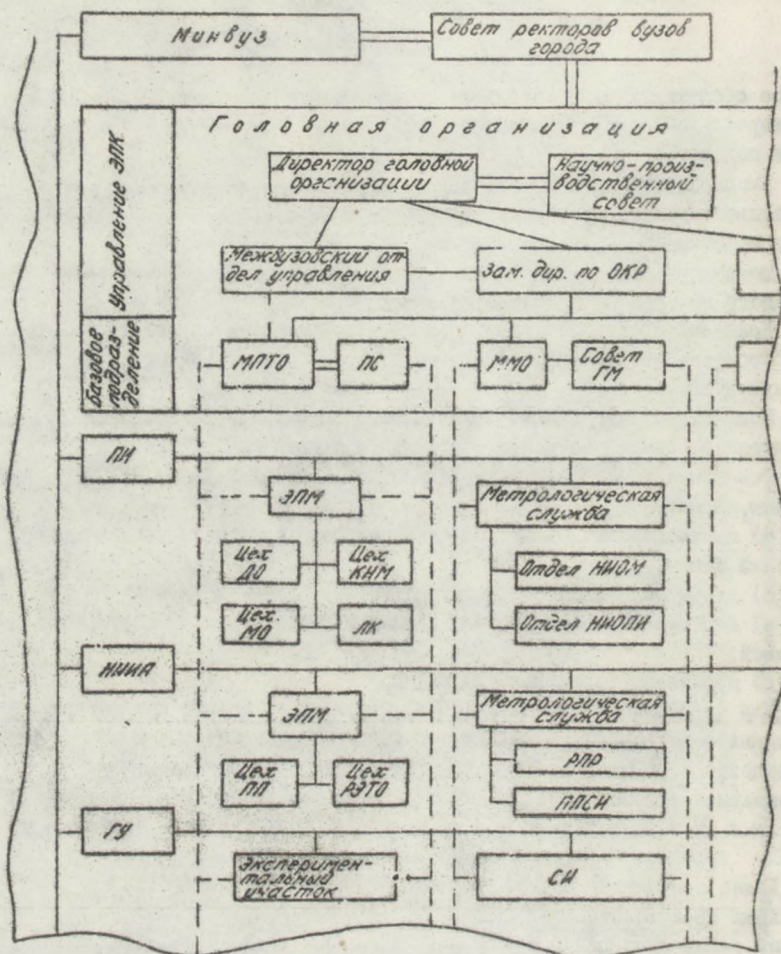
- а) централизованное производство на базе одного из учреждений высшей школы;
- б) децентрализованное производство;
- в) децентрализованное производство с базовой (головной) организацией;
- г) производство смешанного типа.

Для организации материально-технического снабжения ЭПК выбран вариант с централизацией, для остальных – децентрализованное производство с базовой (головной) ориентацией, осуществляющих функциональное руководство. При этом учитывалась сложившаяся специализация экспериментально-производственной базы учреждений высшей школы города.

Далее полученные подсистемы декомпозировались до уровня отдельных производственных подразделений. Для полученных подразделений также были разработаны варианты и осуществлен выбор наиболее эффективных.

На основе результатов проектирования производственной структуры осуществляется проектирование подсистем системы управления ЭПК.

На рис.4.3 приведен фрагмент синтезированной производственной структуры и системы управления ЭПК Высшей школы города. На фрагменте указаны только два направления кооперации (эксперименталь-



Условные обозначения:
 --- функциональное руководство
 — линейное руководство
 === штабное руководство
 Рис. 4.3 Фрагмент структуры ОУ и ЦУ ЭЛК в г. Томске

ное производство и метрологическое обслуживание) из пяти для трех вузов. Общее число вузов и НИИ, участвующих в кооперации, равно 12.

На рис.4.3 использованы следующие сокращения:

Зам.дир. по ОКР	- заместитель директора по опытно-конструкторским работам
МПО	- межвузовский производственно-технический отдел
ПС	- производственный совет
МЮ	- межвузовский метрологический отдел
Совет ГМ	- совет главных метрологов
ПИ	- политехнический институт
НИИ А	- НИИ автоматики
ГУ	- государственный университет
ЭИМ	- экспериментально-производственные мастерские
Цех ДС	- цех деревообработки
Цех МО	- цех механической обработки
Цех КНМ	- цех крупного научного машиностроения
ЛК	- лабораторный комплекс
Цех ПП	- цех печатных плат
Цех РТО	- цех ремонта электротехнического оборудования
Отдел НИОМ	- отдел научных исследований в области метрологии
Отдел НИОПИ	- отдел научных исследований в области прецизионных измерений
РПР	- ремонт и поверка радиосаппаратуры
ППСИ	- пункт проката средств измерений
ГЭСИ	- группа эксплуатации средств измерения

Рассмотрим функции органов управления ЭПК Высшей школы города. На первом уровне (рис.4.3) находятся органы, принимающие решение по утверждению и осуществлению планов развития кооперирования. Орган отраслевого управления - Минвуз, орган территориального управления - совет ректоров вузов города.

На втором уровне находятся органы, занимающиеся управлением производствами ЭПК. Они выполняют функции подготовки предложений по развитию ЭПК, перспективного, текущего и оперативного управления, контроля исполнения мероприятий, распределения материальных и финансовых ресурсов. Функции управления производствами осуществляют головная организация и специально созданные органы програм-

много управления: научно-производственный совет вузов и НИИ города, межузовский отдел управления.

На третьем уровне реализуются функции исполнения планов кооперирования и организации работы специализированных производств (подразделений). Межузовские подразделения, создаваемые в вузах и НИИ, являются структурными подразделениями данного института, находятся на его балансе и административно подчиняются ректору (директору) института. Головной институт осуществляет функциональное (в рамках кооперирования) руководство этими подразделениями.

Для управления каждым направлением кооперирования (подсистемой производственной структуры ЭПК) сформирована целевая структура. Эта целевая структура включает:

- базовое специализированное подразделение (межузовский производственно-технический отдел, межузовский отдел метрологии и т.д.);
- орган коллегиального руководства целевой структурой (производственный совет, совет главных метрологов и т.д.);
- специализированные подразделения в вузах и НИИ.

Базовое специализированное подразделение осуществляет функциональное управление и контроль за деятельностью межузовских специализированных подразделений, входящих в данную подсистему. Специализированные подразделения в вузах и НИИ осуществляют основные функции по кооперированию.

Орган коллегиального руководства имеет совещательные, рекомендательные функции и обеспечивает сочетание административных, функциональных и общественных форм управления подсистемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы рассмотрели методы построения иерархических содержательных моделей и их использования в задачах синтеза сложных систем, в том числе и АСУ. В этих методах зафиксированы следующие основные черты, которые характерны для системного подхода к анализу и синтезу систем:

1. Для анализа и синтеза сложных систем целесообразно использование методов декомпозиции. В результате их использования модель системы представляется в виде иерархической совокупности взаимосвязанных подмоделей.

2. Подмодель включает критерий и ограничения, сформированные на основе описания подсистем, и определяет их целевое состояние.

3. Описание некоторой подсистемы состоит из параметров ее конечных продуктов, предметов и средств деятельности, исполнителей, а также параметров, характеризующих взаимодействие перечисленных структурных элементов.

Иерархические СИ использовались в пособии в задачах синтеза и управления. Формирование иерархической СИ синтеза и собственно синтез осуществляются поуровнево "сверху - вниз". Первоначально строится модель системы в целом, составляются экспертами альтернативные варианты проектируемой системы и отбирается наиболее эффективный. Этот вариант подвергается разбиению по выбранному основанию декомпозиции на подсистемы второго уровня представления системы. Для этих подсистем также строится модель синтеза, формируются варианты и осуществляется выбор из них наиболее эффективного сочетания вариантов подсистем. Далее путем декомпозиции отобранных вариантов подсистем второго уровня переходим на третий уровень. Системы, являвшиеся "дочерними" подсистемами одной и той же системы, образуют подуровень. Синтез подсистем третьего и последующих уровней осуществляется для каждого подуровня в отдельности. Модель уровня системы определяется как совокупность моделей подуровней. Подуровень системы соответствует подмодели синтеза подсистем, входящих в этот подуровень. Подмодель включает критерий синтеза и ограничения, составленные на основе описания подсистем подуровня.

Решение задачи управления системой на основе иерархической СИ осуществляется также поуровнево, как и при синтезе. Сначала решаются задачи первого уровня, затем второго и т.д. При этом результаты решения задач предыдущих уровней являются ограничениями для задач последующих уровней.

В пособии рассмотрены процедуры формирования иерархии задач управления и не приведены методы поиска решений, так как они недостаточно разработаны для содержательных моделей.

И, наконец, определим перспективные направления развития теории построения и использования иерархических содержательных моделей:

а) развитие методов построения иерархических СИ как средств решения проблем представления знаний в системах искусственного интеллекта;

б) использование математического аппарата для адекватного формального описания процессов построения и использования иерархических СИ в задачах управления и синтеза. Перспективным является использование языка отношений. Примерами отношений, используемых для формирования СИ, являются:

- "быть "дочерней" подсистемой системы...", заданное на множестве подсистем всех уровней;

- "быть элементом, описывающим состояние системы...", заданное между элементами множества структурных элементов и множества подсистем;

- "быть вариантом подсистемы...", заданное между элементами множества вариантов и множества подсистем;

- "непосредственно предшествовать при применении основанию..." заданное на множестве оснований декомпозиции.

Язык отношений дает наглядное изображение процессов создания СИ и синтеза в виде сети отношений, позволяет разработать эффективное программное обеспечение человека - машинных систем автоматизации работы экспертов при построении, хранении и использовании СИ для задач синтеза;

в) использование методов ситуационного моделирования для управления сложными системами на основе иерархических СИ. Эти методы могут использоваться в том случае, когда закономерности функционирования системы нельзя описать в виде строгой математической модели либо нельзя найти решения по модели на СИМ в реальном масштабе времени.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ЗАДАЧ ГОДОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УМНЦ

КЛАССИФИКАТОРЫ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПАРАМЕТРОВ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Конечные продукты и их параметры:

- нефть, сданная в ОНПС, и нефть, сданная сторонним органи-
зациям (объем в натуральном выражении по номенклатуре, объем
товарной продукции, качества);
 - нефть, пошедшая на собственные нужды (объем в натуральном
выражении по номенклатуре);
 - потери нефти (объем в натуральном и стоимостном выражении).
- Предметы деятельности и их параметры:
- нефть, принятая от НГДУ (объем в натуральном и стоимостном
выражении).

Средства деятельности и их параметры:

- основные фонды (производственные мощности);
- электроэнергия (объем потребления в натуральном и стоимост-
ном выражении).

Кадры и их параметры:

- работники основного производства (численность, общий фонд
заработной платы).

Параметры процесса:

- удельные затраты на перекачку нефти,
- нормы и нормативы (уровень организации производства, произ-
водительность труда, нормы расхода энергии, нормы использования
средств труда и др.).

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ОСНОВНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

1. УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТОМ НЕФТИ

1.1. Определение объема поставки нефти в ОНПС

сторонним организациям и идущей на собственные нужды в нату-
ральном выражении (по сортам) и объема товарной продукции, милли-

мигрирующих: удельные затраты на перекачку, увеличивающих коэффициент использования производственных мощностей и грузооборот при ограничениях на объемы приема нефти от НГТУ, на качество принимаемой и сдаваемой нефти.

1.2. Составление календарного плана приема, перекачки и поставки нефти.

1.3. Контроль:

- а) учет расхода на собственные нужды и отпуск сторонним организациям;
- б) учет поставки нефти в ОНПС;
- в) учет качества принимаемой и сдаваемой нефти;
- г) товарный отчет.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛАНСА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

2.1. Определение баланса производственных мощностей, максимизирующего коэффициент их использования при ограничении на план приема, перекачки и поставки нефти.

2.2. Распределение плана по годам.

2.3. Контроль и отчет.

3. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

3.1. Определение перечня мероприятий и объема выполненных работ по повышению производительности труда при ограничении на сроки проведения мероприятий и затраты по их реализации.

3.2. Составление календарного плана.

3.3. Контроль выполнения плана.

4. УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПРОИЗВОДСТВА СЫРЬЕМ И ЭНЕРГИЕЙ

4.1. Определение расхода энергии, объемов приема нефти от НГТУ, максимизирующих объемы поставок нефти при ограничениях на производственные мощности.

4.2. Разбивка плана по кварталам.

4.3. Контроль и отчет.

КЛАССИФИКАТОРЫ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПАРАМЕТРОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

Конечные продукты и их параметры:

- построенные, реконструированные и расширенные производственные объекты (номенклатура объектов, производственные мощности построенных объектов, прирост производственных мощностей реконструированных и расширенных объектов, объем товарной строительной продукции, объем основных производственных фондов, срок сдачи объектов, качество строительно-монтажных работ);
- построенные, реконструированные и расширенные объекты непроизводственного назначения (номенклатура объектов, непроизводственные мощности построенных объектов, прирост непроизводственных мощностей реконструированных и расширенных объектов, объем товарной строительной продукции, объем основных непроизводственных фондов, срок сдачи объектов, качество строительно-монтажных работ);
- отремонтированные объекты (номенклатура объектов, эксплуатационные характеристики, сроки окончания ремонта);
- незавершенное строительство (объем).

Предметы деятельности и их параметры:

- стройматериалы, энергетические ресурсы, комплектующее оборудование (объем в натуральном и стоимостном выражении в номенклатуре, сроки поставок);
- проектно-сметная документация (количество по видам документации, сроки представления);
- материально-технические ресурсы, необходимые для капитального ремонта (объем в натуральном и стоимостном выражении в номенклатуре, сроки поставок);
- объекты, требующие капитального ремонта (номенклатура).

Средства деятельности и их параметры:

- строительная техника, машины, механизмы (количество в номенклатуре, производительность, стоимость);
- энергия (объем в натуральном и стоимостном выражении).

Кадры и их параметры:

- работники капитального строительства и капитального ремонта (численность, фонд заработной платы).

Параметры процесса:

- объем капитальных вложений в строительство производственных и непроизводственных объектов;
- объем строительно-монтажных работ;
- объем ремонтных работ;
- затраты на капитальный ремонт;
- производительность труда;
- удельный вес ручного труда.

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ КАПИТАЛЬНЫМ СТРОИТЕЛЬСТВОМ И КАПИТАЛЬНЫМ РЕМОНТОМ

1. УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ, РЕКОНСТРУКЦИЕЙ, РАСШИРЕНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

1.1. Определение номенклатуры и объема вводимых производственных мощностей для строящихся объектов, номенклатуры и объема прироста производственных мощностей для реконструируемых и расширяемых объектов, определение вводимых основных производственных фондов и объема товарной строительной продукции, минимизирующих объемы незавершенного строительства, сроки сдачи (ввода в действие) при ограничениях на объемы капитальных вложений и строительно-монтажных работ, на качество выполняемых работ.

1.2. Составление календарного плана строительства, реконструкции и расширения производственных объектов.

1.3. а) Контроль хода строительства,

б) Контроль ввода производственных мощностей,

в) Контроль выполнения плана капитальных вложений,

г) Контроль ввода в эксплуатацию основных производственных фондов.

д) Отчет о выполнении плана.

2. УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ, РЕКОНСТРУКЦИЕЙ, РАСШИРЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

2.1. Определение номенклатуры и объема вводимых непроизводственных мощностей для строящихся объектов, номенклатуры и объема прироста производственных мощностей для реконструируемых и расширяемых объектов, определение вводимых основных непроизводственных фондов и объема товарной строительной продукции, минимизирующих объемы незавершенного строительства, сроки сдачи (ввода в действие) при ограничениях на объемы капитальных вложений и строительно-монтажных работ, на качество выполняемых работ.

2.2. Составление календарного плана строительства, реконструкции и расширения объектов непроизводственного назначения.

2.3. а) Контроль хода строительства.

б) Контроль ввода непроизводственных мощностей.

в) Контроль выполнения плана капитальных вложений.

г) Контроль ввода в эксплуатацию основных непроизводственных фондов.

д) Отчет о выполнении плана.

3. УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НЕОБХОДИМЫМИ СТРОЙМАТЕРИАЛАМИ, СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

3.1. Определение общей потребности в материалах, технике и энергии в номенклатуре и объеме в натуральном и стоимостном выражении, необходимых для выполнения плана капитального строительства, минимизирующей затраты на их приобретения.

3.2. Составление графика поступления материально-технических и энергетических ресурсов.

3.3. а) Контроль обеспеченности строительства материально-техническими и энергетическими ресурсами.

б) Контроль продажи материалов генподрядчику.

4. УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА КОМПЛЕКТУЮЩИМИ ИЗДЕЛИЯМИ

4.1. Расчет плановой потребности в комплектующем оборудовании, выраженной в натуральных и стоимостных показателях, для выполнения

плана капитального строительства.

4.2. Составление графика поступления комплектующего оборудования на объекты.

4.3. а) Контроль обеспеченности объектов строительства комплектующими изделиями.

б) Контроль сдачи оборудования в монтаж.

5. УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ

5.1. Определение номенклатуры и количества необходимой для выполнения плана капитального строительства проектно-сметной документации.

5.2. Определение сроков поступления по каждому виду проектно-сметной документации.

5.3. Контроль обеспеченности строительства проектно-сметной документацией.

6. УПРАВЛЕНИЕ КАПИТАЛЬНЫМ РЕМОНТОМ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, КОММУНИКАЦИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ

6.1. Определение номенклатуры ремонтируемых объектов и объемов работ по капитальному ремонту в минимальные сроки, обеспечивающие достижение необходимых эксплуатационных характеристик ремонтируемых объектов при ограничении на затраты по капитальному ремонту.

6.2. Составление графика проведения ремонта.

6.3. а) Контроль выполнения плана ремонта.

б) Контроль качества отремонтированных объектов.

7. УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКИМИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

7.1. Определение общей потребности в материалах, технике и энергии в номенклатуре и стоимости, необходимых для выполнения плановых заданий по капитальному ремонту, минимизирующих затраты на их приобретение.

7.2. Составление графика поступления материально-технических и энергетических ресурсов.

7.3. Контроль обеспеченности ремонта материалами и энергией.

8. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА, УМЕНЬШЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЕСА РУЧНОГО ТРУДА

8.1. Определение перечня мероприятий и объема выполненных работ по повышению производительности труда и уменьшению удельного веса ручного труда при ограничении на сроки проведения мероприятий и затраты по их реализации.

8.2. Составление календарного плана мероприятий.

8.3. Контроль выполнения плана.

КЛАССИФИКАТОРЫ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Конечные продукты и их параметры:

- обслуженное основное и вспомогательное оборудование (надежность работы обслуженного оборудования, количество отказов оборудования после ремонта).

Предметы деятельности и их параметры:

- основное и вспомогательное оборудование, требующее обслуживания (количество и причины отказов оборудования до обслуживания, надежность работы);

- материально-технические ресурсы (объем в натуральном и стоимостном выражении по номенклатуре).

Средства деятельности и их параметры:

- вспомогательное оборудование, приборы, инструменты (количество в номенклатуре, производительность, стоимость);

- энергия (объем в натуральном и стоимостном выражении).

Параметры процесса:

- виды обслуживаемых работ;

- объемы работ;

- затраты на проведение обслуживания;

- качество работ;

- нормативы потребности в материально-технических ресурсах;

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ

1. УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1.1. Определение видов обслуживающих работ и их объемов, уменьшающих количество отказов оборудования, увеличивающих надежность работы оборудования при ограниченных на качество обслуживающих работ, затраты на проведение работ, сроки их реализации и существующие нормативы ППР.

1.2. Составление графиков обслуживающих работ для каждой единицы оборудования.

1.3. Контроль хода выполнения графиков обслуживающих работ.

2. УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПРОЦЕССОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ НЕОБХОДИМЫМИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

2.1. Определение общей потребности в МТР и энергии в натуральном и стоимостном выражении, необходимых для выполнения плановых заданий по производственному обслуживанию основного и вспомогательного оборудования, исходя из существующих нормативов потребности в МТР.

2.2. Составление графика потребности в материальных и энергетических ресурсах.

2.3. Контроль за обеспечением производственного обслуживания материалами.

3. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА, УМЕНЬШЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЕСА РУЧНОГО ТРУДА

3.1. Определение перечня мероприятий и объема выполненных работ по повышению производительности труда и уменьшению удельного веса ручного труда при ограничении на сроки проведения мероприятий и затраты по их реализации.

3.2. Составление календарного плана мероприятий.

3.3. Контроль выполнения плана.

КЛАССИФИКАТОРЫ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СНАБЖЕНИЯ

Конечные продукты и их параметры:

- выданные подразделением УМН материально-технические ресурсы (объем в натуральном выражении по номенклатуре, сроки выдачи);
- производственные запасы (объем в натуральном выражении по номенклатуре, место хранения, сохранность качественная и количественная, сроки хранения).

Предметы деятельности и их параметры:

- поступившие в УМН материально-технические ресурсы (объем в натуральном и стоимостном выражении по номенклатуре, сроки приема ресурсов, поставщики).

Средства деятельности и их параметры:

- склады (количество, емкость, место нахождения);
- транспорт погрузочно-разгрузочная техника (количество, грузоподъемность, стоимость номенклатуры).

Параметры процесса:

- затраты на хранение и транспортировку;
- объем перевозок, разгрузочно-погрузочных работ;
- производительность труда;
- удельный вес ручного труда.

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИМ СНАБЖЕНИЕМ

1. РАСЧЕТ ПЛАНОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ В МТР (закарьдка фондов)

1.1. а) Определение баланса материально-технического снабжения, то есть определение сводной потребности предприятия в МТР на основе заявок подразделений и определение основных источников покрытия потребности, в максимальной степени учитывая возможности покрытия за счет внутренних источников.

б) Определение потребности в завозе материалов в натуральном выражении (номенклатуре) и стоимостном.

1.2. Составление календарного графика поступления материалов в разрезе складов (определение поставщиков, сроков поступления).

1.3. а) Контроль реализации фондов по материалам.

б) Бухгалтерский учет поступления материалов в разрезе

складов.

в) Бухгалтерский учет расчетов с поставщиками.

2. УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЗАПАСАМИ

2.1. Определение номенклатуры и объемов производственных запасов, а также мест их хранения, уменьшающих расходы по транспортировке и хранению при ограничении на существующие нормы запасов по всей номенклатуре для обеспечения их количественной и качественной сохранности, на сроки и объемы отпуска материалов подразделениям предприятия в соответствии с требованиями технологического процесса и на план поставки материалов.

2.2. Составление графика движения материалов по складам и отпуска их на рабочие места.

2.3. а) Контроль движения материалов по складам,

б) Контроль состояния запасов.

в) Бухгалтерский учет движения материалов.

г) Статистическая отчетность по материалам.

3. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА, УМЕНЬШЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЕСА РУЧНОГО ТРУДА

3.1. Определение перечня мероприятий и объема выполненных работ по повышению производительности труда и уменьшению удельного веса ручного труда при ограничении на сроки проведения мероприятий и затраты по их реализации.

3.2. Составление календарного плана мероприятий.

3.3. Контроль выполнения плана.

КЛАССИФИКАТОРЫ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Конечные продукты и их параметры:

- энергия, переданная производственным подразделениям УМНЦ (объем расхода в натуральном и стоимостном выражении по видам энергии и потребителям).

Предметы деятельности и их параметры:

- энергия, получаемая извне, за счет собственного производства, использования вторичных энергоресурсов (объем прихода энергии в натуральном и стоимостном выражении по видам энергии).

III

Средства деятельности и их параметры:

– генерирующие устройства, преобразователи энергии, энергетические сети (количество и производительность устройств и преобразователей по номенклатуре, протяженность и конфигурация энергетических сетей).

Параметры процесса:

- затраты на производство и распределение энергии;
- удельные нормы расхода энергии;
- производительность труда;
- удельный вес ручного труда.

ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ

1. СОСТАВЛЕНИЕ ГОДОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА

1.1. а) Определение плановой потребности предприятия в топливе и энергии (в том числе для ОП, ВП, отопления, освещения, непроизводственных нужд и т.п.) для выполнения плана предприятия по выпуску конечной продукции исходя из прогрессивных норм расхода энергии.

б) Определение номенклатуры и объемов (в натуральном и стоимостном выражении) энергии, вырабатываемой производственными подразделениями УМН на собственных генерирующих установках, получаемой за счет использования вторичных энергоресурсов, а также получаемой от предприятий окружающей среды, уменьшающих затраты на выработку и приобретение энергии при заданном суммарном объеме потребления.

1.2. Построение годового графика нагрузки предприятия по различным видам энергии и энергоносителей.

1.3. Контроль выполнения плановых показателей по расходу энергии.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ УДЕЛЬНЫХ НОРМ РАСХОДА ЭНЕРГИИ

2.1. Определение перечня мероприятий и объемов выполняемых работ, снижающих удельные нормы расхода энергии при ограничениях на сроки и затраты по их реализации.

2.2. Составление календарного плана мероприятий.

2.3. Контроль выполнения плана, отчет о его выполнении.

3. ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА, УМЕНЬШЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЕСА РУЧНОГО ТРУДА

3.1. Определение перечня мероприятий, объема выполняемых работ по повышению производительности труда, уменьшению удельного веса ручного труда при ограничении на сроки проведения мероприятий и затраты по их реализации.

3.2. Составление календарного плана.

3.3. Контроль выполнения плана.

1. Системное проектирование АСУ хозяйством области / Под общ. ред. Ф.И.Перегудова - М.: Статистика, 1977. - 159 с.
2. Силич В.А., Тарасенко В.П. Алгоритмизация и автоматизация процесса построения содержательной модели организационной системы и формирования на ее основе дерева целей. - В кн.: Вопросы кибернетики. Методы и модели оценки эффективности развивающихся систем. М., 1982, с. 14-35.
3. Силич В.А. Декомпозиционные алгоритмы построения моделей сложных систем. - Томск: изд-во Томск. ун-та, 1982. - 136 с.
4. Первоуванский А.А. Математические модели в управлении производством. - М.: Наука, 1975. - 616 с.
5. Крайзмер Л.П. Кибернетика. - М.: Экономика, 1977. - 279 с.
6. Люблинский Р.Н., Оскорбин Н.М. Методы декомпозиции при оптимальном управлении непрерывными производствами. - Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1979. - 220 с.
7. Кобринский Н.Е., Майминас В.З., Смирнов А.Д. Экономическая кибернетика. - М.: Экономика, 1982. - 408 с.
8. Экономико-математические модели в организации и планировании промышленного предприятия. / Под ред. Б.И.Кузина. - Л.: Изд-во ТГУ, 1982. - 336 с.
9. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. - М.: Сов.радио, 1976. - 440 с.
10. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Идентификация и оптимальное управление. /Под ред. В.И.Салги - Харьков: Впша школа, 1976, - 180 с.
11. Холл А. Опыт методологии для системотехники. - М.: Сов.радио, 1975. - 448 с.
12. Зубрилин А.С., Силич В.А., Трофимов Б.В. Построение модели технологических процессов поставки нефти по нефтепроводу и формирование целей управления. - В кн.: Автоматизированное управление магистральным нефтепроводом Центральной Сибири. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1981, с. 41-56.
13. Комплекс общестроительных руководящих методических материалов по созданию АСУ и САПР /Государственный комитет СССР по науке и технике. - М.: Статистика, 1980. - 11 с.
14. Проектирование подсистем и звеньев автоматизированных систем управления /Под ред. А.Г.Замикова, - М.: Высшая школа,

1975. - 248 с.

15. Управление НИОКР: исследования, разработки, внедрение
/Под ред. В.А. Трапезникова. - М.: Экономика, 1979. - 224 с.
16. Организационные структуры управления производством / Под
общ. ред. Б.З. Мильнера. - М.: Экономика, 1975. - 319 с.

Виктор Алексеевич
Силич

Содержательные модели систем и их использование
при проектировании АСУ.

Редактор Е.В.Лукина

ИБ 1287	Подписано к печати 1.02.84	КЗ 05035
Формат 60 x 84 1/16.	Бумага типографская	№ 3
П.л. 6,375;	уч.-изд. л. 5,3;	усл. п. л. 5,92.
Тираж 500 экз.	Заказ 181	Цена 85 коп.

Издательство ТТУ, 634029, Томск, ул. Никитина, 4
Ротапринт ТИАСУРа, 634050, Томск, пр. Ленина, 40

1-547913
Digital Library (repository)
of Tomsk State University
<http://vital.lib.tsu.ru>

85 к.

Томский госуниверситет 1878



Научная библиотека 01025239

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТОМСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА