

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Петрозаводский государственный университет»  
Кольский филиал



**А. В. Маслобоев**

# ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

*Учебное пособие*



**Апатиты  
2009**



**Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Петрозаводский государственный университет»  
Кольский филиал**

**А.В. Маслобоев**

# **ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

*Учебное пособие*



**Апатиты  
2009**

УДК 681.5  
ББК 32.966я73

Печатается по решению редакционно-издательского совета Кольского филиала  
Петрозаводского государственного университета

*РЕЦЕНЗЕНТЫ:*

**В.Н. Богатиков**

доктор технических наук, профессор кафедры Электроэнергетики и электротехники  
Кольского филиала Петрозаводского государственного университета

**А.В. Горохов**

доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией Информационных  
технологий управления региональным развитием Института информатики и  
математического моделирования Кольского научного центра РАН

**кафедра Информационных систем**

Кольского филиала Петрозаводского государственного университета

**М31 Маслобоев А.В.**

Интегрированные системы управления: учеб. пособие / Автор-составитель: А.В. Маслобоев.–  
Апатиты: КФ ПетрГУ, 2009. – 157 с.

Учебное пособие содержит курс лекций по дисциплинам «Интегрированные системы управления», читаемый студентам факультета информатики и прикладной математики Кольского филиала «Петрозаводского государственного университета». Изложены научно-методические основы современных информационных систем и технологий в области автоматизации и управления. Рассмотрены общие принципы и методология построения интегрированных систем управления. Представлена структура и состав интегрированной системы управления. Дана краткая характеристика компонентов интегрированной системы управления (АСУ ТП, АСУ ГПС, АСУЦ, АСУ ТПП, АСНИ, САПР). Приведены примеры интегрированных автоматизированных систем управления.

Подготовлено в соответствии с государственными образовательными стандартами и предназначено для студентов очной и заочной форм обучения технических специальностей 230201 - «Информационные системы и технологии», 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств» и 230102 - «Автоматизированные системы обработки информации и управления». Учебное пособие может быть также адресовано широкой аудитории читателей, интересующейся вычислительной техникой, информатикой и проблемами компьютеризации.

Табл.- 4, ил.- 34, библиогр.- 51 назв.

УДК 681.5  
ББК 32.966я73

ISBN



© А.В. Маслобоев, 2009  
© Кольский филиал Петрозаводского  
государственного университета, 2009

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

|         |   |   |
|---------|---|---|
| АРМ     | - | автоматизированное рабочее место  |
| АСУ     | - | автоматизированные системы управления                                     |
| АСУ ТП  | - | автоматизированные системы управления технологическими процессами         |
| АСУ ГПС | - | автоматизированные системы управления гибкими производственными системами |
| АСУП    | - | автоматизированные системы управления предприятием                        |
| АСУ ТПП | - | автоматизированная система технологической подготовки производства        |
| АСНИ    | - | автоматизированные системы научных исследований                           |
| БД      | - | база данных   |
| БУ      | - | бухгалтерский учет  |
| Д       | - | датчик  |
| ДУ      | - | устройства дистанционного управления                                      |
| ЕСТПП   | - | единая техническая документация по технической подготовке производства    |
| ИС      | - | информационная система  |
| ИАСУ    | - | интегрированные автоматизированные системы управления                     |
| ИМ      | - | исполнительный механизм   |
| ИО      | - | информационное обеспечение  |
| К       | - | контроллер  |
| КИС     | - | корпоративные информационные системы                                      |
| КИУС    | - | корпоративные информационно-управляющие системы                           |
| КВ      | - | контрольное воздействие   |
| ККУ     | - | критерий качества управления  |
| КТС     | - | комплекс технических средств  |
| КУ      | - | коммерческий учет   |
| МО      | - | математическое обеспечение  |
| МСКУМ   | - | микропроцессорные системы контроля и управления                           |
| МТС     | - | материально-техническое снабжение   |
| НСИ     | - | нормативно-справочная информация  |
| НТУ     | - | научно-технический уровень  |
| ОО      | - | организационное обеспечение   |
| ОУ      | - | объект управления   |
| ПО      | - | программное обеспечение   |
| ППП     | - | пакеты прикладных программ  |
| ПрО     | - | правовое обеспечение  |
| ПТК     | - | программно-технический комплекс   |
| ПУ      | - | первичный учет  |
| ПУ      | - | пульт управления  |
| ПФ      | - | планирование и бюджетирование   |
| РБП     | - | реинжиниринг бизнес-процессов   |
| САПР    | - | система автоматизированного проектирования                                |
| СОИ     | - | средства отображения информации   |
| СПУ     | - | система методов сетевого планирования и управления                        |
| СТ      | - | системы телекоммуникаций  |
| СУ      | - | система управления  |
| СУ      | - | складской учет  |
| СУБД    | - | системы управления базами данных  |
| ТЗ      | - | техническое задание   |
| ТИС     | - | торговые Интернет-системы   |
| ТО      | - | техническое обеспечение   |
| ТП      | - | технологический процесс   |

|         |   |   |
|---------|---|---|
| ТПР     | - | теория принятия решений   |
| ТЭП     | - | технико-экономическое планирование  |
| УВ      | - | управляющее воздействие   |
| УП      | - | управление производством  |
| УЧ      | - | управляющая часть   |
| ЭК      | - | электронная коммерция   |
| ЭТП     | - | электронные торговые площадки   |
| BPMS    | - | (Business Process Management Systems) системы управления бизнес-процессами предприятия  |
| BPR     | - | (Business Process Reengineering) реинжиниринг бизнес-процессов  |
| B2B     | - | (Business-to-Business) электронная торговая площадка («онлайновый бизнес»)  |
| B2C     | - | (Business-to-Consumer) электронная торговая площадка («онлайновый бизнес»)  |
| CAD/CAM | - | (Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing) система автоматизированного проектирования-изготовления                                    |
| CAE     | - | (Computer-Aided Engineering) автоматизированная система технологической подготовки производства   |
| CRM     | - | (Customer Relationship Management) - системы управления взаимоотношениями с клиентами   |
| DFD     | - | (Data Flow Diagrams) диаграммы потоков данных   |
| DSS     | - | (Decision Support System) система поддержки принятия управленческих решений   |
| EAM     | - | (Enterprise Asset Management) система управления активами и фондами   |
| ERP     | - | (Enterprise Resource Planning) система управления ресурсами предприятия   |
| HR      | - | (Human Resources) управление персоналом   |
| IDEF    | - | (Icam DEFinition) методология моделирования сложных систем  |
| MIS     | - | (Manager's Information System) автоматизированное рабочее место руководителя  |
| MRP II  | - | (Manufacturing Resource Planning) система управления ресурсами предприятия  |
| OLAP    | - | (Online Analytical Processing) система анализа многомерных данных (информационно-аналитическая система)   |
| PLM     | - | (Product Lifecycle Management) управление жизненным циклом продукции  |
| SADT    | - | (Structural Analysis and Design Technique) методология структурного анализа и проектирования  |
| SCADA   | - | (Supervisory Control And Data Acquisition) системы диспетчерского управления и сбора данных   |
| SCM     | - | (Supply Chain Management) система управления цепочками поставок   |
| SPSS    | - | (Statistical Package for Social Sciences) система статистического анализа данных  |
| TQM     | - | (Total Quality Management) глобальное управление качеством  |
| UML     | - | (Unified Modeling Language) унифицированный язык графического описания для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения |
| WF      | - | (Work Flow) электронный документооборот (электронная почта)   |

# СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 10 |
| ГЛАВА 1. ПРЕДПРИЯТИЕ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ .....                               | 12 |
| 1.1. История автоматизированных систем управления предприятием .....              | 12 |
| 1.2. Информационная система.....  | 14 |
| 1.3. Информационное обследование предприятия .....                                | 18 |
| 1.4. Реинжиниринг бизнес-процессов.....   | 21 |
| 1.5. Стандарты описания, анализа и реорганизации бизнес-процессов .....           | 24 |
| ГЛАВА 2. СТРУКТУРА И СОСТАВ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ..                 | 26 |
| 2.1. Основные понятия интегрированной системы управления .....                    | 26 |
| 2.2. Иерархия систем .....  | 30 |
| 2.3. Определение интегрированной автоматизированной системы управления.....       | 32 |
| 2.4. Состав интегрированной автоматизированной системы управления .....           | 34 |
| 2.5. Структура интегрированной автоматизированной системы управления .....        | 35 |
| 2.6. Тенденции развития интегрированных систем управления.....                    | 37 |
| ГЛАВА 3. МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ<br>УПРАВЛЕНИЯ.....         | 41 |
| 3.1. Требования научного управления .....   | 41 |
| 3.2. Принципы построения интегрированных систем управления.....                   | 43 |
| 3.2.1. Принципы системного подхода .....  | 43 |
| 3.2.2. Принципы экономико-математического характера .....                         | 44 |
| 3.2.3. Принципы системного характера .....  | 44 |
| 3.2.4. Организационно-технические принципы .....                                  | 45 |
| 3.2.5. Кибернетические принципы .....   | 46 |
| 3.3. Основные стадии создания интегрированных систем управления .....             | 46 |
| 3.3.1. Предпроектные работы.....  | 47 |
| 3.3.2. Технический проект .....   | 49 |
| 3.3.3. Рабочий проект .....   | 51 |
| 3.4. Организация проектирования.....  | 52 |
| 3.5. Роль человека в интегрированной автоматизированной системе управления.....   | 55 |
| ГЛАВА 4. КОМПОНЕНТЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....                       | 57 |
| 4.1. Автоматизированные системы управления технологическими процессами .....      | 57 |
| 4.2. Автоматизированные системы управления гибкими производственными системами .. | 77 |
| 4.3. Автоматизированные системы управления предприятием .....                     | 84 |
| 4.3.1. Концепция управления производством.....                                    | 85 |
| 4.3.2. Подсистема «Перспективное планирование».....                               | 89 |
| 4.3.3. Подсистема «Техническая подготовка производства».....                      | 89 |
| 4.3.4. Подсистема «Технико-экономическое планирование».....                       | 89 |

|   |            |
|---|------------|
| 4.3.5. Подсистема «Управление реализацией и сбытом готовой продукции» .....       | 92         |
| 4.3.6. Подсистема «Управление основным производством».....                        | 93         |
| 4.3.7. Подсистема «Управление материально-техническим снабжением».....            | 94         |
| 4.3.8. Подсистема «Управление качеством продукции» .....                          | 96         |
| 4.3.9. Подсистема «Управление вспомогательным производством» .....                | 101        |
| 4.3.10. Подсистема «Управление кадрами» .....                                     | 101        |
| 4.3.11. Подсистема «Бухгалтерский учет и анализ хозяйственной деятельности» ..... | 101        |
| 4.4. Системы автоматизированного проектирования.....                              | 104        |
| 4.4.1. Состав и структура САПР .....  | 105        |
| 4.4.2. Классификация САПР .....   | 107        |
| 4.4.3. Взаимодействие САПР с другими автоматизированными системами .....          | 108        |
| 4.4.4. Современные САПР.....  | 109        |
| 4.5. Автоматизированная система технологической подготовки производства .....     | 110        |
| 4.5.1. Понятие системы технологической подготовки производства .....              | 110        |
| 4.5.2. Конструкторская подготовка производства .....                              | 114        |
| 4.5.3. Технологическая подготовка производства .....                              | 115        |
| 4.5.4. Планирование процесса технической подготовки производства .....            | 117        |
| 4.5.5. Планирование технического обслуживания и ремонта .....                     | 120        |
| 4.5.6. Планирование энергоснабжения.....  | 122        |
| 4.6. Автоматизированные системы научных исследований.....                         | 123        |
| 4.7. Координация компонентов интегрированных систем управления .....              | 131        |
| <b>ГЛАВА 5. ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ</b>              | <b>135</b> |
| 5.1. Корпоративные информационно-управляющие системы (КИУС) .....                 | 135        |
| 5.2. Автоматизированные системы управления предприятиями.....                     | 137        |
| 5.2.1. Системы управления ресурсами предприятий (MRP/ERP) .....                   | 137        |
| 5.2.2. Системы управления активами и фондами (EAM) .....                          | 138        |
| 5.2.3. Системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) .....               | 139        |
| 5.2.4. Системы управления цепочками поставок (SCM).....                           | 141        |
| 5.3 Корпоративные Интернет-порталы .....  | 142        |
| 5.4. Корпоративные торговые площадки и электронная коммерция .....                | 144        |
| 5.5. Специализированные ИАСУ .....  | 148        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....   | <b>152</b> |
| <b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....                                      | <b>154</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для предприятий, независимо от формы собственности, стала актуальной задача повышения эффективности производства и качества выпускаемой продукции, а также обеспечения нового качества управляемости за счет создания единого информационного пространства предприятия. Достичь этого можно лишь обладая полной достоверной оперативной информацией об всех объектах производства. Реальным инструментом для достижения поставленной цели является комплексная интеграция отдельных подсистем всего предприятия.

Своевременность интеграционных процессов на предприятии обусловлена такими факторами как:

- повышение эффективности производства возможно только на основе объективной картины технических и технологических параметров;
- существующие информационные и организационные барьеры между управленческими и технологическими уровнями предприятия приводят к блокированию важной для анализа деятельности предприятия информации, а также резко снижают оперативность принятия управленческих решений;
- рынок средств и систем автоматизации предлагает все необходимые компоненты для осуществления комплексной интеграции, т.е. для построения "Интегрированной автоматизированной системы управления" (ИАСУ).

Помимо этого комплексная интеграция способствует созданию в рамках предприятия единого банка данных о продукции, технологических процессах, данных вспомогательных производств, снижает степень дублирования информации и обеспечивает стандартизацию всей деятельности предприятия.

В условиях рыночной экономики предприятия нуждаются в решении задач управления на качественно новом уровне. Необходимость оперативного реагирования на конъюнктуру рынка и быстро меняющуюся экономическую ситуацию требует перестройки внутренней микроэкономики предприятий, постановки управленческого учета, оптимизации процессов управления.

Цель настоящего учебного пособия - дать студентам технических специальностей базовый уровень знаний в области создания и функционирования интегрированных автоматизированных систем управления, современных компьютерных технологий, обеспечивающих специалистов инструментальными средствами для эффективного управления работами по комплексной автоматизации экономической и управленческой деятельности предприятий.

Учебное пособие содержит систематизированное изложение научно-методических основ современных информационных систем и технологий в области автоматизации и управления. Материалы, положенные в основу учебного пособия, подготовлены автором на основе курсов лекций, читаемых студентам КФ ПетрГУ различных специальностей и форм обучения по дисциплинам: "Интегрированные системы управления", "Информационные технологии в управлении", "Корпоративные информационные системы", "Проектирование АС и ИС" и "Информационные технологии".

Основу учебного пособия составляют научные работы Лазаревой Т.Я., Погонина В.А., Схиртладзе А.Г., Аникина Б.А., Вендрова А.М., Гламаздина Е.С., Новикова Д.А., Калянова Г.Н., Титоренко Г.А., Дмитриевского Б.С., Самардак А.С., Солонина Е.Б. и др. в области корпоративных информационных систем, интегрированных автоматизированных систем управления, информатизации бизнеса, моделирования экономических структур и автоматизации управления бизнес-процессами на предприятии.

Учебное пособие знакомит студентов с основами интегрированных автоматизированных систем управления и автоматизации управления бизнес-процессами на предприятии, а также использования передовых информационных технологий и автоматизированных систем в экономике и управлении.

В учебном пособии рассмотрены основные задачи и особенности системного подхода к автоматизации управления предприятием, описаны преимущества и недостатки различных подходов к автоматизации, используемых в настоящее время. Подробно обсуждаются общие вопросы и технологические аспекты создания и функционирования интегрированных систем управления.

Учебное пособие состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка литературы.

В *первом разделе* учебного пособия автор рассматривает методические вопросы создания и функционирования интегрированных систем управления. Приводит основные понятия и определения теории систем управления, описание иерархии систем. Подробно рассматриваются структура и состав интегрированных систем управления, а также тенденции их развития.

Во *втором разделе* изложены общие принципы и методология построения интегрированных автоматизированных систем управления (ИАСУ). Рассмотрены основные стадии создания ИАСУ, организация проектирования ИАСУ, роль человека в ИАСУ.

*Третий раздел* содержит описание и краткую характеристику основных компонентов ИАСУ (АСУ ТП, АСУ ГПС, АСУП, АСУ ТПП, АСНИ, САПР).

В *четвертом разделе* приведены примеры реализации интегрированных автоматизированных систем управления. Рассмотрены теоретические и практические аспекты выбора системы комплексной автоматизации. Дана характеристика предприятия как объекта автоматизации. Приводятся примеры применения современных информационных технологий для реализации элементов интегрированной системы управления предприятием. Рассмотрены принципы создания, структура и особенности функционирования автоматизированных информационных систем управления предприятиями (MRP II / ERP, EAM, CRM, SCM, BPMS, B2B, КИУС и др.).

Учебное пособие включает также рассмотрение таких общих вопросов как построение автоматизированных информационных систем и их компонентов, классифицированных по видам обеспечения: технического, программного, информационного.

В настоящем учебном издании изложены основные теоретические и практические вопросы, связанные с организацией и использованием интегрированных систем управления в различных областях. Для овладения практическими навыками работы в рамках конкретных информационных технологий и систем, их организации и проектирования студенты проходят лабораторный практикум.

Содержание учебного пособия полностью отражает учебную программу курса *«Интегрированные системы управления»*.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с Государственным образовательным стандартом по специальностям: 230201 «Информационные системы и технологии», 230102 «Автоматизированные системы обработки информации и управления», 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств», 010501 «Прикладная математика и информатика», 080801 «Прикладная информатика (по областям)», 080700 «Бизнес-информатика» и 351400 «Прикладная информатика в экономике». Оно может быть использовано студентами, аспирантами и преподавателями инженерно-экономических специальностей, занимающимися изучением автоматизированных информационных систем и решением задач автоматизации бизнес-процессов и управления предприятиями.

# ГЛАВА 1. ПРЕДПРИЯТИЕ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

В настоящей главе рассматриваются исторические предпосылки появления автоматизированных систем управления предприятием. Описаны иерархическая и структурная модели информационной системы предприятия. Обоснована необходимость информационного обследования предприятия с целью выявления и анализа специфических особенностей функционирования организации. Вводится понятие реинжиниринга бизнес-процессов. Рассматриваются стандарты описания, анализа и реорганизации бизнес-процессов на предприятии (IDEF0, IDEF1, IDEF1X, IDEF2, IDEF3, IDEF4, IDEF5).

## 1.1. История автоматизированных систем управления предприятием

Задача планирования и эффективного управления предприятиями - одна из основных областей применения информационных технологий, являющихся базой автоматизированных систем управления (АСУ).

АСУ может быть представлено в виде совокупности автоматизированных систем взаимодействующих уровней (рис. 1.1), условно называемых «управление предприятием» (уровень ERP, MRP), «управление производством» (уровень MES), и «управление технологическими процессами и оборудованием» (уровень DCS).

Уровень ERP реализуется автоматизированными системами управления предприятием (АСУП), уровень DCS - автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП), а важнейшей функцией уровня MES является сопряжение между АСУП и АСУ ТП.



Рис. 1.1. Блок-схема автоматизированной системы управления

В настоящем пособии рассматривается только верхний уровень.

Прежде чем восстановить историю создания и внедрения автоматизированных систем управления предприятием (АСУП) в России (бывшем СССР), необходимо уточнить, о чем идет речь с точки зрения современных понятий об информационных технологиях. Когда-то тиражируемый термин АСУП сейчас почти не употребляется. Дело здесь в том, что смысл понятия «автоматизированная система управления», предполагавшего неперенное присутствие человека как звена системы управления был потерян. Многократное упоминание понятия АСУП привело к тому, что перестали замечать содержащееся в нем противоречие. В действительности именно функции управления предприятием никогда не были реализованы в АСУП, которые лишь предоставляли информацию лицам, принимавшим решения по управлению предприятием, но находившимся вне системы.

Работы по созданию АСУП в рамках направления, называвшегося «экономической кибернетикой», были начаты по инициативе академика В.М. Глушкова в Институте кибернетики АН СССР в 1963 - 1964 гг.

Первой в СССР системой для предприятий с крупносерийным характером производства была АСУП «Львов», внедренная на Львовском телевизионном заводе «Электрон».

Решение задачи, поставленной В.М. Глушковым, - создать не индивидуальную для данного предприятия, а типовую систему, привело к методам построения прикладных программ, использующих параметрическую настройку на особенности конкретного предприятия при привязке, наладке и внедрении типовой системы. Эти методы максимального использования параметров, а не числовых значений при построении прикладных программ, стали со временем широко распространенными и используются до сих пор в корпоративных информационных системах планирования ресурсов предприятия (ERP).

Глушковым В.М. было выдвинуто понятие специализированной операционной системы, предназначенной для систем с регулярным потоком задач. Универсальные операционные системы для решения случайных потоков задач в пакетном режиме в вычислительных центрах, например OS/360 фирмы IBM для семейства микропроцессоров 360, не позволяли использовать преимущества, которые могло представить знание регулярного потока задач в АСУП. Поэтому для программного обеспечения АСУП на базе отечественных ЭВМ второго поколения серий «Минск» и «Урал» были разработаны программные средства управления расписанием задач, предварительной подготовкой информации и мультипрограммными режимами исполнения прикладных программ. Хотя до штатных операционных систем ЭВМ «Минск» и «Урал» такие решения не были доведены.

В конце 1960-х - начале 1970-х гг. после завершения работ по АСУП «Львов» под руководством В.М. Глушкова была создана типовая АСУП «Кунцево», внедренная на Кунцевском радиозаводе.

Создание крупных АСУП потребовало использования и развития методов оптимизации. Работы в этой области проводились в Институте кибернетики АН УССР под руководством В.С. Михалевича. В 1960 - 1962 гг. была предложена общая алгоритмическая схема последовательного анализа вариантов, включавшая в себя, как частный случай, вычислительные методы динамического программирования. Эта схема была развита вместе с методами математического моделирования для решения задач упорядочения, в частности в теории расписаний и календарного планирования. Эти результаты послужили математической основой АСУП «Львов» и «Кунцево».

Новый этап в развитии АСУП пришелся на вторую половину 1970-х гг. и 1980-е гг. Это были комплексные системы, в которых интегрировались задачи автоматизированного проектирования новых изделий (САПР), технологической подготовки производства, автоматизации испытаний готовых изделий и автоматизации организационного управления предприятием. Техническую базу нового поколения АСУП составляли, как правило, модели ЕС ЭВМ, СМ ЭВМ.

До настоящего времени автоматизация предприятия велась по трем обособленным и независимым друг от друга направлениям: системы автоматизации управленческой и финансово-хозяйственной деятельности (АСУП), системы автоматизированного проектирования (САПР) и системы автоматизации технологических и производственных процессов (АСУ ТП). Данные системы проектировались и создавались исходя из требований разных подразделений предприятий, они не подчинялись единым целям и задачам, были плохо связаны физически и информационно, каждая система строилась по своим внутренним законам. Большим недостатком было еще то, что системы базировались на различных аппаратных, программных и информационных стандартах.

Все перечисленное выше не позволяло руководителям предприятий построить единую автоматизированную систему управления предприятием. Руководители предприятий оказались перед трудным выбором: с чего начинать автоматизацию - с АСУП, САПР или АСУ ТП, на какие стандарты ориентироваться? Определяющей тенденцией в развитии единой системы управления предприятием стало логическое и информационное взаимопроникновение различных уровней: бизнес-уровня (АСУП), уровня проектирования (САПР) и производственно-технологического уровня (АСУ ТП). Благодаря

взаимопроникновению этих систем, предприятие становится единым организмом, который функционирует в едином информационном пространстве.

Только тогда, когда предприятие становится единым целым, возможно эффективное управление финансово-хозяйственной и производственной деятельностью предприятия. Кроме того, идет активное сближение стандартов и упрощается задача совместимости различных аппаратных и программных средств. Это позволяет избежать дополнительных затрат при объединении в одну систему оборудования различных производителей. В настоящее время стремительно развиваются Интернет-технологии, которые становятся неотъемлемой частью всей автоматизированной системы предприятия.

Все вышеперечисленное позволяет каждому участнику производственного процесса самостоятельно, без специалистов-посредников, с помощью специально разработанного интерфейса запрашивать и принимать необходимую информацию, осуществлять настройки различных режимов своего информационного обслуживания, что способствует повышению эффективности производства, но при этом возникает проблема информационной безопасности работы вычислительной системы, целостности хранимых данных. Особенно актуально решение данных вопросов в корпоративных системах, где взаимодействуют между собой огромное количество пользователей. Бизнес, который становится глобальным и распределенным, требует общего пространства для работы с информацией. Через Интернет обеспечивается доступ к корпоративным данным, в том числе и к жизненно важной информации предприятий. Если государственные организации, военные или дипломатические ведомства работают с закрытыми сетями, то у коммерческих организаций такой возможности нет: это невыгодно, неудобно и нецелесообразно.

В настоящее время вместо понятия АСУП используется более точное понятие - корпоративные информационные системы (КИС). Под ними понимают системы, в которых функционально объединяются системы для решения задач автоматизации учета и управления производством, финансами, снабжением и сбытом, кадрами и информационными ресурсами. Техническую базу современных КИС, использующих преимущественно распределенную архитектуру клиент-сервер, составляют серверы и рабочие места пользователей, объединенные локальными сетями.

Прежде чем перейти к рассмотрению следующих разделов пособия, введем ключевое понятие «информационная система».

## **1.2. Информационная система**

Информационная система (ИС) - это вся инфраструктура предприятия (организации), задействованная в процессе управления всеми информационно-документальными потоками, включающая в себя следующие основные элементы:

- информационная модель, представляющая собой совокупность правил и алгоритмов функционирования ИС. Информационная модель включает в себя все формы документов, структуру справочников и данных и т.д.:
- регламент развития информационной модели и правил внесения в нее изменений;
- программный комплекс, конфигурация которого соответствует требованиям информационной модели;
- аппаратно-техническая база (компьютеры, периферийные устройства, каналы связи, системное ПО, СУБД).

Информационную систему можно представить в виде модели, состоящей из несколько взаимодействующих уровней иерархии (рис. 1.2).

В основании модели лежит слой различных типов компьютеров, являющихся средствами хранения и обработки данных. Компьютеры определяют аппаратную платформу информационной системы.

Транспортная система состоит из активных и пассивных сетевых устройств, объединяющих компьютеры в локальные и глобальные сети и обеспечивающих обмен данными. Активными сетевыми устройствами являются сетевые адаптеры и модемы компьютеров, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы и другие подобные

устройства. Среда передачи данных и элементы кабельной сети составляют пассивную часть транспортной системы.

Слой сетевых операционных систем обеспечивает выполнение приложений пользователей и посредством транспортной системы организует доступ к ресурсам других компьютеров и предоставляет свои ресурсы в общее пользование. Операционные системы компьютеров определяют программную платформу информационной системы. Ряд активных сетевых устройств, таких как коммутаторы и маршрутизаторы, как правило, работают под управлением собственных операционных систем, называемых операционными системами межсетевого взаимодействия.

|  |
|--|
| <b>Приложения предметной области</b>   |
| <b>Системные сервисы</b><br>интернет, электронная почта,<br>системы управления базами данных,<br>средства групповой работы |
| <b>Сетевые операционные системы</b>  |
| <b>Транспортная система</b><br>локальных и глобальных сетей  |
| <b>Компьютеры:</b><br>персональные, рабочие станции, серверы,<br>мейнфреймы, кластеры                                      |

*Рис. 1.2. Иерархическая модель информационной системы*

Над слоем операционных систем работают слои различных приложений. Системные сервисы служат для обработки и преобразования информации, полученной от систем управления базами данных (СУБД) и других ресурсов, в вид удобный для восприятия конечным пользователем или прикладной программой. СУБД иногда выделяются в отдельный слой. Этим подчеркивается их высокая значимость как средства хранения в упорядоченном виде данных и выполнения базовых операций поиска и извлечения нужной информации.

Верхний слой информационной системы составляют приложения предметной области, специфические для конкретного предприятия (организации) или определенного типа предприятия. Это могут быть программные системы автоматизации бухгалтерского учета, проектирования, управления производством, агрегатами, технологическими процессами и другие.

Информационная система предприятия создается для работы прикладных программ. Именно эти программы обеспечивают сотрудников необходимой информацией для принятия решений и автоматизируют деятельность различных служб. Поэтому при проектировании информационной системы, сначала определяются требования к этим программам, а уже затем - какие системные сервисы, базы данных, операционные системы, сетевые средства, компьютеры и серверы необходимы для их эффективного функционирования.

С точки зрения программных технологий, информационная система - это не один, и даже не несколько программных комплексов. Можно построить структурную модель информационной системы, выделив ее основные компоненты, которые содержат программные модули определенного класса (рис. 1.3).

Самым нижним уровнем информационной системы является хранилище, в котором содержится вся интеллектуальная собственность предприятия. Это могут быть документы, справочники, структурные таблицы, деловые правила, описание процессов. Прямого доступа к хранилищу быть не должно, как для пользователей, так и для различных систем

предприятия. Прямой доступ имеет лишь система управления знаниями, которая служит своего рода шлюзом для остальных систем и формирует информационное окружение предприятия. Система управления знаниями объединяет идеи, знания, содержание документов и деловые правила, автоматизируя процессы, базирующиеся на знаниях, как внутри предприятия, так и между разными организациями. Для этого нужен шлюз, позволяющий производить обмен данными с внешними системами. Это необходимое условие, так как современные процессы направлены на объединение предприятий в корпорации и очевидно, что передача знаний очень важна. Например, системы планирования ресурсов предприятия (ERP - Enterprise Resource Planning) не могут работать независимо - процессы, связанные с управлением финансами, складами, человеческими ресурсами, используют уже накопленные знания и приносят новые.



Рис. 1.3. Структурная модель информационной системы

Также важно выделить класс систем анализа и принятия решений (DSS-decision support system), без которого жизненный цикл информации не будет завершен. В современных предприятиях интеллектуальный анализ данных становится все более важной задачей. Связано это с необходимостью аналитической обработки больших объемов информации, накопившейся в хранилищах. Такие системы помогают найти новые знания, выявить недостатки и слабые места информационной системы, оценить эффективность тех или иных процессов, установить новые информационные взаимосвязи.

Часто говорят, что такой класс систем должен работать непосредственно с хранилищем, поскольку обработке подлежат содержащиеся в нем данные. Теоретически это верно, но на практике такое невозможно - любые изменения в содержимом хранилища, процессах, правилах и взаимосвязях могут и должны производиться системой управления знаниями. Тогда DSS-системам не придется задумываться над тем, в каком формате хранятся данные, и главное, что любое изменение информации будет немедленно влиять на взаимосвязи и процессы, в которых она принимает участие.

Сформулируем минимальный перечень требований к КИС.

Функциональная полнота системы. Учитывая, что методологические подходы всех разработчиков программного обеспечения к структуризации предметной области и названию формируемых приложений различаются, общей характеристикой функциональной полноты корпоративной информационной системы является количество однократно учитываемых параметров деятельности предприятия. Считается, что для КИС значение этих параметров должно быть примерно следующим:

- количество учитываемых параметров 2 - 10 тысяч;
- количество таблиц баз данных 800 - 3000.

КИС должна обеспечивать не только формирование отчетов, но и ведение учета одновременно по российским и международным стандартам (ISA и GAAP).

Обязательным условием является локализация информационной системы: учет национального законодательства и системы расчетов; интерфейс и система помощи на национальном языке.

Система должна обеспечивать разграничение доступа к данным и функциям, предупреждать попытки несанкционированного доступа к информации.

Приведем обобщенную структуру информационных технологий предприятия, которая представлена на рис. 1.4.



Рис. 1.4. Обобщенная структура ИТ предприятия:

На рис. 1.4 использованы следующие обозначения: САПР (CAD/CAM) – система автоматизированного проектирования-изготовления; АС ТПП (CAE) – автоматизированная система технологической подготовки производства; АСУ ТП (SCADA) – автоматизированные системы управления технологическими процессами (от эффективности которых зависит эффективность производства); КИС (MRP, ERP) – корпоративные информационные системы; ERP II – расширение ERP-системы за контуры производства (т.е. ERP+: CRM, B2B, DSS, SCM, PLM и др.); CRM – управление отношениями с клиентами (WF – частный случай CRM); B2B – электронная торговая площадка («онлайн-бизнес»); DSS – поддержка принятия управленческих решений; SPSS – статистический анализ данных; OLAP – анализ многомерных данных; MIS – автоматизированное рабочее место (АРМ) руководителя; SCM – управление цепочками поставок; PLM – управление жизненным циклом продукции; HR – управление персоналом, можно рассматривать как самостоятельную задачу, так и входящую в состав ERP; WF – электронный документооборот (электронная почта); УП – управление производством; ПУ – первичный учет; ПФ – планирование и бюджетирование; КУ – коммерческий учет; СУ – складской учет; БУ – бухгалтерский учет; СТ – системы телекоммуникаций

КИС – система постоянно развивающаяся, как в силу влияния внешних факторов (например, постоянных изменений в законодательстве), так и из-за изменения бизнес-функций предприятия, поэтому необходимо наличие инструментальных средств адаптации и

сопровождения системы:

- управление структурой и функциями бизнес-процессов;
- изменение информационного пространства (редактирование БД, модификация структуры, полей таблиц, связей, индексов и т.п.);
- модификация интерфейсов ввода, просмотра и корректировки информации;
- изменение организационного и функционального наполнения рабочего места пользователя;
- генерация произвольных отчетов, сложных хозяйственных операций и форм.

Учитывая важность хранимых в системе данных, следует обеспечить: авторизацию информации, регистрацию времени ввода и модификации данных, ведение протокола удалений данных,

Как правило, большинство предприятий, для которых разрабатываются КИС, уже имеют установленные автоматизированные системы: АСУ ТП, САПР и т.п. Важно обеспечить обмен данными между КИС и другими программными продуктами, функционирующими на предприятии.

Для пользователей КИС большое значение имеет возможность консолидации информации: на уровне предприятий - для объединения информации филиалов, дочерних компаний, предприятий, входящих в холдинг и т.п.; на уровне отдельных задач, на уровне временных периодов - для выполнения анализа изменения тех или иных показателей за период, превышающий отчетный.

Очевидно, что КИС - это сложная система и для обеспечения ее надежности требуются специальные средства анализа состояния системы в процессе эксплуатации:

- анализ архитектуры баз данных;
- анализ алгоритмов;
- анализ статистики: количество записей, документов, проводок, объем дисковой памяти;
- журнал выполненных операций;
- список работающих станций, внутрисистемная почта.

Некоторые специалисты рассматривают вложение средств в создание КИС как долговременные инвестиции, при этом большое значение приобретают уровень и качество обслуживания, предоставляемого разработчиком. Для заказчика оптимальной является ситуация, когда он, обратившись к одному поставщику, получает весь спектр услуг:

- 1) постановка системы управления предприятием;
- 2) консалтинг;
- 3) решение вопросов постановки учета и документооборота;
- 4) обучение персонала заказчика;
- 5) внедрение КИС в опытную и промышленную эксплуатацию;
- 6) сопровождение системы на протяжении всего ее жизненного цикла;
- 7) проведение тематических семинаров как по проблемам методологии и организации учета, так и по вопросам использования КИС.

Из приведенного перечня требований видно, что создание корпоративной информационной системы - задача очень сложная, требующая немалых затрат.

### **1.3. Информационное обследование предприятия**

Прежде чем попытаться выбрать существующие или создать собственную ИС, а затем внедрить ее, необходимо проанализировать, как работает предприятие (организация) в настоящее время. Для анализа необходимо знать не только как работает предприятие в целом и как оно взаимодействует с внешними организациями, заказчиками и поставщикам, но и как организована деятельность на каждом рабочем месте.

Отметим, что в современных ИС наблюдается сильная зависимость возможности приложения тех или иных методов управления предприятием от наличия адекватных средств их информационной поддержки. Освоив средства накопления и обработки информации в определенной области (Бухгалтерия 1С, SCADA-системы и т.д.), предприятие получает в

свое распоряжение новый вид ресурсов - «информационных». Качество (ценность) этих ресурсов напрямую зависит от качества «организации» информации, позволяющей эффективно извлекать и представлять нужные сведения (данные), а также осуществлять различные преобразования над ними. Важно отметить, что в существующих ИС, поддерживающих управление предприятием, в основном сосредоточена оперативная количественная информация о материальных, финансовых и человеческих ресурсах (учет кадров). Гораздо меньше внимания уделяется информации о самой организации, деятельности предприятия и знаниях, лежащих в ее основе (целях, стратегии, процессах, функциях, бизнес-правилах и т.п.).

Исходя из вышесказанного, в основе построения современной ИС управления предприятием должна лежать модель предприятия, которая на различных уровнях структурирует и формализует знание о предприятии и его окружении.

Модель предприятия можно представить в виде схемы на рис. 1.5.

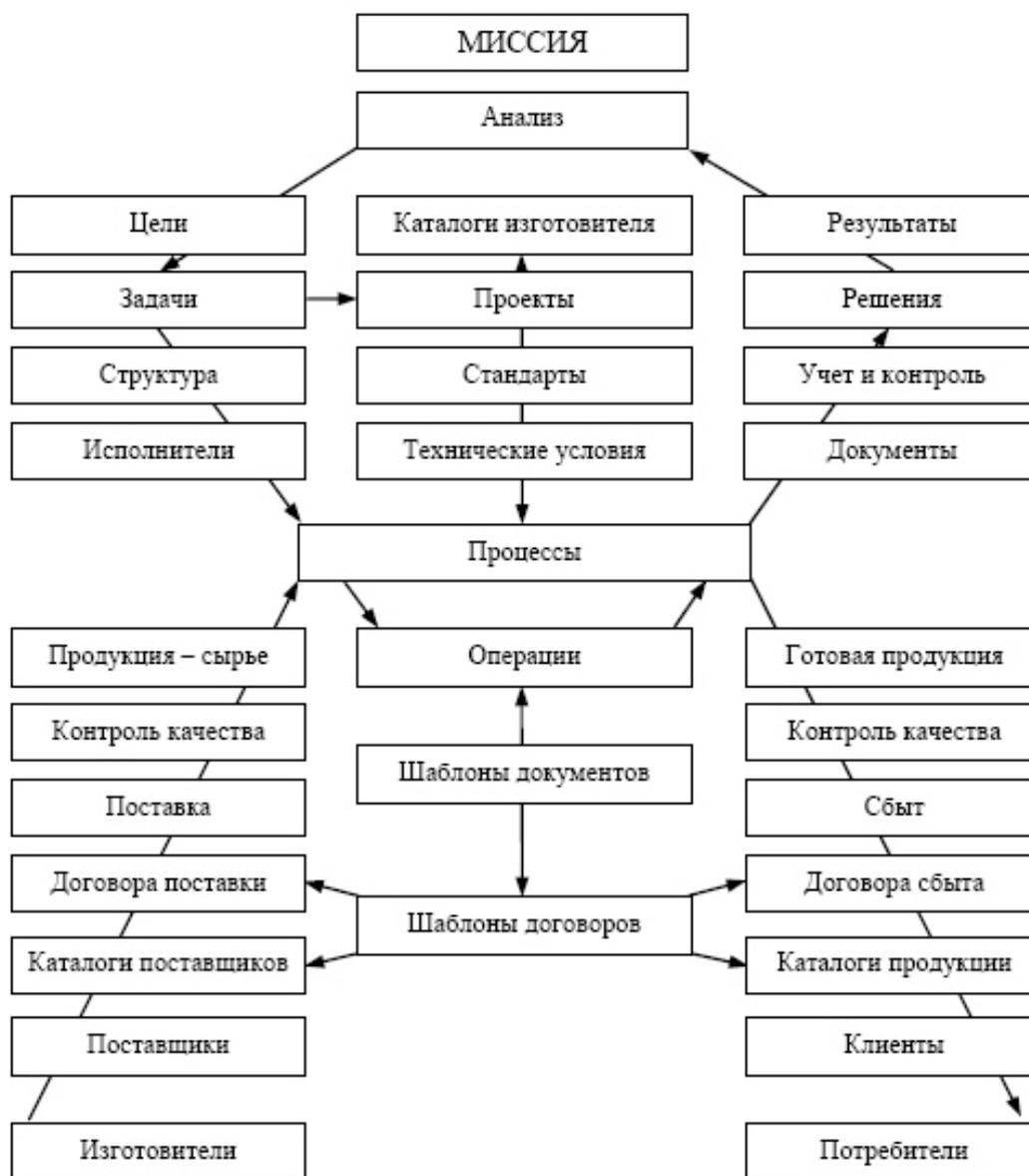


Рис. 1.5. Модель предприятия

В самом верху диаграммы располагается объект «Миссия», описывающий такие вещи, как создание самого предприятия или выпуск нового типа продукции или модернизацию производственного цикла или еще что-то новое, привносимое в деятельность предприятия. Миссия порождает «Анализ» ситуации.

Анализ подразумевает проведение анализа рынка, спроса на товары и услуги,

деятельности конкурентов и пр. Результатом анализа является постановка новых целей предприятия - объект «Цели». Для выполнения целей предприятия намечаются «Задачи», которые необходимо решить для достижения целей. Задачи, решаемые предприятием, определяют «Структуру организации». Новые же задачи могут привести к появлению на предприятии новых «Проектов» по разработке новых моделей изделий, новых типов услуг и т.д. Структура организации предполагает создание подразделений и филиалов предприятия. В каждом подразделении принимаются на работу сотрудники - «Исполнители». Результатами выполнения проектов являются также «Стандарты» предприятия и «Технические условия» - описания «Процессов» производства новых изделий на предприятии. Сами процессы состоят из последовательности «Операций». При выполнении каждой операции могут порождаться документы о результатах выполнения операций. Задачами на предприятии являются также «Планы» по выпуску продукции. Эти планы доводятся до исполнителей в виде «Заданий». На основании заданий исполнители выполняют производственные «Процессы».

Для обеспечения выполняемых производственных процессов необходимы материальные ресурсы - сырье, электроэнергия, комплектующие изделия и прочая «Продукция», получаемая от «Поставщиков». Но до ее использования в процессах нужно выполнить входной «Контроль качества» полученной при «Поставке» продукции, а для выполнения поставки необходимо заключить «Договор с поставщиком». Перед заключением договора следует посмотреть характеристики и цены, предлагаемых к поставке комплектующих в «Каталогах поставщика».

Результатами производственных процессов будут готовая продукция и документы, описывающие процесс производства (например, документы на каждое изделие, таблицы учета рабочего времени, акты о списании комплектующих изделий и пр.). Этот поток документов, порождаемый процессами, необходимо учитывать и контролировать - контролировать ход выполнения заданий исполнителей и планов структурных подразделений. По результатам контроля определяются достигнутые «Решения» в ходе выполнения поставленных перед предприятием задач. По этим решениям определяются «Результаты» достижения целей предприятия. На основе полученных результатов необходимо снова провести анализ деятельности предприятия, инициировав, возможно, при этом новые миссии. Далее вновь по кругу - намечаем новые цели.

Произведенная «Готовая продукция» должна пройти выходной «Контроль качества» и далее после хранения на «Складе готовой продукции», если это необходимо, должен быть «Сбыт» потребителям. Для сбыта продукции выпускаются «Каталоги продукции» (это такие же каталоги поставщика, которые предприятие запрашивало от своих поставщиков, но на этот раз само предприятие выступает в роли поставщика и предлагает свои каталоги для потенциальных клиентов), в которых указываются модели изделий и типы услуг, количество сбываемых изделий и их цены. Для каждого раздела каталога предполагаются стандартные «Договора сбыта», которые заключаются с «Клиентами» на основе «Шаблонов договоров». Шаблоны договоров являются частным случаем «Шаблонном документов», используемых в различных производственных операциях, а сами процессы приобретения комплектующих и сбыта готовой продукции - частными случаями производственных процессов. Производственным процессом является также процесс разработки нового проекта, т.е. имеет смысл говорить об основной информационной петле на предприятии (Анализ - Цели - Задачи - Структура - Исполнители - Процессы - Документы - Учет и контроль - Решения - Результаты - Анализ) и о библиотеке процессов: закупка комплектующих, сбыт готовой продукции, разработка новых проектов и пр.

Помимо вышеназванных объектов, вне организации имеются также «Изготовители» комплектующих изделий и услуг, используемых при производстве, и «Потребители», которые потенциально могут стать клиентами предприятия.

Образно приведенную выше диаграмму можно рассматривать как кольцо, по которому непрерывно крутится информация. На стадии производственного процесса она заглатывает сырье, комплектующие изделия, энергию, в результате чего появляются новые готовые изделия. Поставщики и клиенты являются «открытыми интерфейсами»,

связывающими предприятие с другими такими же предприятиями. Результатом таких связей является обмен продукцией (в общем случае под продукцией будем понимать - товар, услуги, документы). Это своего рода живые организмы, взаимодействующие между собой.

#### **1.4. Реинжиниринг бизнес-процессов**

В связи с развитием и широким внедрением коммуникационных и сетевых компьютерных технологий изменились и принципы построения информационных систем. Результатом такого развития стало появление корпоративных информационных систем (КИС). Такие системы представляют целый комплекс программно-аппаратных средств, который позволяет автоматизировать бизнес-процессы и информационные потоки на предприятии или организации с целью адекватного информационного обеспечения для повышения эффективности процесса управления.

Первые классические модели создания КИС опирались, как правило, на комплексную автоматизацию ключевых производственных, административно-управленческих и организационных функций предприятий или организаций путем использования соответствующей компьютерной инфраструктуры и программного обеспечения. Со временем стало ясно, что такое сужение функций КИС не соответствует возможностям системы. Особенность создания и внедрения КИС состоит не столько в автоматизации функциональных подсистем предприятия (организации), сколько в решении задач оптимизации бизнес-процессов и совершенствования процессной организации управления.

С начала 1990-х гг. методическим направлением, изучающим вопросы процессной организации систем управления предприятиями и дающим решения по их построению, является реинжиниринг бизнес-процессов РБП (BPR - Business Process Reengineering).

Автоматизация управления предприятием базируется на реинжиниринге бизнес-процессов. Термин реинжиниринг бизнес-процессов в России традиционно определяется тремя понятиями:

- организация производства;
- организация труда;
- организация управления.

Реинжиниринг бизнес-процессов является направлением, возникшим на стыке двух различных сфер деятельности - управления (менеджмента) и информатизации. Именно поэтому реинжиниринг требует новых специфических средств представления и обработки проблемной информации, понятных как менеджерам, так и разработчикам информационных систем управления. Подобные средства требуют интеграции ключевых достижений информационных технологий и создания соответствующих инструментальных средств поддержки реинжиниринга.

Впервые термин «реинжиниринг бизнес-процессов» был введен М. Хаммером в 1990 г. в статье «Реинжиниринг: не автоматизируйте - уничтожайте», который определяет этот вид деятельности как «фундаментальное перепроектирование бизнес-процессов предприятий для достижения коренных улучшений в основных актуальных показателях их деятельности: стоимость, качество, услуги и темпы». За несколько лет реинжиниринг превратился в одну из ведущих и активно развивающихся отраслей информатики.

Сегодня начинается продвижение консалтинговых услуг и инструментариев по реинжинирингу и на российский рынок. Отечественная практика применения информационных технологий управления показала, что этот метод необходим, особенно в условиях проведения глобальной экономической реформы и активного внедрения России в мировую экономическую систему.

Хаммер М. рассматривает BPR как революцию в бизнесе, которая знаменует отход от базовых принципов построения предприятий и превращает конструирование бизнеса в инженерную деятельность. Возможность такой революции обусловлена, в первую очередь, новейшими достижениями в области информационных технологий, специалисты которой начинают играть ведущую роль в конструировании бизнеса.

Именно информации, информационным потокам, отражающим все производственные

и управленческие процессы на предприятии, способам ее обработки и анализа уделяется особое внимание.

Одной из основных особенностей BPR является ориентация реинжиниринга не на функции, а на процессы. Причем из всех концепций менеджмента, основанных на процессах, концепция BPR рассматривается как наиболее эффективная, новизна которой обусловлена современным состоянием информационных технологий.

Существуют и другие методы, которые можно рассматривать либо как частные случаи BPR (если в основе этих методов лежит управление процессами), либо как автономные концепции (если они базируются на иных принципах):

- автоматизация бизнес-процессов (business process automation - BPA). Автоматизация приводит лишь к ускорению существующих бизнес-процессов. Используя информационные технологии, BPA автоматизирует существующий процесс со всеми его недостатками и не ставит перед собой задачу проектирования нового процесса для кардинального повышения эффективности;

- реинжиниринг программного обеспечения. На основе современных технологий производит переписывание устаревших информационных систем без изменения самих автоматизируемых процессов;

- реорганизация (reorganizing) предприятия. Данная концепция имеет дело только с организационными структурами, а не с процессами;

- улучшение качества (quality improvement – QI), глобальное управление качеством (total quality management - TQM). Хотя управление качеством отводит центральную роль бизнес-процессам, данный метод принимает имеющиеся процессы и старается их улучшить, не меняя их на новые.

Реинжиниринг основан на концепции прерывистого мышления в отыскании устаревших правил и фундаментальных допущений, на которых строилась работа, и решительном разрыве с ними. Нельзя достичь кардинального повышения производительности просто автоматизацией существующего процесса. Скорее, следует проверить обоснованность существующих допущений и отказаться от старых правил, которые, собственно, и вызывают недостаточную производительность.

Базовыми понятиями BPR являются бизнес-процесс, бизнес-система, деловая процедура:

*Бизнес-система* - это связанное множество бизнес-процессов, конечной целью которого является выпуск продукции. Под продукцией понимают товары, услуги и документы.

*Бизнес-процесс* - это горизонтальная иерархия внутренних и зависимых между собой функциональных действий, конечной целью которых является выпуск продукции или отдельных ее компонентов.

*Деловая процедура* - это функция, задача, цепь событий, происходящих в течение определенного промежутка времени и обладающих познаваемым результатом.

Существуют следующие категории бизнес-процессов:

- процессы, непосредственно обеспечивающие выпуск продукции;
- процессы планирования и управления;
- ресурсные процессы;
- существующей структурой бизнес-системы;
- средствами автоматизации, оборудованием, механизмами и т.п., обеспечивающими реализацию процесса.

Основными показателями оценки эффективности бизнес-процессов являются:

- количество производимой продукции заданного качества, оплаченное за определенный интервал времени;
- количество потребителей продукции;
- количество типовых операций, которые необходимо выполнить при производстве продукции за определенный интервал времени;
- стоимость издержек производства продукции;

- длительность выполнения типовых операций;
- капиталовложения в производство продукции.

Реинжиниринг бизнес-процессов базируется на следующих основных принципах:

- несколько рабочих процедур объединяются в одну, т.е. происходит горизонтальное сжатие процесса (по имеющимся оценкам, горизонтальное сжатие ускоряет выполнение процесса примерно в 10 раз);
- исполнители принимают самостоятельные решения, т.е. осуществляется не только горизонтальное, но и вертикальное сжатие процессов (наделение сотрудников большими полномочиями и увеличение роли каждого из них приводит к значительному повышению их отдачи);
- процессы имеют различные варианты исполнения (тот или иной вариант выбирается в зависимости от конкретной ситуации, состояния и т.д.);
- работа выполняется в том месте (подразделении, отделе), где это целесообразно (устраняется излишняя интеграция, что приводит к повышению эффективности процесса в целом);
- уменьшается количество проверок и управляющих воздействий;
- минимизируется количество согласований путем сокращения внешних точек контакта;
- единая точка контакта обеспечивается уполномоченным менеджером (в тех случаях, когда шаги процесса либо сложны, либо распределены таким образом, что их не удастся объединить силами небольшой команды).

Успешное использование принципа «непрерывного улучшения» бизнес-процессов (BPI) основывается на пересечении трех областей знаний (рис. 1.6).

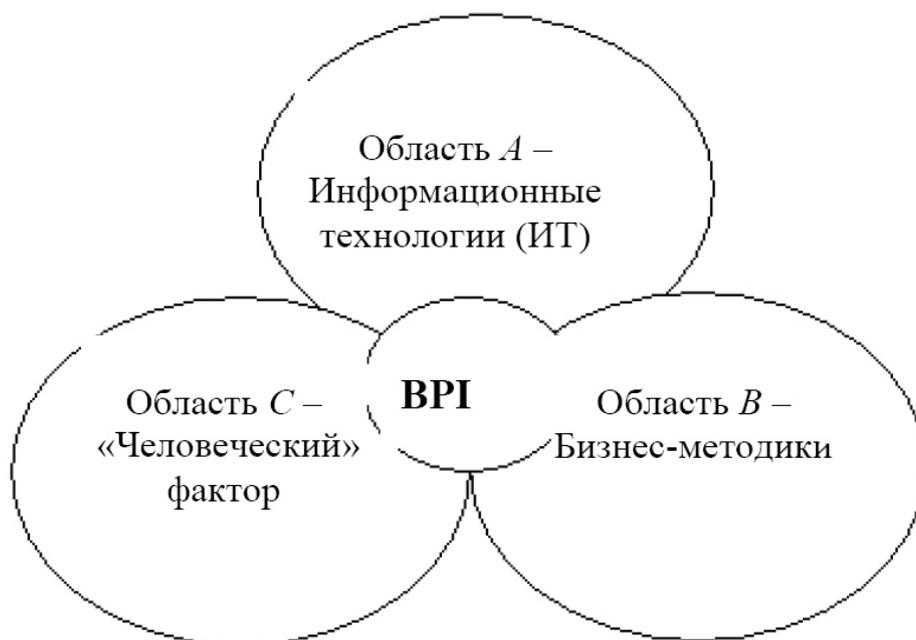


Рис. 1.6. Области знаний

*Область А* - развитие информационных технологий:

- использование профессиональных операционных систем (для серверов баз данных) и персональных компьютеров;
- использование профессиональных систем управления базами данных (СУБД);
- использование ERP-систем как ядра интегрированной ИС предприятия;
- использование кооперативных технологий, обеспечивающих компьютерную поддержку параллельной согласованной работы группы («команды») сотрудников над одним проектом, документом и т.п.;

- использование телекоммуникации, позволяющей исключить передачу бумажных документов и личных встреч, свести к минимуму необходимость переездов для проведения совещаний;

- использование систем управления знаниями для организации хранилища и поиска неструктурированных документов.

*Область В* - развитие бизнес-платформ, включающих:

- методики управления качеством (т.е. целостную идеологию управления предприятием) на базе стандартов ИСО серии 9000;

- методики организации операционного менеджмента (ERP стандарты);

- методики управления требованиями и конструкторскими разработками (CALS-стандарты);

- методики моделирования бизнес-процессов (SADT, IDEF0, DFD, UML).

*Область С* определяет «психологию труда» и направлена на решение следующих задач:

- внедрение принципа «лидерства» (устранение недостатков производственной системы, а не отдельных работников);

- внедрение принципа «вовлеченности работников» (повышение значимости и инициативности каждого работника);

- снятие барьеров между производственными подразделениями, организация групповой «артериальной работы»; образование так называемых «плоских» рабочих групп, использующих эдхократические («эдхократия» - компетентная бюрократия) способы управления, опирающиеся на информационные технологии и организующие динамическое и неформальное распределение прав и обязанностей сотрудников группы;

- формирование корпоративной культуры и повышение эдхократии в организации;

- внедрение философии тотального управления качеством на всех рабочих местах (TQM);

- внедрение философии организации производственных процессов «точно вовремя» на всех рабочих местах.

Отметим, что реинжиниринг не является модной тенденцией, это следствие жестокой конкурентной борьбы, выдержать которую можно только путем внедрения новых, наукоемких инновационных технологий. Большинство предприятий (организаций), проводивших реинжиниринг своего бизнеса, были просто вынуждены это сделать, оказавшись перед лицом кризиса.

## **1.5. Стандарты описания, анализа и реорганизации бизнес-процессов**

Мировой опыт свидетельствует, что внедрению на предприятии ИС должно предшествовать серьезное функционально-информационное обследование предприятия, с целью определения оптимальности бизнес-процессов, распределения ресурсов между функциями и т.д.

Понятие «моделирование бизнес-процессов» пришло в быт большинства аналитиков одновременно с появлением на рынке сложных программных продуктов, предназначенных для систем комплексной автоматизации управления предприятием. Подобные системы всегда подразумевают проведение глубокого предпроектного обследования деятельности. Результатом этого обследования является экспертное заключение, в котором отдельными пунктами выносятся рекомендации по устранению «узких мест» в управлении деятельностью. На основании данного заключения, непосредственно перед проектом внедрения системы автоматизации, проводится так называемая реорганизация бизнес-процессов, иногда достаточно серьезная и болезненная для компании. Это и естественно, сложившийся годами коллектив всегда сложно заставить «думать по-новому». Подобные комплексные обследования предприятий являются сложными и существенно отличающимися от случая к случаю задачами. Для решения подобных задач моделирования сложных систем существуют хорошо обкатанные методологии и стандарты. К таким стандартам относятся методологии семейства IDEF. С их помощью можно эффективно

отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах. При этом широта и глубина обследования процессов в системе определяется самим разработчиком, что позволяет не перегружать создаваемую модель излишними данными. В настоящий момент к семейству IDEF можно отнести следующие стандарты:

- **IDEF0** - методология функционального моделирования (Руководящий документ Госстандарта РФ «Методология функционального моделирования IDEF0»). Метод IDEF0 предназначен для функционального моделирования, т.е. моделирования выполнения функций объекта путем создания описательной графической модели, показывающей что, как и кем делается в рамках функционирования предприятия. Функциональная модель представляет собой структурированное изображение функций производственной системы или среды, информации и объектов, связывающих эти функции;

- **IDEF1** - методология моделирования информационных потоков внутри системы, позволяющая отображать и анализировать их структуру и взаимосвязи;

- **IDEF1X (IDEF1 Extended)** - методология построения реляционных структур. IDEF1X относится к типу методологий «Сущность-взаимосвязь» (ER – Entity Relationship) и, как правило, используется для моделирования реляционных баз данных, имеющих отношение к рассматриваемой системе;

- **IDEF2** - методология динамического моделирования развития систем. В связи с весьма серьезными сложностями анализа динамических систем от этого стандарта практически отказались, и его развитие приостановилось на самом начальном этапе. Однако в настоящее время применяются алгоритмы и их компьютерные реализации, позволяющие превращать набор статических диаграмм IDEF0 в динамические модели, построенные на базе «раскрашенных сетей Петри» (CPN - Color Petri Nets);

- **IDEF3** - методология документирования процессов, происходящих в системе, которая используется, например, при исследовании технологических процессов на предприятиях. С помощью IDEF3 описываются сценарий и последовательность операций для каждого процесса. IDEF3 имеет прямую взаимосвязь с методологией IDEF0 - каждая функция (функциональный блок) может быть представлена в виде отдельного процесса средствами IDEF3;

- **IDEF4** - методология построения объектно-ориентированных систем. Средства IDEF4 наглядно отображают структуру объектов и заложенные принципы их взаимодействия, тем самым позволяя анализировать и оптимизировать сложные объектно-ориентированные системы;

- **IDEF5** - методология онтологического исследования сложных систем. С помощью методологии IDEF5 онтология системы может быть описана при помощи определенного словаря терминов и правил, на основании которых могут быть сформированы достоверные утверждения о состоянии рассматриваемой системы в некоторый момент времени. На основе этих утверждений формируются выводы о дальнейшем развитии системы и производится ее оптимизация.

## ГЛАВА 2. СТРУКТУРА И СОСТАВ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В настоящее время на предприятиях автоматизируется все большее число процессов. Однако при автономной автоматизации не обеспечиваются существенных сдвигов в работе предприятия. Дальнейшее повышение эффективности отдельных автоматизированных систем управления связано с их интеграцией и созданием интегрированной автоматизированной системы управления (ИАСУ).

Во второй главе рассматриваются методические вопросы создания и функционирования интегрированных систем управления. Приводятся основные понятия и определения теории систем управления, описывается иерархия систем. Подробно рассматриваются структура и состав интегрированных систем управления, а также тенденции их развития.

### 2.1. Основные понятия интегрированной системы управления

Прежде чем рассматривать основные понятия интегрированной системы управления, рассмотрим понятие системы вообще.

*Системой* называется совокупность взаимосвязанных элементов (рис. 2.1). Необходимым условием ее существования является подчиненность функций отдельных элементов системы функциям системы в целом, т.е. единство цели функционирования и согласованная периодичность взаимодействия элементов - единство режима функционирования.

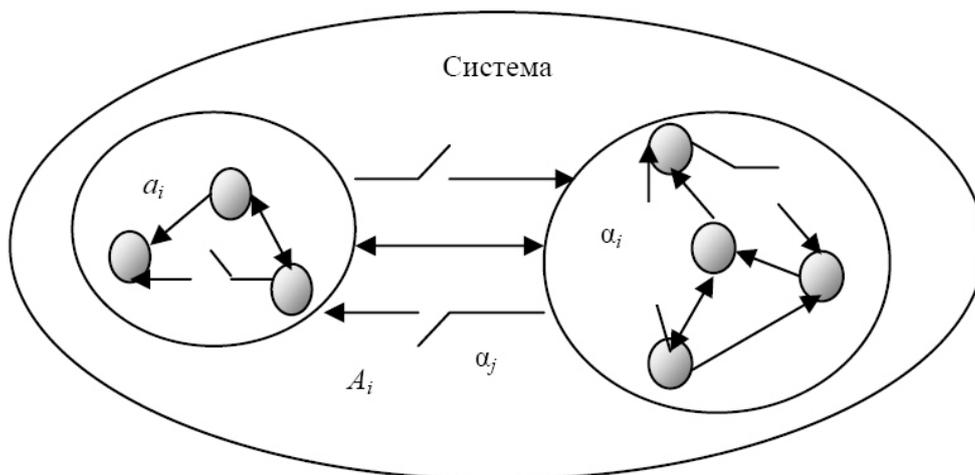


Рис. 2.1. Система как совокупность взаимодействующих элементов

Изменение связей элементов системы и параметров их взаимодействия в процессе управления представлено на рис 2.2.

На вход системы поступает поток предметов труда (или входной материальный поток) и информация. В результате функционирования системы на ее выходе также образуются два потока: выходной поток продуктов труда (или выходной материальный поток) и информация. Все материальные и информационные потоки делятся на управляемые и управляющие, так как и те и другие несут информацию.

Элементы системы подразделяются на управляющие элементы, которые преобразуют входной информационный поток в выходной и реализуют процесс управления, и исполнительные элементы - управляемые, осуществляющие преобразование материального потока, но не реализующие процесс управления.

Одним из основных управляемых элементов любой системы является объект управления.

Объектом управления (ОУ) называется часть окружающего мира, состояние которой представляет интерес для субъекта в конкретной ситуации и на которую он может воздействовать. Объект управления как раз и преобразует входной поток предметов труда (детали, документы и др.) в выходной поток продуктов труда (готовые изделия, итоговая документация и т.д.). В качестве субъектов выступают конкретные лица, управляющие органы коллективов, организаций, предприятий и т.п.



Рис. 2.2. Изменение связей элементов системы и параметров их взаимодействия в процессе управления

В процессе функционирования ОУ возникают различного рода возмущения, отклоняющие движение материального потока от запланированного варианта. В связи с этим появляется необходимость в специальных воздействиях на ОУ, которые в той или иной степени обеспечивали бы стабильность движения материального потока. Такого рода программные и специальные воздействия на ОУ называются управляющими. Для их получения необходима информация о возникающих возмущениях, которую, как правило, объект не в состоянии определить, а иногда даже распознать сам факт их появления, поэтому он передает всю текущую информация о себе (рис. 2.3).

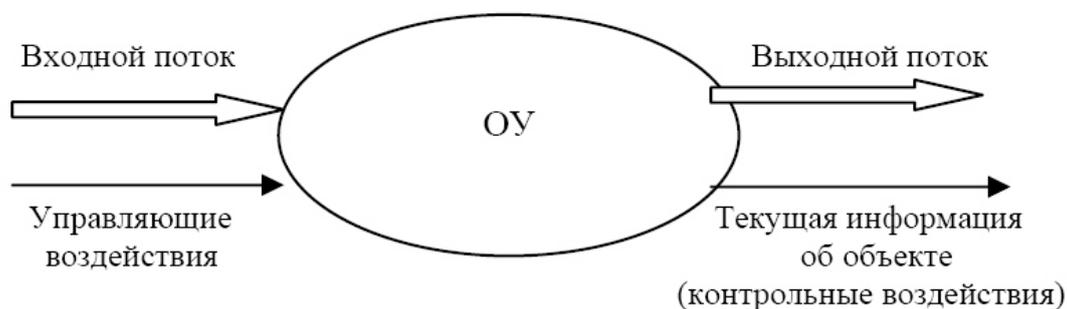


Рис. 2.3. Объект управления

В ИАСУ объектом управления является производство, сложность которого определяется численностью персонала, числом наименований сырья, материалов, готовой продукции, оборудования, числом технологических операций. Составляющими элементами производства являются:

1) *производственный процесс* - это совокупность взаимосвязанных процессов труда, направленных на изготовление определенной продукции. В состав производственного процесса входят основные, вспомогательные и обслуживающие процессы;

2) *средства производства* - совокупность средств и предметов труда, участвующих в процессе производства;

3) *технология* - совокупность приемов и способов получения, обработки сырья, материалов, изделий, осуществляемых в различных отраслях хозяйства. Технологией называют также операции добычи, обработки, переработки, технического контроля, транспортирования, складирования, хранения, которые являются составной частью производственного процесса.

Производство подразделяют по временным характеристикам - длительное, среднее, короткое - по последовательности выполнения технологических операций - последовательное, параллельное, последовательно-параллельное.

Структурной единицей любого производственного процесса является технологическая операция, представляющая собой часть процесса. Технологические операции принято расчленять на рабочие и управленческие. Под рабочими операциями понимают непосредственную обработку материала, энергии, информации; под управленческими - координацию выполнения рабочих операций, поддержание режимов работы оборудования, обеспечение выполнения заданной программы. Основными принципами организации производственного процесса являются:

- *принцип специализации* - специализация представляет собой форму общественного труда, которая обуславливает выделение предприятий, цехов, участков, изготавливающих определенную продукцию или выполняющих определенные процессы. Уровень специализации предприятий и подразделений определяется сочетанием двух основных факторов - объемом производства и трудоемкостью продукции;

- *принцип пропорциональности* - все производственные подразделения, группы оборудования, рабочие места должны иметь пропорциональную производительность в единицу времени. Пропорциональные производственные возможности позволяют при полном использовании оборудования обеспечить равномерный выпуск комплектной продукции;

- *принцип параллельности* - параллельное выполнение отдельных операций производственного процесса сокращает длительность производственного цикла. Параллельность проявляется в структуре технологических операций, в совмещении основных и вспомогательных операций;

- *принцип прямоочности* - изделие, изготавливаемое предприятием, от запуска исходного материала до выхода готовой продукции проходит по кратчайшему маршруту без встречных и возвратных движений. Соблюдение этого принципа реализуется в расположении цехов, оборудования, построении технологического процесса;

- *принцип непрерывности*. Перерывы в производстве - межоперационные, внутрисменные – необходимо устранять или уменьшать;

- *принцип ритмичности* - производственный процесс должен быть организован так, чтобы в равные интервалы времени выпускались равные количества продукции и через эти интервалы времени повторялись все фазы процесса.

Следующим основным понятием ИАСУ является понятие управляющей части.

*Управление* - это совокупность действий, выбранных на основании определенной информации и направленных на поддержание или улучшение функционирования объекта в соответствии с имеющейся программой или целью.

*Управляющей частью (УЧ)* называется часть системы управления, реализующая процесс управления, т.е. вырабатывающая и осуществляющая требуемое в данный момент управляющее воздействие (рис. 2.4).

Объединение объекта управления и управляющей части дает систему, которая и называется системой управления. Структурная схема системы управления представлена на рис. 2.5.

Анализ схемы показывает, что выход объекта управления - контрольное воздействие (КВ) является входом управляющей части и характеризует реально существующие в ОУ связи и параметры взаимодействия его элементов. В УЧ поступают: задающее воздействие (ЗВ), являющееся аналогом управляющего воздействия от более общей системы; критерий

качества управления (ККУ), позволяющий оценить эффективность достижения цели управления и определяющий ограничения, удовлетворение которых обязательно при выборе варианта управляющего воздействия. Также поступает нормативно-справочная информация (НСИ), являющаяся неизменной при преобразовании информации входной в выходную и обобщающей результаты статистической обработки потоков текущей информации в прошедших процессах.

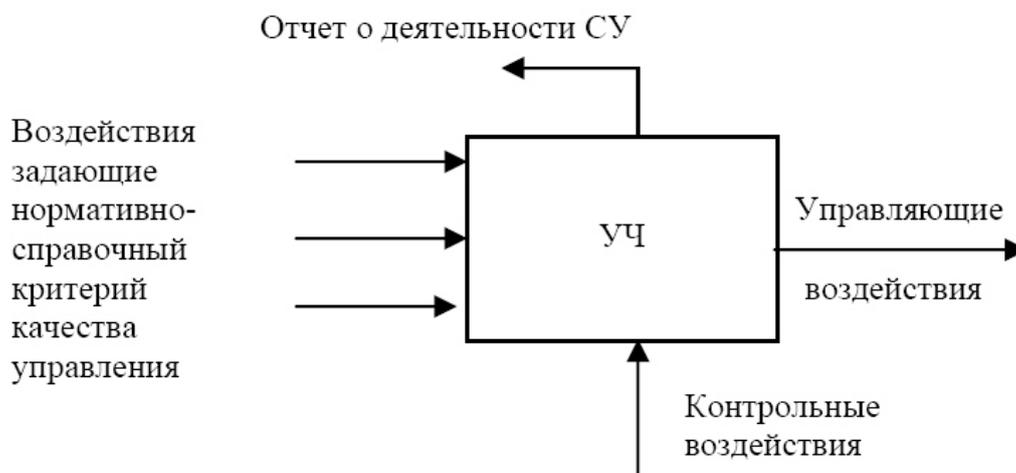


Рис. 2.4. Управляющая часть системы

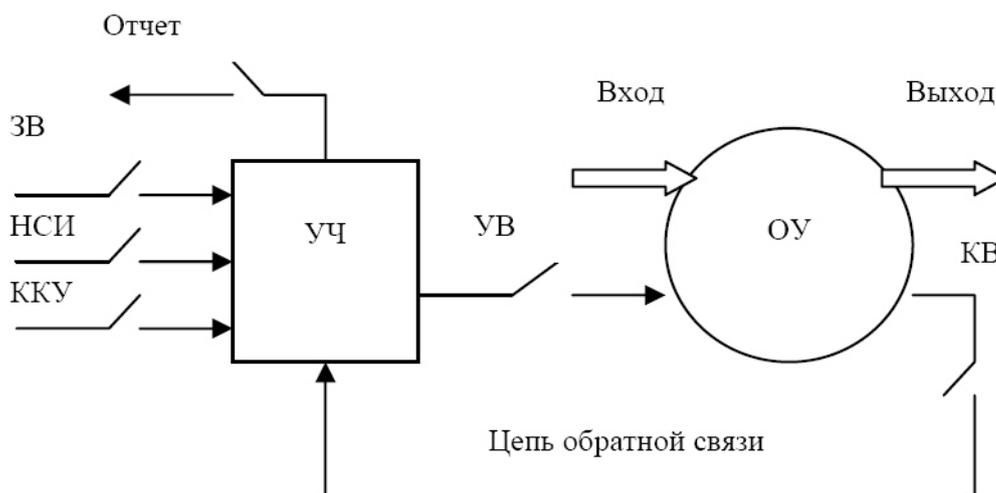


Рис. 2.5. Структурная схема системы (подсистемы) управления

Выходные потоки с УЧ - это управляющее воздействие (УВ) на ОУ, определяющее требуемые взаимосвязи и параметры взаимодействия элементов ОУ; отчет (Отч) о деятельности системы управления, поступающий на более общую систему управления и являющийся аналогом контрольного воздействия по отношению к последней.

Все перечисленные связи являются типичными, но в конкретных системах управления некоторые из них могут отсутствовать. Эти связи характеризуются параметрами  $\alpha_i$  с периодичностью  $T_i$ .

В системе управления реализуется процесс управления путем взаимодействия объекта управления и управляющей части системы.

При построении системы управления (СУ) необходимо:

- знать цели управления, показатель эффективности работы СУ и его значение, иметь возможность определять степень приближения к цели;
- знать состояние входящих в систему подсистем, данные о ресурсах управления и внешней среде;

- иметь эффективные средства воздействия на управляемую систему и достаточную свободу их выбора;
- обеспечить минимальное число иерархических ступеней в структуре СУ;
- учитывать запаздывание результатов управления при управлении динамической системой;
- учитывать влияние текущих результатов на перспективы работы управляемого объекта;
- изменять структуру СУ и алгоритм функционирования при накоплении опыта работы, изменении условий и целей.

Управляющее воздействие на объект приходит извне, в частности с УЧ; для его выработки необходимо знать:

- цель работы ОУ или программу его работы;
- полную характеристику элементов материального потока ОУ и УЧ, включая возможные варианты их взаимосвязи и параметры взаимодействия;
- состояние материального потока и объекта управления в данный момент времени.

Управляющие элементы могут быть двух видов; осуществляющие:

- 1) управление подчиненными элементами и в то же время, являющиеся управляемыми (аналогия - начальник и подчиненный);
- 2) только выдачу управляющих воздействий (аналогия - начальник).

Взаимодействие между различными элементами системы характеризуется набором параметров и осуществляется по линиям связи.

## 2.2. Иерархия систем

С понятием *система управления* неразрывно связано понятие *иерархия управления*, под которым понимается порядок подчинения элементов одного уровня элементам другого в рамках всей системы управления.

В системах управления наряду с понятием "элемент системы" существуют такие понятия как "подсистема", "часть системы", в которых их элементы могут быть управляющими и управляемыми с особенностями, характерными для управляющих и исполнительных элементов.

Выделение уровней иерархии в системе управления можно проиллюстрировать следующим примером (рис. 2.6).

На первом уровне иерархии - высшем - располагается управляющая часть (УЧ) системы, на втором и третьем уровнях соответственно объекты управления ОУ1 и ОУ2. Периодичность выдачи управляющих воздействий при взаимодействии системы на объекты ОУ1 и ОУ2 составляет  $T_1$  и  $T_2$ .

Следует отметить, что нумерация уровней иерархии носит условный характер. При рассмотрении иерархической структуры в каждом конкретном случае она должна быть обязательно оговорена.

В иерархической системе управления элементы, управляемые одним и тем же управляющим элементом, могут находиться только на одном уровне иерархии управления, а объекты управления - на различных, низших по отношению к данной управляющей части, уровнях иерархии управления. Границы уровней иерархии управления могут не совпадать с границами систем и подсистем. Пример иерархических объектов управления представлен на рис. 2.7.

Примером системы управления, имеющей многоуровневую иерархическую структуру, является система управления предприятием, в которой по функциональному признаку выделяются подсистемы управления:

- финансами;
- технической подготовкой производства;
- технико-экономического управления производством;
- оперативного управления основным производством;

- оперативного управления вспомогательным производством;
- материально-техническим снабжением;
- сбытом и реализацией;
- качеством;
- кадрами.

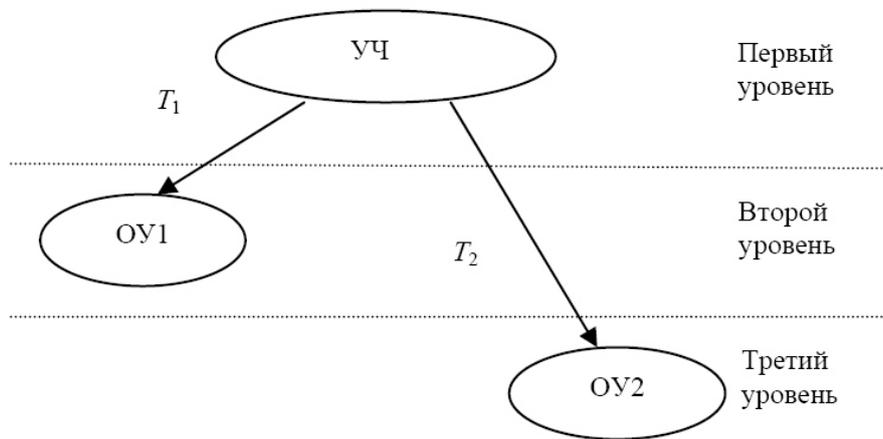


Рис. 2.6. Пример взаимодействия управляющей части и объектов

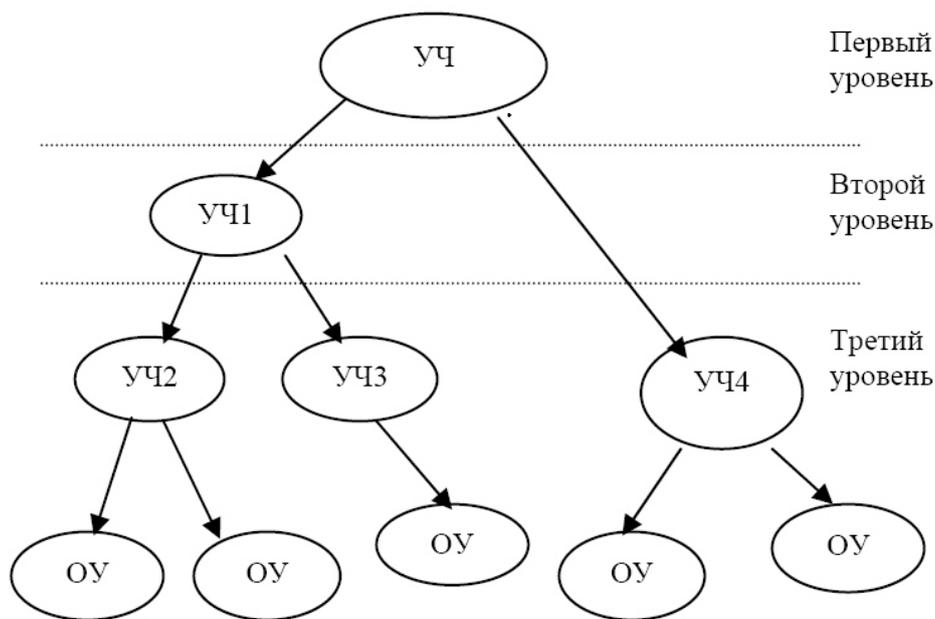


Рис. 2.7. Пример иерархических объектов управления

На первом (нижнем) уровне иерархии управления находятся подсистемы, непосредственно связанные с преобразованием материального потока производства: управление материально-техническим снабжением, оперативное управление основным производством, оперативное управление вспомогательным производством, сбыта и реализации продукции. На данном уровне осуществляется управление деятельностью по использованию зданий и сооружений, оборудования, инструмента и оснастки, материалов и полуфабрикатов, энергетических, трудовых и финансовых ресурсов, готовой продукции.

На втором уровне находятся подсистемы выработки задающих воздействий для подсистем первого уровня. Они управляют функционированием предприятия, реализуют функции технико-экономического планирования, бухгалтерского учета и др.

На третьем уровне находятся подсистемы управления развитием предприятия: технической подготовки производства и финансов, которые реализуют функции управления

разработкой модели продукции, производственным процессом, распределением материальных ресурсов, отпущенных на развитие предприятия. Подсистемы третьего уровня связаны с системой управления более высокого уровня иерархии (отрасль, ведомство).

Внутри рассмотренных подсистем можно выделить несколько линейных уровней управления: управление предприятием, цехом, участком и т.д.

Большие системы управления являются замкнутыми и имеют многоуровневую иерархическую структуру. Построение их должно быть основано на принципе минимизации числа уровней иерархии с учетом возможности получения необходимой информации на соответствующей ступени управления и способностей системы к обработке информации для обеспечения качественного управления.

Расчленение системы на подсистемы может осуществляться по многим признакам, но в любом случае линии раздела между подсистемами осуществляются в соответствии с принципом информационных связей.

### **2.3. Определение интегрированной автоматизированной системы управления**

Интегрированной автоматизированной системой управления (ИАСУ) называют наиболее сложные системы автоматизированного управления.

В материальном производстве объектами управления являются технические процессы:

- технологические - добыча, переработка сырья, распределение энергии;
- энергетические - выработка, преобразование, распределение энергии;
- транспортные - доставка, распределение грузов;
- информационные - преобразование, передача, хранение, обработка информации.

Управление производством - это информационный процесс, обеспечивающий выполнение материального или информационного процесса и достижение им определенных целей. Управление производством включает координацию деятельности всего персонала, управление движением всех элементов производства, управление процессами, происходящими на уровне персонала. Управление производством распространяется на все фазы его существования - создание, функционирование, совершенствование, ликвидацию.

Управление технологическим процессом (ТП) - информационный процесс, обеспечивающий выполнение материального процесса и достижение им определенных целей. Технологическим процессом управляют люди, именно они воздействуют на технические средства. Управление ТП включает управление процессами, происходящими на уровне средств труда, предметов труда и управление их движением. Оно включает комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности производства в соответствии с выбранным критерием оптимальности при заданных технологических, экономических и других производственных ограничениях. Комплекс мероприятий состоит из сбора, обработки и анализа информации о технологическом процессе и осуществления на основе этой информации контроля и регулирования ТП с помощью средств автоматизации и методов организации, управления производством с использованием вычислительной техники.

Основными критериями эффективности управления при этом являются: повышение производительности труда, улучшение качества продукции, экономия материальных ресурсов, снижение себестоимости, улучшение условий труда.

Управление технологическим процессом отличается от управления производством:

- управление направлено на средства производства и предметы труда;
- результатом труда является продукт производства или услуга;
- координация движения составляющих производственного процесса, операций ТП;
- возможность создания автоматических систем с замкнутой обратной связью.

В ИАСУ объединяются системы, реализующие частные задачи автоматизации управления. Исторически они появились раньше, что вполне естественно при решении человечеством таких сложных проблем, как переход к автоматизированному управлению

производством. Именно этим объясняется то, что до последнего времени методология построения систем управления производством страдала отсутствием системного подхода.

Обычно отдельно решались задачи создания локальных систем управления технологическими агрегатами и транспортными установками и отдельно - задачи построения информационной системы для целей учета, планирования и диспетчеризации производства. Одной из причин такого разобщенного решения задач управления является, с одной стороны, сложность комплексного рассмотрения проблемы и отсутствие общих концепций и подходов для ее решения, с другой - узкая специализация людей, участвующих в создании систем. Для разработки систем технологического управления нужны глубокие знания технологического процесса. Для разработки систем планирования и учета производства требуются специалисты в области управления и организации, экономисты, плановики, знающие специфику данного производства и являющиеся в большинстве случаев работниками этого предприятия.

Разобщенность указанного круга задач приводила к тому, что из рассмотрения обычно выпадали вопросы текущей организации производства: согласованного оперативного управления, призванного быть связующим звеном между системой производственного планирования и локальными системами технологической автоматики.

Если система планирования на основании экономического анализа внешней среды и учета производственных возможностей определяет план производства, то реализация этого плана и решение соответствующих задач организации производственного процесса является функцией систем оперативного управления, выдающих задания локальным системам управления технологическими агрегатами и транспортными устройствами. Очевидно, что наибольший эффект может быть получен только в том случае, если все три уровня будут рассматриваться как единое целое.

Впервые интегрированные системы управления производством начали разрабатываться применительно к металлургическому производству, характеризующемуся наличием как непрерывных, так и дискретных технологических процессов при фиксированных технологических маршрутах и частой сменой видов конечной продукции.

В химической и нефтехимической промышленности также имеются фиксированные технологические маршруты, смена видов конечной продукции весьма редка; поэтому здесь вопросы текущей организации производства и текущего планирования не так актуальны, как в металлургии.

Современный этап в создании АСУ характеризуется комплексной автоматизацией задач управления технологическими объектами. Использование локальных, невзаимосвязанных АСУ в ряде случаев не позволяет наращивать эффективность, улучшать качество работы, достигать гарантированных результатов. Поэтому в последние годы основной тенденцией развития автоматизированных систем стало объединение локальных АСУ с целью создания интегрированных систем. В этих системах органично сочетается автоматизация решения экономических задач и задач административного управления с автоматизацией управления технологическими процессами, проектирования изделий и технологий, планирования исследований и испытаний и т.д., а также обеспечивается согласованное взаимодействие перечисленных процессов при автоматизации управления всем жизненным циклом промышленного изделия.

Основным содержанием работ при создании ИАСУ является согласованное взаимодействие всех видов автоматизированных систем на промышленном предприятии за счет совместимости организационного, информационного, технического и программного обеспечения.

Интегрированные системы управления качественно отличаются от локальных АСУ. Они обеспечивают более быстрый рост эффективности за счет выбора оптимальных вариантов согласованного функционирования компонентов, повышения достоверности и степени использования первичной технико-экономической информации, ускорения передачи информации и команд управления, совместного использования различных средств автоматизации, решения новых по функциям комплексов задач управления, оптимизации и рационального распределения функций управления.

## 2.4. Состав интегрированной автоматизированной системы управления

Интегрированные автоматизированные системы управления включают в себя разнообразные элементы, играющие различную роль в решении задач управления. К основным элементам относятся: методы и программы решения задач управления, КТС, методы и программы организации данных, коллектив специалистов, носители данных и т.д. Все элементы систем управления распределяются по подсистемам, выделение которых осуществляется в соответствии с ролью составляющих их элементов в решении задач управления. Различают два типа подсистем: функциональные и обеспечивающие.

*Функциональные подсистемы* в совокупности дают модель функционирования управляемой системы, которая представляет математическое отображение всех взаимосвязей и взаимодействий объекта управления, производственных элементов во времени и пространстве. Функциональные подсистемы включают в себя ряд подсистем, охватывающих решение конкретных задач планирования, контроля, учета, анализа и регулирования деятельности управляемых объектов. В ходе аналитического обследования могут быть выделены различные подсистемы, набор которых зависит от вида предприятия, его специфики, уровня управления и других факторов.

Модель должна предшествовать созданию самого объекта управления с тем, чтобы с учетом ее требований формировалась структура данного предприятия. Так как построение глобальной модели невозможно, то общая модель системы управления разбивается на функциональные подсистемы по:

- циклам управления (для ослабления требований к динамическим свойствам модели);
- производственным признакам (для ослабления требований к нелинейным свойствам модели).

В соответствии с этими признаками различают следующие функциональные подсистемы:

1) циклов управления:

- прогнозирование развития объекта управления;
- перспективное планирование;
- организация структуры объекта управления;
- текущее планирование деятельности объекта управления;
- оперативное планирование деятельности объекта управления;

2) в разрезе объекта управления:

- научно-исследовательскими, опытно-конструкторскими работами;
- формированием производственной структуры объекта;
- производством основной продукции;
- вспомогательно-обслуживающими производствами;
- транспортными процессами;
- производственными мощностями и процессом использования основных фондов;
- материально-техническим обеспечением;
- трудовыми ресурсами;
- сбытом продукции;
- финансами и денежными средствами;
- развитием и функционированием самой управляющей системы.

Для нормальной деятельности функциональной части автоматизированной системы в ее состав входят подсистемы обеспечивающей части. Общую структуру информационной системы можно рассматривать как совокупность подсистем независимо от сферы применения. В этом случае говорят о структурном признаке классификации, а подсистемы называют обеспечивающими. Таким образом, структура любой информационной системы может быть представлена совокупностью обеспечивающих подсистем. Обеспечивающие подсистемы ИАСУ включают набор элементов, которые обуславливают решение задач управления:

- *информационное обеспечение* (ИО) - это совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации, схем информационных потоков, циркулирующих в организации, а также методология построения баз данных. Назначение подсистемы информационного обеспечения состоит в своевременном формировании и выдаче достоверной информации для принятия управленческих решений;

- *организационное обеспечение* (ОО) - совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации ИАСУ, а также коллектив специалистов аппарата управления, осуществляющий процесс анализа данных и принятия решений, а также обработку данных;

- *техническое обеспечение* (ТО) - комплекс технических средств (КТС), предназначенных для работы информационной системы, а также соответствующая документация на технические средства, т.е. программы и инструкции, организующие функционирование технического комплекса и коллектива специалистов в процессе реализации задач управления, т.е. комплекса моделей. С помощью КТС осуществляется сбор, передача, хранение и обработка данных;

- *математическое обеспечение* (МО) и *программное обеспечение* (ПО) – совокупность математических методов, моделей, алгоритмов и программ для реализации целей и задач ИАСУ;

- *правовое обеспечение* (Пр.О) - совокупность правовых норм, определяющих создание, юридический статус и функционирование ИАСУ, регламентирующих порядок получения, преобразования и использования информации. Главной целью правового обеспечения является укрепление законности.

В ИАСУ элементы функциональных и обеспечивающих подсистем распределяются по отдельным подразделениям предприятия. В этом проявляется третий признак классификации элементов ИАСУ - это их положение в иерархической организации структуры управления.

Подсистемы, которые формируются по производственным подразделениям и представляются отдельными службами, называются организационно-функциональными. В их состав входят как функциональные, так и обеспечивающие подсистемы. Среди организационно-функциональных подсистем выделяют такие как, конструкторско-технологические, производственно-технологические, планово-экономические и др.

## **2.5. Структура интегрированной автоматизированной системы управления**

На предприятиях, как уже говорилось выше, автоматизируется все большее число процессов, среди которых выделяют процессы проектирования, разработки новых технологий и управления производством. В настоящее время создаются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), гибкими производственными системами (АСУ ГПС), предприятием (АСУП), научных исследований (АСНИ), проектирования (САПР). Перечисленные автоматизированные системы управления называют подсистемами или компонентами интегрированной автоматизированной системы управления, которые в соответствии с решаемыми задачами распределены по уровням. Структура ИАСУ представлена на рис. 2.8.

Важной составной частью интегрированной системы управления предприятием является АСУП, которая призвана решать задачи текущего, перспективного, календарного планирования, оперативного управления производством, вести учет и контроль людских, сырьевых и материальных ресурсов, обеспечивать оперативной информацией о состоянии производства административный персонал. Для решения перечисленных задач АСУП получает информацию от АСНИ, САПР, АСТПП, АСУ ГПС, позволяющую правильно спланировать снабжение предприятия, своевременно скоординировать его деятельность.

В соответствии с календарным планом, составленным АСУП функционирует гибкое автоматизированное производство, которое решает задачи материального и

организационного взаимодействия цехов, технологических линий, установок, участков, непосредственного управления компонентами исполнительной системы ГАП (АСУ ТП, ГАУ).

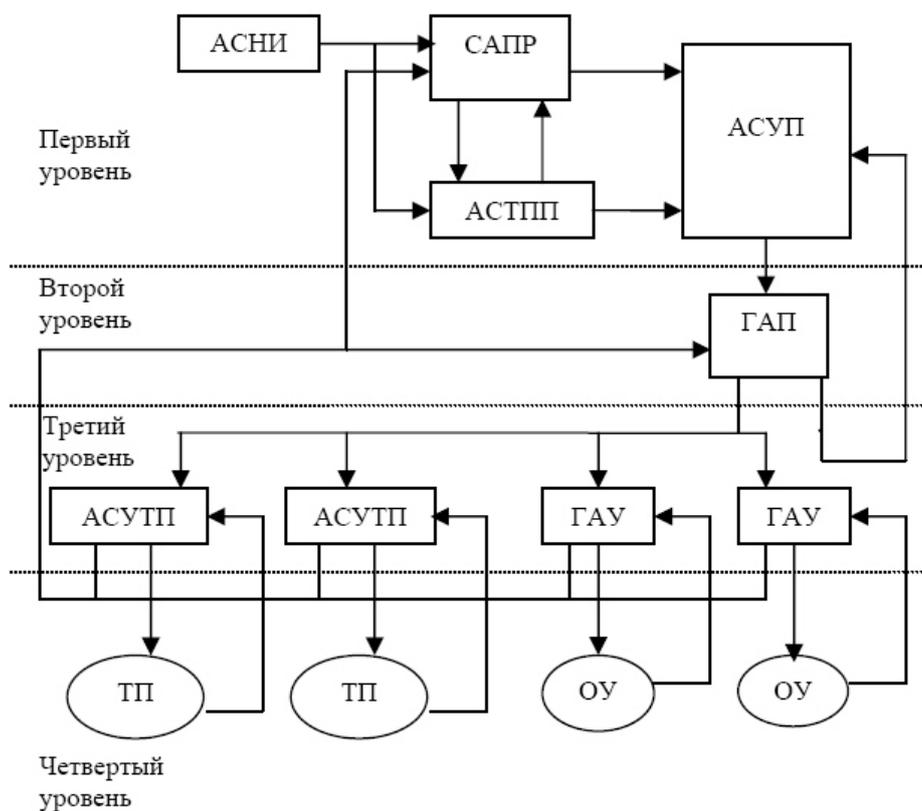


Рис. 2.8. Структура ИАСУ

Таким образом, в ИАСУ выделяют четыре уровня управления (рис. 1.8).

На первом уровне иерархии функционируют АСУП, АСНИ, САПР, АСТПП. Помимо задач, решаемых в АСУП, которые перечислены выше, решаются задачи проектирования новых видов изделий, организации технологического процесса, технологической подготовки производства и т.д.

Высокая эффективность в решении задач этого уровня обеспечивается информационной взаимосвязью с другими уровнями, кроме того, здесь осуществляется подготовка программ для управления нижними уровнями.

Основной задачей второго уровня является управление перестройкой производства, переналадкой оборудования при переходе к выпуску новой продукции в пределах технологических возможностей.

На третьем уровне располагаются АСУ ТП и АСУГПС, осуществляющие управление технологическими объектами.

Нижний - четвертый уровень ИАСУ - это сами объекты управления, для которых решаются задачи управления их исполнительной системой, обеспечения надежности работы оборудования. Информация о текущем состоянии объектов управления в ИАСУ поступает с датчиков.

Все компоненты, входящие в ИАСУ, используют вычислительные средства. В зависимости от решаемых задач используют ЭВМ различных классов, которые в целях их более эффективного использования объединяются в локальную вычислительную сеть.

Таким образом, создание интегрированных автоматизированных систем управления производственными объединениями, предприятиями является наиболее прогрессивной формой организации управления. Это создает надежные условия для последующего перехода от использования гибких производственных участков к гибким производственным

цехам и автоматизированным предприятиям, обеспечивающим реализацию безлюдной, безотходной и безбумажной технологии.

При реализации таких производственных систем объединяются все уровни управления. Многоуровневые ИАСУ предприятием должны обеспечивать согласованное и взаимосвязанное управление всеми видами деятельности, включая управление производствами и технологическими системами различных масштабов и назначений. Кроме того, для бесперебойной работы ИАСУ необходимо располагать средствами, обеспечивающими взаимодействие различных автоматизированных систем управления в составе ИАСУ. Такими средствами являются комплекс технических средств, программное обеспечение, информационное обеспечение, организационное обеспечение (рис. 2.9).

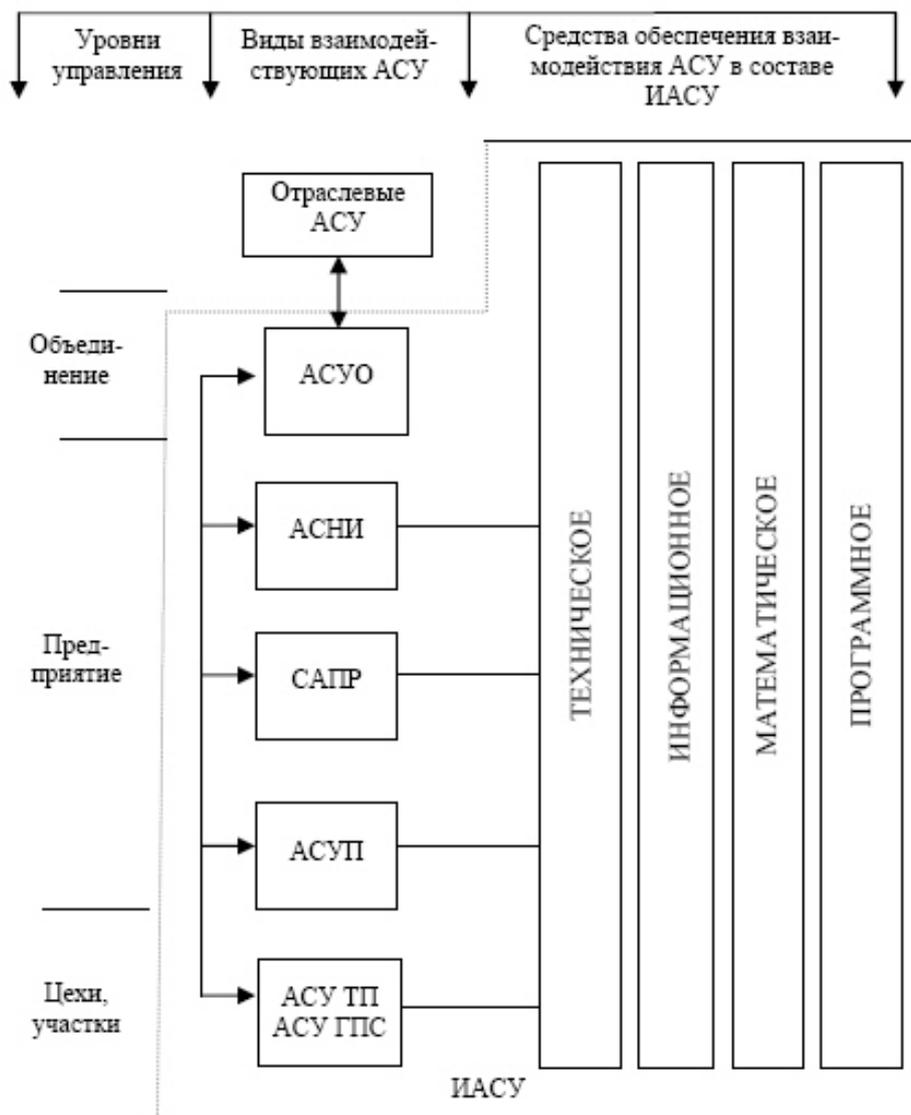


Рис. 2.9. Принципиальная схема ИАСУ

## 2.6. Тенденции развития интегрированных систем управления

Анализ состояния и тенденций развития ИАСУ показывает, что в настоящее время в области разработки функциональной части ИАСУ наблюдаются следующие процессы:

- расширение числа компонент системы путем выделения различных подсистем в качестве самостоятельных АС;
- охват автоматизированным управлением нескольких фаз жизненного цикла изделия - от управления научно-исследовательскими разработками до непосредственного управления технологическими процессами, контроля и анализа функционирования и надежности изделия в эксплуатации;

- охват автоматизацией различных иерархических уровней управления - от управления отраслью до управления технологическими операциями на рабочих местах;
- интеграция функций управления, реализуемых на различных уровнях иерархии с различными периодами управления по всем элементам технологического цикла;
- использование методов оптимизации и адаптации ИАСУ;
- использование диалогового режима для непосредственного участия человека в процессе решения задач управления и корректировки полученных результатов.

Как уже говорилось, отличительными особенностями современной ИАСУ является модульная структура, а также возможность разработки и внедрения системы по частям с последующим ее развитием и наращиванием. ИАСУ на современном этапе характеризует:

- 1) функциональная полнота, обеспечивающая автоматизацию всех видов деятельности - от технической подготовки производства до реализации готовой продукции;
- 2) открытость и адаптивность в отношении изменения состава функций и приспособленность к изменениям параметров объекта;
- 3) применение большого числа вариантов алгоритмов и методов управления;
- 4) представление в распоряжение пользователя персональных средств;
- 5) высокая скорость реакции на запросы, очень малые задержки в обработке данных;
- 6) возможность общения пользователя с системой в активном режиме;
- 7) использование средств искусственного интеллекта и экспертных систем для консультирования персонала в случае принятия управленческих решений;
- 8) применение средств регулярного обучения пользователей;
- 9) децентрализация выполняемых функций по функциональному, организационному и территориальному признакам;
- 10) широкое применение средств управления распределенными данными и процессами обработки данных;
- 11) использование сетевых методов организации коммуникации разнородной вычислительной техники, обрабатывающего оборудования и промышленных контроллеров на базе стандартных процедур взаимодействия ЭВМ в сетях (сетевых протоколах).

ИАСУ будущего имеет многоуровневый многомашинный иерархический комплекс средств автоматизации.

На верхнем уровне для решения организационно-экономических задач и ведения централизованной базы данных используются большие и средние ЭВМ, на среднем уровне для решения задач управления производством - средние и персональные ЭВМ, автоматизированные рабочие места и средства машинной графики для САПР. На нижнем уровне для оперативной обработки данных и управления технологическими процессами применяются малые и микроЭВМ, а также разнообразные средства сбора данных и сопряжения ЭВМ с технологическим оборудованием.

Комплексы технических и программных средств должны включать широкую номенклатуру средств с необходимыми параметрами по надежности, мощности, интерактивным возможностям, габаритам, стоимости и комплексированию средств между собой, с возможностью соединения разнородных технических и программных средств; они должны допускать специализацию определенного класса решаемых задач с централизованным обучением персонала, наладкой и последующим сопровождением.

Единая система унифицированных терминальных средств дополняется эффективными техническими и программными средствами, обеспечивающими стыковку средств обработки данных, как через носители, так и по каналам связи. Также решается задача коренного повышения надежности КТС и достоверности информации, обеспечивается непрерывная модернизация и саморазвитие ИАСУ.

Для упрощения автоматизированных систем широко применяются методы унификации и стандартизации, единый комплекс государственных стандартов на автоматизированные системы различного назначения в оптимальной степени упорядочит процесс создания ИАСУ и повысит технический уровень за счет установления требований к отдельным системам и их компонентам, соответствующих мировому уровню.

Особую роль играет индустриализация процесса создания ИАСУ в форме программно-технического комплекса (ПТК). При этом значительно повышается технический уровень и эффективность каждого ПТК за счет его производства и испытания в соответствии с передовой промышленной технологией и дальнейшего широкого межотраслевого использования при создании автоматизированных систем в различных отраслях промышленного производства. Все это позволяет усовершенствовать и развивать функции ИАСУ с учетом запросов любого хозяйственного объекта и конкретного пользователя.

Характеристика тенденций развития ИАСУ и ее основных компонентов представлена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

**Характеристика тенденций развития ИАСУ и их компонентов**

| <b>Объект</b> | <b>Состояние</b>   | <b>Тенденции развития</b>   |
|---------------|--|---|
| АСУП          | Интенсивно развиваются. Выделяются новые подсистемы. Интерактивный режим. Процедуры управления регламентируют получение и использование информации                                       | Обособление развитых подсистем АСУП в самостоятельные автоматизированные системы. Представление АСУП как головного координирующего компонента ИАСУ            |
| АСУ ТП        | Специализация АСУ ТП по различным видам технологических процессов. Выделение типовых проектных решений по элементам АСУ ТП. Переход к созданию гибких переналаживаемых АСУ ТП            | Оснащение объектов управления встроенными микропроцессорами. Совместное проектирование объектов и АСУ ТП в виде автоматизированных технологических комплексов |
| САПР          | Выделение в качестве самостоятельного вида автоматизированных систем для различных процессов проектирования  | Развитие автоматизированных рабочих мест. Интеграция САПР с АСУП и АСУ ТП   |
| АСНИ          | Созданные системы проходят проверку  | Увеличение разнообразия, расширение функций   |
| ИАСУ          | Создаются по результатам выполнения научно-исследовательских работ. Ориентированы на фиксированные цели. Содержат ограниченное число важнейших компонентов (АСУП, АСУ ТП, АСУ ГПС, САПР) | Создание многоцелевых интегрированных систем. Стандартизация схем соединения частей (интерфейсов). Автоматизация проектирования ИАСУ                          |

В настоящее время создание ИАСУ является генеральным направлением развития автоматизации управления. Именно интеграция АСУ обеспечивает главную составляющую хозяйственного эффекта от внедрения вычислительной техники. Различают интеграцию по вертикали и интеграцию по горизонтали.

*Вертикальная интеграция* - это интеграция систем управления предприятием и систем управления технологическими процессами с целью обеспечения максимальной эффективности всех систем автоматизации. Она основывается на организации потоков информации от нижнего уровня (датчики и контроллеры технологического оборудования) во внутренние и внешние компьютерные сети предприятия и через них в административные системы управления. Данная задача решается на основе объединения промышленных и административных сетей. Интеграция по вертикали позволяет осуществить автоматизацию,

начиная с отрасли и кончая непосредственно технологическими участками, расположенными на нижнем уровне иерархии, т.е. воедино объединяются АСУ отраслью, АСУП и АСУ ТП. При этом речь идет не о простом объединении автономных компонентов в систему, а об интеграции на основе подхода, обеспечивающего создание гибких, программно-управляемых комплексов, реализующих непрерывный цикл взаимоувязанных хозяйственных операций.

*Горизонтальная интеграция* - это объединение между собой всех автономных систем автоматизации технологических и производственных процессов, а также административных подразделений цехового уровня в единую информационную сеть. Интеграция по горизонтали тесно связана с решением проблем совершенствования хозяйственного механизма. Например, важной задачей является интеграция таких составных частей ИАСУ, как автоматизированная система оперативно-производственного управления (АСОПУ) и автоматизированная система организационно-экономического управления (АСОЭУ).

При интеграции систем разнородного характера оперативно-производственные системы обычно играют роль генераторов первичной достоверной информации для организационно-экономических систем. Важными элементами интеграции являются балансировка материальных и энергетических потоков, использование единого банка данных среди разнородных систем управления. Разнообразие применяемых методов в ИАСУ методов и принципов свидетельствуют об интенсивном развитии этого направления, но ведомственные разобщенности, отсутствие единого подхода препятствуют этому процессу.

Важным этапом при проектировании ИАСУ является этап экономического обоснования, состоящий в определении эффективности и качества ИАСУ. Источником повышения эффективности ИАСУ является: повышение качества выпускаемой продукции; улучшение организации производства; экономия сырья, топлива, энергии; повышение производительности труда, сокращение времени принятия решений и повышение их качества; большая гибкость и мобильность производства.

Расчет экономической эффективности ИАСУ предполагает, что:

- каждая компонента ИАСУ имеет определенную экономическую эффективность;
- эффективность ИАСУ обусловлена таким фактором, как "степень интеграции" различных компонентов, и ее значение больше суммы экономических эффектов этих отдельных компонент;
- методика расчета экономической эффективности ИАСУ должна быть достаточно наглядной и не должна требовать больших временных и трудовых затрат.

С учетом этих допущений экономическую эффективность ИАСУ можно определить как:

$$\mathcal{E} = K_C \times \sum \mathcal{E}_i,$$

где  $\mathcal{E}_i$  - экономическая эффективность компоненты ИАСУ;  $K_C = f(k_j, \alpha_j)$  - системный коэффициент;  $k_j$  - частные значения показателей интеграции по одному из показателей интеграции всех компонент ИАСУ;  $\alpha_j$  - коэффициент предпочтительности показателя  $k_j$ .

Степень интеграции можно определить методом экспертных оценок по всем аспектам интеграции: функциональному, организационному, математическому, информационному и техническому. Коэффициенты предпочтительности также могут быть определены с помощью экспертов по некоторой шкале оценок, найденной по всем видам интеграции также с помощью информации, полученной от экспертов. Недостатком экспертного подхода является субъективизм в определении большого числа различных коэффициентов, входящих в расчетные уравнения, что влечет за собой значительное разногласие при определении окончательного значения экономической эффективности.

Сложность и комплексный подход в проектировании и эксплуатации ИАСУ требует разработки новых методик расчета экономической эффективности, которые позволят устранить имеющиеся противоречия между организациями-разработчиками и пользователями.

## ГЛАВА 3. МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Масштабность, сложность, высокая стоимость работ, многоплановость, возникающие в процессе построения интегрированных систем управления проблем, потребовали регламентации и упорядочения процесса создания этих систем в соответствии с определенной системой принципов построения автоматизированных систем управления.

В главе изложены общие принципы и методология построения интегрированных автоматизированных систем управления (ИАСУ). Рассмотрены основные стадии создания ИАСУ, организация проектирования ИАСУ, роль человека в ИАСУ.

### 3.1. Требования научного управления

Научно-технический прогресс создает предпосылки для повышения качества управления за счет использования вычислительной техники, математических методов, теории управления, автоматизации управления. Научными направлениями исследования и проектирования систем являются:

- *Общая теория систем* - связана с разработкой совокупности методологических, научных и прикладных проблем анализа и синтеза сложных систем. В данной теории используются символический, теоретико-множественный, абстрактно-алгебраический, топологический, логико-математический, теоретико-информационный, динамический и эвристический уровни. Рассмотрение задач автоматизированного управления на каком-либо уровне абстрагирования позволяет дать ответы на определенную группу вопросов.

- *Системотехника* - изучает вопросы планирования, проектирования, поведения сложных информационных систем.

- *Исследование операций* - основано на математическом моделировании процессов и явлений. Методы исследования операций наиболее пригодны для исследования и разработки организационных систем, но их можно использовать и при проектировании систем управления технологическими процессами на этапе постановки целей, определения показателей эффективности, анализе математических моделей.

- *Системный анализ* - является методологией исследования трудно наблюдаемых, трудно понимаемых свойств и отношений в объектах. Объекты представляются в качестве целенаправленных систем, изучаются свойства этих систем, взаимоотношения между целями и средствами их реализации. Системный анализ используется при оценке проектов сложных АСУ, промышленных систем, процессов планирования.

Таким образом, разработка и функционирование интегрированных систем управления должны удовлетворять основным требованиям научного управления.

1. Точное определение целей, а также критериев развития и функционирования производства в соответствии с их положением в общем комплексе отрасли.

2. Соответствие модели системы управления особенностям развития и функционирования управляемого объекта.

3. Диалектическая взаимосвязь в развитии и совершенствовании модели системы управления и управляемого объекта.

4. Возможность выбора действенных и своевременных решений, обеспечивающих оптимальное ведение производственно-хозяйственной деятельности предприятий.

5. Соответствие организационной структуры системы управления особенностям принятой модели системы управления и условиям ее реализации.

6. Специфицирование информационно-технического обеспечения системы управления в соответствии с особенностями построения организационной структуры.

7. Адаптация и самоорганизация системы управления в соответствии с изменениями внутренних и внешних условий функционирования объекта управления.

8. Мобильность и преемственность использования различных элементов, образующих конкретную систему управления.

## 9. Экономичность функционирования и развития системы управления.

Требования научного управления к построению интегрированных систем управления проявляются в наличии у них соответствующих свойств. Отсутствие в системе управления какого-либо свойства означает несоблюдение требований научного управления, снижение ее качества и возможностей.

Процесс создания ИАСУ - это последовательное и постепенное внедрение более совершенных, научно обоснованных методов управления и средств вычислительной техники с целью увеличения эффективности производства и повышения производительности труда.

Среди основных принципов конструирования ИАСУ можно выделить:

1. *Максимум эффективности.* Критерием эффективности обычно является отношение показателей ценности результатов, полученных в процессе функционирования системы, к показателю затрат на ее создание. При оценке эффективности используют методы аналогии, экспертных оценок, прямых расчетов, математического моделирования.

2. *Согласование частных критериев.* Для достижения общей цели должны быть согласованы между собой критерии эффективности каждой подсистемы, причем для оптимального функционирования системы не требуется оптимизации работы каждой из ее подсистем.

3. *Оптимум автоматизации.* Необязательно, чтобы все задачи решались автоматически. Уровень автоматизации обосновывается исходя из критериев эффективности.

4. *Централизация информации.* Система управления и принятия решений эффективна, если информация собирается, хранится и обрабатывается на основе единых массивов, единого банка данных, который может быть децентрализованным.

5. *Явления с малой вероятностью.* Основную задачу системы нельзя пересматривать, а основные характеристики системы не должны изменяться для того, чтобы система оказывалась пригодной также в ситуациях, имеющих малую вероятность наступления.

При создании ИАСУ необходимо обеспечить соответствующий научно-технический уровень (НТУ), под которым понимают степень соответствия оцениваемой системы поставленным задачам или тенденциям научно-технического прогресса. Основными целями оценки НТУ являются:

- получение прогнозируемых оценок развития ИАСУ;
- планирование уровня создаваемой системы;
- управление процессом разработки и внедрения;
- оценка эффективности функционирования;
- определение направлений дальнейшего развития.

Показателем научно-технического уровня системы является функция, в состав которой входят частные значения показателей оцениваемой системы, достигнутые в рассматриваемый момент, при этом учитывается важность этих показателей.

Существуют различные виды научно-технического уровня (НТУ) ИАСУ.

1. *Идеальный научно-технический уровень* - когда функция НТУ достигает экстремального значения. Определение значений отдельных показателей, при которых достигается оптимальный уровень, позволяет оценить потенциальные возможности ИАСУ.

2. *Прогнозируемый научно-технический уровень* - определяется для построения ИАСУ достаточно высокого уровня в условиях ограничений по времени и ресурсам. Он получается подстановкой в функцию значений показателей возможных вариантов элементов ИАСУ и сравнением прогнозируемого уровня НТУ с идеальным уровнем. Выбирается тот вариант, который дает наибольшее приближение к идеальному уровню НТУ.

3. *Проектный научно-технический уровень* - определяется условиями создания и функционирования конкретной ИАСУ, является минимально необходимым для возмещения затрат на разработку и эксплуатацию системы.

4. *Достигнутый научно-технический уровень* - определяется значениями элементов и условиями работы ИАСУ, выявленными в результате анализа функционирования ИАСУ в производственных условиях.

Таким образом, оценка НТУ позволяет определить предпочтительность различных характеристик ИАСУ или отдельных элементов. Для оценки НТУ ИАСУ необходимо

выбрать частные показатели, определить их численные значения, определить комплексный показатель НТУ, учитывающий коэффициент важности его частных показателей для конкретного варианта. Показатели оценки НТУ ИАСУ должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) каждый показатель должен характеризовать совокупность элементов, от которых зависит уровень ИА СУ и который должен быть чувствительным к изменению каждого показателя;
- 2) каждый показатель должен содержать количественную оценку;
- 3) число показателей должно быть ограничено для обеспечения их сбора и обработки простыми способами;
- 4) показатели НТУ должны стимулировать применение перспективных элементов ИАСУ.

### **3.2. Принципы построения интегрированных систем управления**

Принципы построения интегрированных автоматизированных систем управления обуславливаются требованиями и возможностями научного управления, а также особенностями конкретных объектов управления. Эти принципы можно рассматривать как наиболее общие методологические требования к ИАСУ, в основе которых лежат требования системного анализа, как объекта, так и органа управления в процессе их совместного функционирования.

Основные принципы построения ИАСУ подразделяются на несколько групп, с выделением в каждой из них основных принципов группы:

- системного подхода;
- экономико-экологического характера;
- системного характера;
- организационно-технические;
- кибернетические.

#### **3.2.1. Принципы системного подхода**

Разработка интегрированных автоматизированных систем управления требует системного подхода. Наибольшее значение имеют следующие понятия общей теории систем:

1. *Отдельный элемент системы и сама система, обладающие внутренней структурой, имеют вход и выход.* Любую систему или ее часть можно детализировать, не нарушая целостности всей системы. Например, бухгалтерии министерства, предприятия, цеха.

2. *Декомпозиция*, т.е. расчленение системы на части с меньшим количеством элементов и взаимосвязей между ними, что способствует обеспечению условий для анализа и синтеза подсистем; для проектирования, построения, внедрения, эксплуатации и совершенствования систем управления.

Таким образом, целью декомпозиции ИАСУ является: определение полного состава элементов, позволяющих синтезировать систему; определение основных понятий, позволяющих установить состав и границы рассматриваемой системы на различных этапах ее исследования и разработки; обеспечение возможности планирования и управления разработкой с точностью до отдельных элементов. Обычно систему разделяют на подсистемы, которые поддаются какой-либо классификации, например, по функциям управления, по иерархии управления. Необходимо учитывать естественную декомпозицию, которая находит свое выражение в существующей структуре управления, обязанностях должностных лиц, действующей документации. При проведении декомпозиции возможны следующие проблемы:

- 1) разделение системы на части с меньшим числом элементов, связей, переменных величин;
- 2) декомпозиция критерия, т.е. нахождение критериев субоптимальности, критериев

функционирования подсистем;

3) оценка субоптимальности действия подсистемы, степени отклонения получаемых результатов от оптимальной потребности системы в целом;

4) агрегирование подсистем;

5) выбор стратегии функционирования.

3. *Принцип соответствия.* Задачи предприятия должны соответствовать возможностям проектируемой системы. Элементы ИАСУ, взаимосвязанные в процессе функционирования, по своим параметрам должны соответствовать друг другу.

4. *Принцип единообразия,* т.е. необходимо унифицировать и стандартизировать элементы системы, что позволит снизить затраты на проектирование реальных систем, повысить проработанность проектных решений.

5. *Принцип внешнего дополнения,* который требует описания любой системы с учетом внешних взаимосвязей, что позволяет достичь полноты описания и повысить точность моделирования. Этот принцип позволяет рассматривать интегрированную систему управления в двух аспектах: как относительно обособленную сложную информационную систему и как элемент системы управления высшего уровня, например, системы управления отраслью.

При выполнении перечисленных выше принципов системного характера необходимо постоянно помнить о том, что промышленное предприятие, для которого разрабатывается ИАСУ, является динамической системой и поэтому нуждается в постоянном управлении функционированием и развитием.

### **3.2.2. Принципы экономико-математического характера**

К основным принципам экономико-математического характера относятся.

1. *Определение объекта и органа управления как системы и построения ее модели.*

Общая модель системы управления должна отображать взаимосвязь всех аспектов и методов планирования и регулирования производственно-хозяйственной деятельности. На основе системного описания она может быть представлена в виде:

1) общего описания закономерностей производственно-хозяйственной деятельности предприятия;

2) математических формул и уравнений, отражающих характер закономерностей развития и функционирования производства;

3) блок-схем взаимосвязи факторов развития и функционирования производства.

2. *Определение приоритета отдельных задач управления и очередности их разработки в рамках общей модели управления.* Невозможность построения общей модели управления обуславливает необходимость оценки важности и установления очередности разработки и внедрения отдельных задач управления.

3. *Воссоединение замкнутого контура управления в АСУ.* Любая решаемая задача должна охватывать по возможности все циклы управления: прогнозирование, планирование, организацию производства, оперативное управление, учет и контроль хода выполнения плана. Воссоединение всех циклов управления в рамках решаемой задачи значительно ускоряет процессы принятия решений и уменьшает неконтролируемый период функционирования производства.

### **3.2.3. Принципы системного характера**

К принципам системного характера относятся:

1. *Установление перечня и частоты подготовки информации, необходимой для анализа производственно-хозяйственных ситуаций и принятия решений.*

В процессе разработки ИАСУ различают три группы документов:

1) документы, определяемые вышестоящими организациями управления, они не могут быть изменены и принимаются за основу. Это - формы отчетов, планов и т.п.;

2) документы действующей системы управления, сохраняемые в новой системе для удобства работы;

3) выходные документы с учетом требований новой модели системы управления и анализа организации управленческого аппарата.

2. *Максимальное освобождение аппарата управления от сведений, не используемых в процессе решения оперативных задач.* Это достигается путем автоматизации решений наиболее массовых производственно-хозяйственных задач, а также в результате перехода к выдаче данных с помощью ИАСУ на основе системы запросов.

3. *Организация централизованной нормативно-справочной базы.* Единая нормативно справочная база данных, обслуживая различные функции управления, обеспечивает интеграцию и сопоставимость принимаемых решений, что позволяет резко повысить качество планирования, существенно упростить функции аппарата управления, освободив его от рутинных работ.

4. *Организация потока данных между системой и объектом управления.* Весь поток первичных документов вводится в ИАСУ в пунктах формирования. Затем они синтезируются с нормативно-справочными данными. Далее без дополнительных сведений производятся все последующие операции выработки необходимой документации, освобождая управленческий персонал от ручных операций, связанных с получением и обработкой первичных документов.

5. *Одноразовая фиксация фактических данных в первичных документах.* Это означает, что в первичных документах должны отражаться только сведения, характеризующие фактическое состояние динамики производства. Должны быть исключены всякого рода нормативно-справочные сведения. Все это позволяет упростить первичную документацию и тем самым снизить трудоемкость управленческих работ в низовом звене управления.

6. *Непрерывное обновление базы нормативно-справочных данных.* Любые изменения конструкции изделия, технологии изготовления должны находить отражение в нормативно справочных данных;

7. *Органический синтез всех элементов ИАСУ в пространстве и времени, установление строгого графика их функционирования в процессе решения задач управления.* При разработке ИАСУ должны быть увязаны методы и средства решения задач управления, обеспечена подготовка необходимых инструкций, программ и обучение персонала.

### **3.2.4. Организационно-технические принципы**

В состав организационно-технических принципов входят:

1. *Правовое обеспечение аппарата управления.* Правовое обеспечение призвано регламентировать деятельность работников в процессе решения задач управления. Оно регулирует порядок взаимоотношений подразделений предприятия.

Важной функцией правового обеспечения является предупреждение всякого рода действий работников, которые могут нанести ущерб.

2. *Приведение организационной структуры предприятия в соответствие с характером модели системы управления и технологией информационных работ.* Организационная структура предприятия должна соответствовать модели системы управления и правовому обеспечению. Для реализации этого принципа необходимо:

- 1) уточнить или разработать новую схему организационной структуры предприятия;
- 2) определить основные функции и задачи отдельных подразделений и работников предприятия;
- 3) установить комплекс входной и выходной документации по каждому подразделению;
- 4) регламентировать схему взаимодействия подразделений;
- 5) уточнить график работы всех подразделений.

3. *Подготовка персонала аппарата управления к работе.* В процессе разработки ИАСУ должны осуществляться:

- 1) совместное формулирование задач управления специалистами исследовательских организаций и работниками аппарата управления;

- 2) обучение аппарата управления новым методам решения задач и ознакомление их с возможностями и особенностями новых средств;
- 3) непрерывное информирование работников аппарата управления о ходе, трудностях и результатах разработок методов решения новых задач;
- 4) совместное экспериментальное решение задач управления работниками исследовательских организаций и аппарата управления ("обучение" новой системе управления).

### **3.2.5. Кибернетические принципы**

Кибернетические принципы используются при построении оптимальной структуры ИАСУ, они очень тесно переплетаются с принципами системного подхода и уже неоднократно упоминались выше.

1. *Принцип иерархии* предполагает, по крайней мере, деление системы на два уровня. Верхний уровень реализует стратегию поведения ИАСУ на перспективу. Нижний уровень реализует тактические ходы, определяя поведение системы на ближайший период. В общей схеме автоматизированного управления предприятием различают три уровня:

1) *нижний* - автоматизация управления технологическим процессом - решаются задачи соблюдения технологических режимов, правил эксплуатации оборудования и технологической безопасности. Автоматизация обеспечивает стабилизацию параметров, оптимальную в данных условиях производительность оборудования. Здесь применяют локальные системы регулирования параметров, поисковую автоматику, элементы вычислительной техники, автоматическую сигнализацию, блокировку, регистрацию;

2) *средний* - автоматизация управления на уровне производства – определяется экономически обоснованное распределение нагрузок между цехами и участками, оптимальный режим технологического процесса, вырабатываются и передаются команды управления системам автоматизации нижнего уровня. Для этого используют системы централизованного сбора информации, вычислительные машины для анализа деятельности производств и выработки заданий системам автоматизации верхнего уровня;

3) *верхний* - автоматизация управления на уровне предприятия - решаются технические и экономические задачи, планируется производство отдельных цехов и участков, выполняются учетные работы, осуществляется управление транспортом, складами, энергоресурсами, определяются показатели для оперативного управления, которые передаются в соответствующие системы автоматизации среднего уровня. На этом уровне применяют системы сбора информации о работе основных и вспомогательных производств, вычислительных машин для анализа деятельности всего предприятия, планирования, учета, оперативного управления, выдачи отчетной документации.

2. *Принцип необходимого и достаточного разнообразия* заключается в том, что разнообразие сложной системы требует управления, которое само должно обладать необходимым разнообразием.

3. *Принцип эмерджентности* заключается в том, что сложная система может обладать свойствами, не присущими ни одному из элементов системы в отдельности. Этот принцип имеет значение для систем оптимального управления, так как оптимум отдельных элементов может не совпадать с глобальным оптимумом системы.

4. *Принцип обратной связи*. Использование обратной связи обеспечивает синхронность между выдаваемыми заданиями и полученной информацией об их выполнении, что позволяет провести учет возникающих в системе отклонений.

### **3.3. Основные стадии создания интегрированных систем управления**

При создании ИАСУ существует типовая последовательность стадий разработки и внедрения системы, регламентируемая общеотраслевыми руководящими материалами, которые устанавливают следующие этапы создания: предпроектные работы, включающие обследование предприятия и разработку технического задания (ТЗ) на проектирование; разработку технического проекта (ТП); разработку рабочего проекта; ввод в эксплуатацию.

Разработка ИАСУ является сложным, длительным и дорогостоящим мероприятием, включающим в себя проектирование элементов обеспечивающего комплекса, функциональных подсистем, внедрение методов подготовки, передачи и обработки информации, обучение специалистов управления принципам деятельности ИАСУ. Разделение процесса создания ИАСУ на этапы объясняется спецификой работ, выполняемых на каждом из этапов, и технологией их выполнения. Под технологией проектирования понимается совокупность средств и методов проектирования, организационных приемов, используемых технических средств, имеющихся людских ресурсов и их квалификации.

Работы по созданию и внедрению ИАСУ возглавляются руководителем и выполняются специальным структурным подразделением, создаваемым приказом по предприятию для этих целей.

### ***3.3.1. Предпроектные работы***

На предпроектной стадии проводится анализ существующей системы, составляется технико-экономическое обоснование (ТЭО) и разрабатывается техническое задание (ТЗ) проектируемой интегрированной системы.

*Предпроектный анализ* - это комплекс исследований, выполняемых для выявления тенденций развития производства и разработки плана мероприятий по совершенствованию системы управления.

Обследование предприятий ведется как до начала проектирования, так и на этапе разработки технического проекта. Качество проекта ИАСУ зависит от объема и качества обследования объекта управления. Проведение полного обследования предприятия - объекта управления - требует высокой квалификации специалистов и достаточно больших затрат ресурсов.

В ходе обследования предприятия, т.е. проведения предпроектного анализа необходимо выполнить следующий комплекс работ:

- проанализировать организационную структуру объекта управления с целью ее совершенствования;
- провести анализ функциональной структуры объекта управления;
- определить информационные потоки между подразделениями и внутри них для выработки рекомендаций по установлению избыточности информации, совершенствованию структуры документируемой информации, обеспечения смыслового единства информации;
- провести анализ существующих методов управления с целью определения целесообразности их реализации в условиях ИАСУ;
- сформулировать критерии эффективности функционирования объекта;
- выбрать состав автоматизируемых функций и задач управления по подразделениям;
- определить технико-экономические показатели, которые будут достигнуты в результате создания ИАСУ;
- выработать рекомендации по совершенствованию системы управления предприятия.

Предпроектный анализ занимает 30...40% времени, затрачиваемого на проектирование ИАСУ. Для сокращения затрат времени и повышения качества проектных решений необходимо внедрять формализованные методы представления результатов анализа и проектирования. На предпроектной стадии для представления результатов работы используются следующие формализованные методы: в виде стандартной системы документов (таблиц), графовой модели, структурно-функциональных связей и др.

Наибольшие успехи в формализованном представлении достигнуты при анализе информационных потоков и документооборота. Основой такого анализа является представление в виде графа. Полученная графовая модель используется для решения различных задач, а также при анализе организационной, функциональной структур, взаимосвязей отдельных подсистем.

Предпроектная стадия заканчивается составлением технико-экономического обоснования (ТЭО) создания ИАСУ, которое оформляется в виде пояснительной записки с приложением материалов обследования предприятия.

*Технико-экономическое обоснование* содержит следующие разделы:

1. *Исходные положения, характеристики и технико-экономические данные.*

Приводится характеристика организационной и производственной структуры предприятия, основных технологических особенностей производства. Информация представляется в виде графических схем с указанием подразделений предприятия, описанием их функций, а также с описанием систем оплаты труда, действующих систем планирования, оперативного управления, учета и анализа с приведением технико-экономических показателей производственно-хозяйственной деятельности, включая данные по использованию сырья, материалов, оборудования и т.д.

2. *Обоснование цели создания ИАСУ.* Приводятся основные критерии эффективности системы для оценки и выбора вариантов автоматизации, в соответствии с которыми дается оценка конкретных ТЭП повышения эффективности производства и системы управления за счет ИАСУ. Это может быть снижение себестоимости, повышение производительности труда, сдерживание роста управленческого персонала, совершенствование системы планирования и оперативного управления, упорядочение финансово-хозяйственной деятельности.

3. *Обоснование комплексов задач (подсистем) управления и средств ИАСУ.* Излагаются контуры будущей ИАСУ: функциональные подсистемы, проектные решения по обеспечиваемому комплексу, состояние информационной базы, расчеты предполагаемой экономической эффективности. Также приводятся расчеты затрат на создание ИАСУ, источники финансирования разработки.

4. *Перечень организационно-технических мероприятий.* Определяются организации заказчик и разработчик, устанавливаются требования к их взаимоотношениям, определяются права и обязанности каждого из них.

Организационно-технические мероприятия раскрывают направления рационализации хозяйственного механизма функционирования предприятия, в том числе вырабатываются рекомендации по совершенствованию внутривоздских расчетов, определяемые применением методов экономико-математического моделирования, изменением методов управления производством. Здесь же формулируются основные требования по изменению управления производством и организационной структуры предприятия. В заключении раздела дается оценка потребности в кадрах для ИАСУ.

5. *Выводы и предложения.* Дается общая оценка экономической целесообразности и производственной необходимости создания ИАСУ.

На предпроектной стадии разработчик системы совместно с заказчиком составляет техническое задание (ТЗ) на создание ИАСУ. Этот документ содержит основные требования к элементам будущей системы, порядок разработки и внедрения. Отличие ТЗ от ТЭО состоит в том, что в ТЗ сформулированы требования к элементам системы, которые должны быть учтены в ходе проектирования, а ТЭО использует описание элементов системы для уяснения существа системы при обосновании целесообразности ее создания. Поэтому ТЗ должно содержать более точные и развернутые представления о создаваемой системе и порядке ее создания.

*Техническое задание* на создание ИАСУ включает следующие разделы:

1. *Основание для разработки.* Приводится наименование документа, на основании которого должна разрабатываться ИАСУ, организация, утвердившая этот документ, а также наименование и условное обозначение разработки.

2. *Общие положения.* Описываются основные цели создания системы, критерии эффективности ее функционирования; приводится описание функционального назначения ИАСУ; раскрываются методы и средства автоматизации управления; излагаются требования конкретных видов производственной деятельности предприятия к функционированию ИАСУ.

3. *Основные требования.* Свод требований, которые должны быть выполнены в ходе проектирования: состав и наименование комплексов задач с их характеристиками, характеристики типовых проектных решений, пакеты прикладных программ (ППП); требования по изменению организационной структуры предприятия, к организации информационной базы, составу программного обеспечения, режиму работы ИАСУ, составу и структуре технических средств.

4. *Материалы, используемые для разработки.* Содержится перечень нормативно справочных документов, документов с описанием рекомендуемых ППП и ТПР, а также перечень экспериментальных исследований и научно-исследовательских разработок.

5. *Стадии разработки и внедрения.* Обосновывается стадийность, количество и содержание очередей разработки и внедрения ИАСУ.

6. *Организация работ и исполнители.* Обосновывается принятый метод разработки ИАСУ, приводится перечень организаций, участвующих в создании системы и распределении функций между ними, указываются источники и порядок финансирования по стадиям разработки и внедрения.

7. *Расчет экономической эффективности и научно-технического уровня ИАСУ.*

### **3.3.2. Технический проект**

В соответствии с существующими нормативными документами проектирование интегрированной системы управления выполняется в две стадии. Первой - начальной - стадией, которая определяет направление всех работ по созданию ИАСУ, является *техническое проектирование*.

Технический проект разрабатывается в виде документов на отдельные виды обеспечения ИАСУ, в нем должны найти подробную проработку все положения и требования технического задания. На стадии технического проектирования проводится детальный анализ существующей системы и синтез новой системы управления, включающей разработку функциональных подсистем и обеспечивающих звеньев ИАСУ, организационной структуры и структуры комплекса технических средств, информационной базы, программного обеспечения, разрабатывается проектная документация на систему, определяется эффективность новой системы. Документы в ИАСУ обычно комплектуются по виду обеспечения.

*Технический проект* в обязательном порядке должен содержать следующие разделы:

1. *Обоснование проектных решений.* Обобщающим документом, раскрывающим суть этого раздела является "Пояснительная записка к проекту", которая должна содержать: обоснование для разработки ИАСУ на данном предприятии (наименование документов, на основании которого ведется разработка ИАСУ, перечень организаций, участвующих в разработке, с указанием заказчика, головного исполнителя и соисполнителей); краткую характеристику объекта управления, его основные технические показатели; проектные решения по ИАСУ (перечень научно-исследовательских работ, используемых в разработке, обоснование и краткая характеристика основных решений по автоматизируемым функциям и видам обеспечения, описание общих принципов функционирования, общий регламент функционирования).

2. *Обоснование выбора задач, описание постановки задач и алгоритмов их реализации.* Состав задач ИАСУ формируется на основании данных предпроектного обследования и анализа функций управления на предприятии. Характеристика задачи должна содержать: цель, назначение, организационно-техническую (технико-экономическую) сущность задачи и обоснование целесообразности ее решения, экономический эффект, перечень объектов управления и показателей, характеризующих их состояние, описание назначения выходной информации, условия решения задачи и ее связь с другими задачами.

На каждую решаемую в системе задачу выпускается документ "Описание постановки задачи", а описание алгоритмов ее реализации оформляется в виде отдельного документа "Описание алгоритма", в котором содержится изложение процедур преобразования входной

информации и получения выходной в виде сигналов, информационных массивов, документов, а также технологию машинной реализации определения выходных показателей по входным переменным.

3. *Описание организационной и функциональной структур.* При разработке организационной структуры изучаются результаты анализа уже сложившейся структуры и рекомендации по ее улучшению, определяется перечень служб и подразделений, входящих в состав каждой подсистемы ИАСУ.

При разработке функциональной структуры уточняется состав задач и подсистем, их взаимосвязь, регламентируются функции управления по производственным подразделениям, устанавливаются функциональные связи между подразделениями и подсистемами внутри автоматизированной части и в системе в целом.

4. *Описание информационного обеспечения ИАСУ, системы классификации способов кодирования информации, состава входных и выходных документов.* Информационное обеспечение должно включать описание принципов организации информационного обеспечения, способов организации сбора и передачи информации, построения системы классификации и кодирования, организации информационной базы. Информационной базой называется совокупность сведений, содержащихся в документации и массивах информации системы управления объектом. Существенную часть информационной базы составляет нормативно-справочная информация, которая должна быть достаточной для решаемых в ИАСУ задач, иметь своевременную корректировку.

Документация по информационному обеспечению выпускается в виде следующих документов: описание информационного обеспечения ИАСУ, описание организации информационной базы, описание системы классификации и кодирования, описание массивов информации, чертежи форм документов, перечень входных и выходных сигналов, описание технологии обработки данных.

5. *Описание комплекса технических средств (КТС), включающее проектную оценку надежности, структурную схему КТС.* Описание решений технического проекта по техническому обеспечению ИАСУ должно содержать исходные данные для проектирования КТС, принципиальные решения по обработке данных, обоснование выбора структуры КТС, описание функционирования КТС, его размещение на объектах управления, обоснование применения и технические требования к оборудованию, оценку надежности КТС, организационное обеспечение эксплуатации и обслуживания КТС.

При оценке надежности следует учитывать:

1) Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени;

2) Ремонтопригодность - свойство, заключающееся в обнаружении причин возникновения отказов, устранении их последствий путем ремонта и технического обслуживания;

3) сохраняемость - свойство сохранять работоспособное состояние в период транспортировки оборудования и после хранения;

4) долговечность - свойство сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания.

Каждая из составляющих надежности связана с некоторой случайной величиной, имеющей размерность времени (время безотказной работы, время восстановления работоспособности после отказа, время сохранения технических характеристик в условиях хранения).

6. *Описание основных решений по программному обеспечению.* Описание системы программного обеспечения включает описание общего программного обеспечения и описание специального программного обеспечения и оформляется в виде документа "Описание программного обеспечения ИАСУ".

Описание общего программного обеспечения содержит краткую характеристику выбранной операционной системы, перечень трансляторов; краткую характеристику библиотеки программ, перечень служебных программ и программ общего назначения,

которые включены в операционную систему; последовательность управляющих операторов, обеспечивающих получение требуемого варианта операционной системы.

Описание специального программного обеспечения содержит краткую характеристику программ по созданию и обслуживанию базы данных, структуры программ функционального назначения, программ, не вошедших в состав операционной системы.

Если используются пакеты прикладных программ, то дается их краткая характеристика, указываются параметры генерации, схемы настройки, перечень блоков пользователей.

*7. Расчет экономической эффективности ИАСУ* производится в соответствии с действующими методиками. Расчет годового экономического эффекта, коэффициента экономической эффективности и срока окупаемости затрат производится на всех стадиях разработки ИАСУ с необходимым уточнением данных и оформляется в виде самостоятельного документа.

Экономическая эффективность ИАСУ обуславливается повышением эффективности автоматизированного производства, определяемым повышением качества и надежности управления, снижением потерь, повышением производительности. При расчете экономического эффекта выделяют информационные, организационные, математические и технические аспекты.

Минимальная стоимость необходимой информации обеспечивается сокращением ее объема, выбором наилучших форм представления и кодов. Таким образом, наибольший эффект экономичности информации достигается при использовании для управления информацией, требующей минимальных затрат.

Организационный аспект экономичности обеспечивается автоматизацией труда, которая дает эффект за счет выполнения работы с помощью технических средств, высвобождающих оперативный персонал от рутинного труда, а также повышением качества управления технологическим процессом, получаемым при вводе ИАСУ, который обусловлен оперативностью автоматизированного управления, своевременностью принятия решений, выбором оптимальных решений, более полной их реализацией. Кроме того, повышается надежность управления за счет снижения времени нахождения системы в нерабочем состоянии, уменьшения числа сбоях при принятии решений.

Экономичность математического обеспечения определяется затратами на его создание и обеспечения эффективности функционирования. Затраты на создание математического обеспечения зависят от его объема, от наличия качественных сервисных программ, операционных систем, возможностей автоматизированной разработки.

Основной объем затрат в стоимости создания ИАСУ занимают затраты на оборудование. Результативность применения технических средств определяется степенью соответствия требованиям, к которым относятся их информационная совместимость, соответствие структуры КТС структуре и технологии разработки ИАСУ, быстрое решение основных задач, упрощение общения персонала с этими средствами, возможность их модификации при невысоких затратах.

*8. План мероприятий по подготовке объекта к внедрению* оформляется в виде таблиц, в которых указываются сроки внедрения мероприятий, исполнители и сроки завершения работ. Мероприятия должны охватить весь круг вопросов, связанных с технической, организационной, кадровой, психологической подготовкой функционирования ИАСУ.

### ***3.3.3. Рабочий проект***

Рабочий проект разрабатывается на основе технического проекта, поэтому он не утверждается. На этой стадии должны быть завершены разработки элементов первой очереди системы, окончены все организационно-технические мероприятия по созданию материальной базы. Завершаются все работы сдачей комплексов задач в опытную эксплуатацию.

Рабочий проект направлен на разработку технической документации, необходимой для отладки, внедрения ИАСУ, проведения приемо-сдаточных испытаний и обеспечения нормального функционирования ИАСУ.

Рабочий проект должен содержать.

1. *Общее описание ИАСУ.* Этот раздел оформляется в виде отдельного документа и содержит информацию о назначении ИАСУ, описание основных решений, обеспечивающих выполнение поставленной цели управления;

2. *Описание решений, обеспечивающих сопровождение, изготовление и, в дальнейшем, эксплуатацию программ.* Выходными документами этого наиболее трудоемкого этапа рабочего проекта являются пояснительная записка, описание программ, спецификации, руководства программиста, руководства оператора, тексты программ, формуляр, порядок и методика испытаний.

Система документов должна содержать полную информацию об используемых средствах программирования, содержании и системах кодирования информации, структуре программы, параметрах ее настройки, действиях оператора в процессе запуска и эксплуатации программы и др.

3. *Инструктивные материалы по эксплуатации оборудования и выполнению операций технологического процесса обработки данных.* Содержание раздела составляют инструкции по эксплуатации оборудования, технические и должностные инструкции, которые оформляются в виде отдельных документов на каждую подсистему (вид оборудования), отдельного исполнителя, для каждой операции технологического процесса обработки данных, передаче информации и др.

4. *Схемы монтажа и наладки КТС.* Данный раздел в рабочем проекте представляется в виде принципиальных схем, схем соединения внешних проводов, чертежа общего вида, спецификации оборудования.

5. *Расчет экономической эффективности.* Рабочее проектирование завершается мероприятиями по подготовке объекта к внедрению. Сдаче системы в промышленную эксплуатацию предшествует опытная эксплуатация, являющаяся завершающим этапом для всего процесса создания ИАСУ. Основным смыслом работ заключается в том, что система работает по полному кругу задач и выполняемых функций, но не в реальном масштабе времени; или система работает в реальном времени, но не по полному объему обрабатываемых показателей.

В процессе опытной эксплуатации проверяется рациональность проектных решений, уточняется технологический процесс машинной обработки информации, взаимодействие служб и т. д. Заканчивается этап вводом отдельных задач или комплексов задач в производственную эксплуатацию.

### **3.4. Организация проектирования**

Создание ИАСУ включает в себя два взаимосвязанных и направленных к единой цели процесса: разработку системы организацией-разработчиком и подготовку предприятия к ее внедрению. При планировании очередей создания системы учитываются следующие факторы:

- разработка принципов построения системы, обеспечивающих в перспективе эффективное ее развитие;
- определение этапов расширения системы, наращивания ее мощности, улучшения параметров функционирования;
- освоение системы функциональными специалистами управления;
- организация учета эффекта от внедрения отдельных элементов системы.

Очередность разработки и внедрения ИАСУ может быть осуществлена различными вариантами:

1) характеризуется выбором первоочередных комплексов задач и разработкой обеспечивающих элементов системы, исходя только из потребностей реализации выбранных задач;

2) предполагает выбор первоочередных комплексов задач и разработку обеспечивающих элементов по всему набору предполагаемых функций системы.

На практике очередность определяется в соответствии с конкретными условиями.

Одной из основных задач проектирования является задача повышения эффективности процесса проектирования ИАСУ, переход от индивидуальных форм создания системы к индустриальным формам, что позволяет снизить затраты и сократить сроки разработки при одновременном повышении качества создаваемой системы.

Проектирование ИАСУ заключается в решении ряда взаимосвязанных задач (выполнении этапов) на различных стадиях создания ИАСУ. Методом проектирования на этапе называется способ реализации соответствующими средствами оператора проектирования.

Классификация методов проектирования представлена на рис. 3.1.

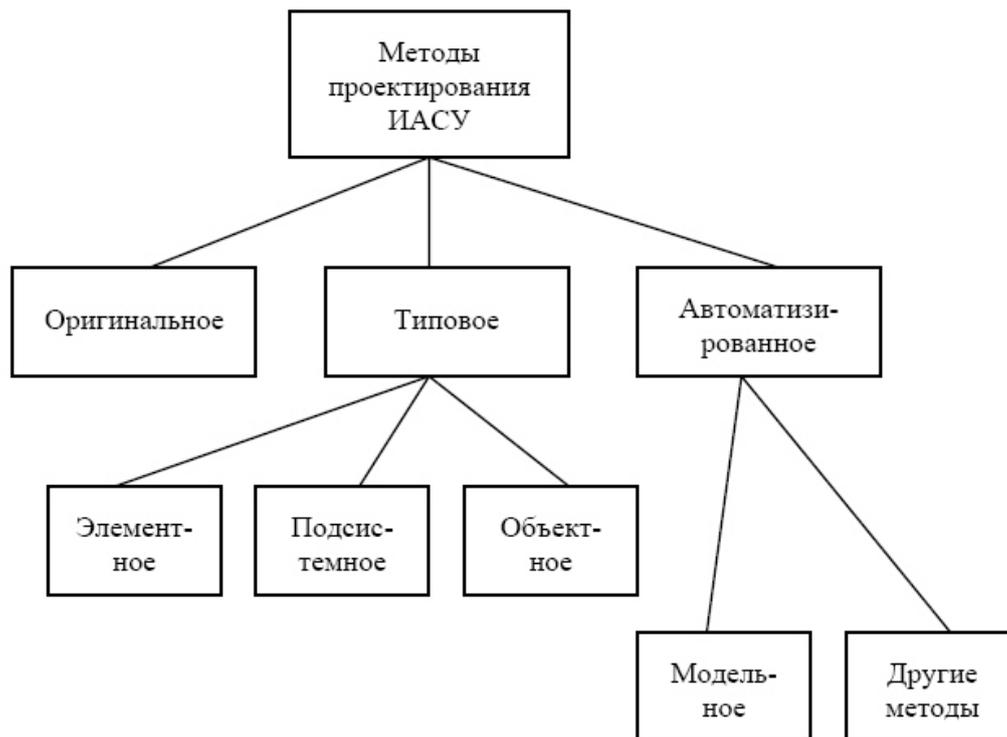


Рис. 3.1. Классификация методов проектирования

Метод оригинального проектирования используется при создании индивидуальных проектов, отражающих особенности только одного соответствующего проекту объекта управления. Этим методом создаются методики проведения проектных работ, его достоинство заключается в детальном учете особенностей объекта управления. К недостаткам метода относятся: высокая трудоемкость, большие сроки проектирования, трудности, возникающие при модернизации системы в процессе ее развития.

Метод типового проектирования предполагает декомпозицию системы на множество составляющих ее компонентов, под которыми понимают подсистемы, задачи, алгоритмы и т.д. Для каждого компонента разрабатывается законченное проектное решение. В зависимости от уровня декомпозиции компонентов системы методы типового проектирования подразделяются на элементное, подсистемное и объектное проектирование.

При использовании элементного проектирования декомпозиция осуществляется на уровне задач и отдельных проектных решений по информационному, техническому и программному обеспечению. Для каждого выделенного элемента создаются типовые проектные решения (ТПР), что позволяет сократить сроки разработки и снизить затраты на создание ИАСУ.

Под типовым проектным решением понимается типовая проектная документация по математическому, программному и техническому обеспечению ИАСУ. Основной целью разработки ТПР является комплектование документации ИАСУ на базе документации ТПР с минимальными ее переделками, без изменений использование ТПР возможно только при условии соответствия всех составляющих, т.е. системы классификации и кодирования, алгоритмов обработки и т.д.

Типовые проектные решения разделяются на три класса:

- 1) задачи, охватывающие комплекс алгоритмов и программ, реализующих определенные функции управления в ИАСУ;
- 2) техника, определяющая состав, размещение и порядок использования технических средств ИАСУ. Типовые проектные решения этого класса подразделяются на подклассы: периферия, телеобработка, рабочее место (АРМ) и т.д.;
- 3) персонал, предназначенный для регламентации действий работающего персонала в нормальных и аварийных режимах функционирования ИАСУ, регламентации его обязанностей, прав и ответственности.

Реализация задачи с помощью комплекса ТПР осуществляется в два этапа. На первом этапе выбираются модули задачи. На втором этапе производится привязка модулей к конкретному предприятию. При этом возможны следующие варианты применения ТПР в ИАСУ: без изменений, путем комплектования проекта в целом из имеющихся модулей ТПР, с доработкой, под которой понимают изменение принципов, типа или количества технических средств, что требует изъятия, добавления или замены отдельных модулей, совокупность которых должна быть информационно-технически увязана между собой.

Метод подсистемного проектирования предполагает декомпозицию системы на уровне подсистем, которые выступают в качестве типовых проектных элементов, для которых и разрабатываются проектные решения. Этот метод характеризуется более высокой интеграцией типовых элементов ИАСУ, по сравнению с элементным методом.

В основе декомпозиции системы на подсистемы лежат различные принципы, такие как функциональный, предметный, объединения функциональных задач и др. Наиболее традиционным является функциональный принцип разделения.

В качестве средств подсистемного метода проектирования чаще всего используются пакеты прикладных программ (ППП), которые представляют собой функционально законченный, проблемно-ориентированный комплекс программных средств, предназначенный для решения некоторого класса задач. Все ППП подразделяются на ППП общесистемного назначения и ППП функционального назначения. К первым относятся пакеты управления данными, типовых процедур обработки данных, методов математической статистики и др.; ко вторым - пакеты, ориентированные непосредственно на промышленное предприятие. Пакет прикладных программ включает в себя три основных компоненты:

- 1) функциональное наполнение - совокупность модулей, представляющих собой конструктивные элементы, используемые на различных этапах функционирования пакета, и отражающих специфику предметной области пакета;
- 2) системное наполнение - совокупность программ, обеспечивающих автоматическое выполнение задания и взаимодействие пользователя с пакетом в соответствии с принятой технологией программирования. Оно организует фактическое использование потенциала знаний, заложенных в функциональном наполнении в соответствии с возможностями, предусмотренными в языке заданий пакета;
- 3) язык заданий - средство общения пользователя с пакетом. Он позволяет описывать последовательность выполнения различных операций, обслуживающих решение задачи. Допустимый набор операций, лексика и синтаксис языка заданий определяются принятой в пакете технологией программирования и предметной областью, которую он обслуживает.

К конкретному объекту привязка пакета прикладных программ осуществляется либо по принципу интерпретации, заключающегося в адаптации информационного потока к особенностям ППП, при этом документация пакета и программ не меняется, либо по принципу генерации, когда создается новый программный комплекс, соответствующий требованиям объекта.

С помощью подсистемного метода проектирования был разработан ППП "Интегрированная система управления предприятием".

При использовании метода объектного проектирования элементом типизации является объект в целом, отличительные особенности которого приводятся в соответствие с типовым проектом. ИАСУ в этом варианте создается для некоторого обобщенного объекта, имеющего специфические особенности предприятий определенной группы. При этом для создания ИАСУ базового предприятия используются любые методы и средства проектирования с применением блоков настройки на особенности объекта управления.

Частным случаем объектного проектирования является метод группового проектирования, основанный на том, что группа объектов, для которой разрабатывается проект, однотипна по своим характеристикам, имеющиеся различия незначительны и не требуют введения элементов настройки в типовой проект.

Метод автоматизированного проектирования (САПР) использует формализованные модели и методы, для реализации которых применяются ЭВМ различного класса. Применение САПР для создания ИАСУ требует наличия глобальной информационной модели объекта управления, сам процесс проектирования заключается в решении ряда взаимосвязанных задач анализа и синтеза структуры систем управления, структуры КТС, информационного и программного обеспечения, при этом автоматизация создания ИАСУ осуществляется путем автоматизации проектных процедур.

Одним из методов автоматизированного проектирования является метод модельного проектирования, характеризующийся такими признаками, как наличие глобальной информационной модели, системность и переменность критериев управления, глобальность параметров настройки, наличие аппарата совершенствования и развития исходной информационной модели.

В настоящее время сложились определенные подходы к проблеме формализации и автоматизации на этой основе процесса проектирования ИАСУ.

1. Синтез моделей вариантов проекта ИАСУ, его отдельных частей и элементов с последующим выбором из них оптимального варианта проекта системы – оптимальный синтез.

2. Построение рационального варианта проекта ИАСУ на базе анализа типовых вариантов построения элементов, отдельных частей и всей системы с использованием имитационных моделей - имитационное моделирование.

3. Применение методов локальной оптимизации - квазиоптимальный подход.

Наиболее широко используется имитационное моделирование, автоматизирующее процесс построения рационального варианта структуры, но не гарантирующее оптимального решения; при этом качество разработки существенно зависит от опыта проектировщика.

Однако применение метода модельного проектирования для создания САПР ИАСУ затруднено, так как окончательно не отработана общая методология, отсутствуют формализованные модели и методы проектирования для ряда этапов проектирования и большинства объектов управления. Этот метод является естественным развитием существующих методов автоматизированного проектирования и включает наиболее удачные элементы типового проектирования, его ценность заключается в создании общей методологии оптимального синтеза ИАСУ.

### **3.5. Роль человека в интегрированной автоматизированной системе управления**

Проектирование ИАСУ помимо разработки информационного, математического, программного, а также технического обеспечения должно включать "машинную" и "человеческую" составляющие ИАСУ в инженерном, социально-психологическом, социологическом и юридическом аспектах. Никакая система управления не может функционировать без участия человека, независимо от степени автоматизации последней. Эффективность "человеческой" части ИАСУ зависит от того, насколько учтен человеческий фактор при ее проектировании, внедрении и эксплуатации.

Процесс разработки и внедрения ИАСУ сопровождается определенным психологическим барьером, преодоление которого во многом зависит от решения проблемы надежности ИАСУ.

Для нормального функционирования ИАСУ необходимы устойчивые отношения: между людьми и машинными компонентами системы, между людьми в системе управления в целом и ее частях, между проектировщиками и персоналом автоматизированной системы. Эти отношения затрагивают область инженерной психологии, проблемы человеческого фактора в социально- психологическом аспекте.

Деятельность человека в ИАСУ - это новый вид трудовой деятельности, характеризующийся тем, что в процессе управления человек имеет дело не с реальным объектом, а с его моделями, сохраняющими все свойства реальной системы с точки зрения управления.

Весь процесс проектирования ИАСУ, а также работа последней направлены на преодоление влияния субъективного фактора на содержание управленческой информации, но тем не менее, человек может непроизвольно оказывать искажающее воздействие на информацию в результате влияния эмоционально-психологических факторов. Поэтому функционирование ИАСУ должно предусматривать разработку комплекса мер, направленных на повышение надежности и ответственности работников, на их нравственно-психологическое состояние.

Таким образом, человек выступает в ИАСУ одним из главных ее звеньев, ее основным творческим компонентом, составляющим интеллектуальный потенциал системы.

## ГЛАВА 4. КОМПОНЕНТЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Четвертая глава содержит описание и краткую характеристику основных компонентов ИАСУ. Основными компонентами интегрированных систем являются, как уже отмечалось: АСУ ТП, АСУГПС - расположенные на нижнем уровне иерархии; АСУП, АСУ ТПП, САПР, АСНИ - на верхнем уровне. Эти компоненты разделяются на два класса.

1. Информационные системы, обеспечивающие сбор и выдачу информации о ходе технологического или производственного процесса. Полученная в результате расчетов информация служит рекомендацией оператору. В этих системах основная роль принадлежит человеку, ЭВМ играет вспомогательную роль.

2. Управляющие системы, обеспечивающие наряду со сбором информации, выдачу непосредственно команд исполнителям или исполнительным механизмам. Эти системы работают в реальном масштабе времени, в них важнейшая роль принадлежит ЭВМ, а человек контролирует и решает вопросы, которые по различным причинам не могут быть решены вычислительными средствами.

### 4.1. Автоматизированные системы управления технологическими процессами

Автоматизированные системы управления технологическими процессами представляют собой человеко-машинные системы управления, обеспечивающие сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с критерием качества функционирования, и реализацию управляющих воздействий на технологический объект, оператор при этом выполняет только анализ полученных управлений и их реализацию.

Объектом управления в АСУ ТП является технологическое оборудование, агрегаты, установки, отдельные производства - участки, цеха. Основные потоки информации характеризуются:

- измеряемыми переменными, к которым относятся измеряемые, но неуправляемые переменные, зависящие от внешних условий; выходные переменные, например, по которым определяется качество готовых изделий и продуктов или определяется экономичность, производительность и др.;
- управляемые переменные, которые изменяются соответствующими исполнительными механизмами и т.п.;
- неизменяемые и неуправляемые переменные, к которым относятся характеристики сырья, отказ оборудования, износ инструмента и др.

Обобщенная схема АСУ ТП представлена на рис. 4.1.

Краткую работу АСУ ТП можно описать следующим образом: на вход управляющего вычислительного комплекса (УВК) от датчиков поступает информация о текущих значениях переменных, характеризующих ход технологического процесса. В УВК эта информация обрабатывается и в соответствии с принятым законом (алгоритмом) управления определяются управляющие воздействия, которые должны быть приложены к исполнительным механизмам для изменения управляемых переменных, чтобы технологический управляемый процесс протекал оптимальным образом.

Оптимальное управление в АСУ ТП определяется путем периодического решения некоторых формализованных оптимизационных задач на экстремум заданного критерия качества. Используемые при этом математические модели объекта управления могут неадекватно описывать поведение последнего, что приводит к погрешностям определения критерия и оптимальных управлений. Снизить вероятность реализации неточных управляющих воздействий позволяет анализ, проводимый оператором результатов решения оптимизационных задач.

Важной особенностью АСУ ТП является ее работа в режиме реального времени, заключающаяся в нахождении оптимальных управлений за вполне определенный отрезок

времени, обусловленный динамическими свойствами технологического объекта управления. Информация, поступающая извне, либо обрабатывается непосредственно в момент поступления, либо фиксируется и поступает на обработку в соответствии с приоритетом, причем для каждой задачи устанавливается промежуток времени, в течение которого обработка информации должна быть обязательно выполнена. Все это предопределяет использование в АСУ ТП "быстрых" методов решения оптимизационных задач, но которые, как правило, ведут к снижению точности оптимальных управлений и требуют проведения оператором их дополнительного анализа.

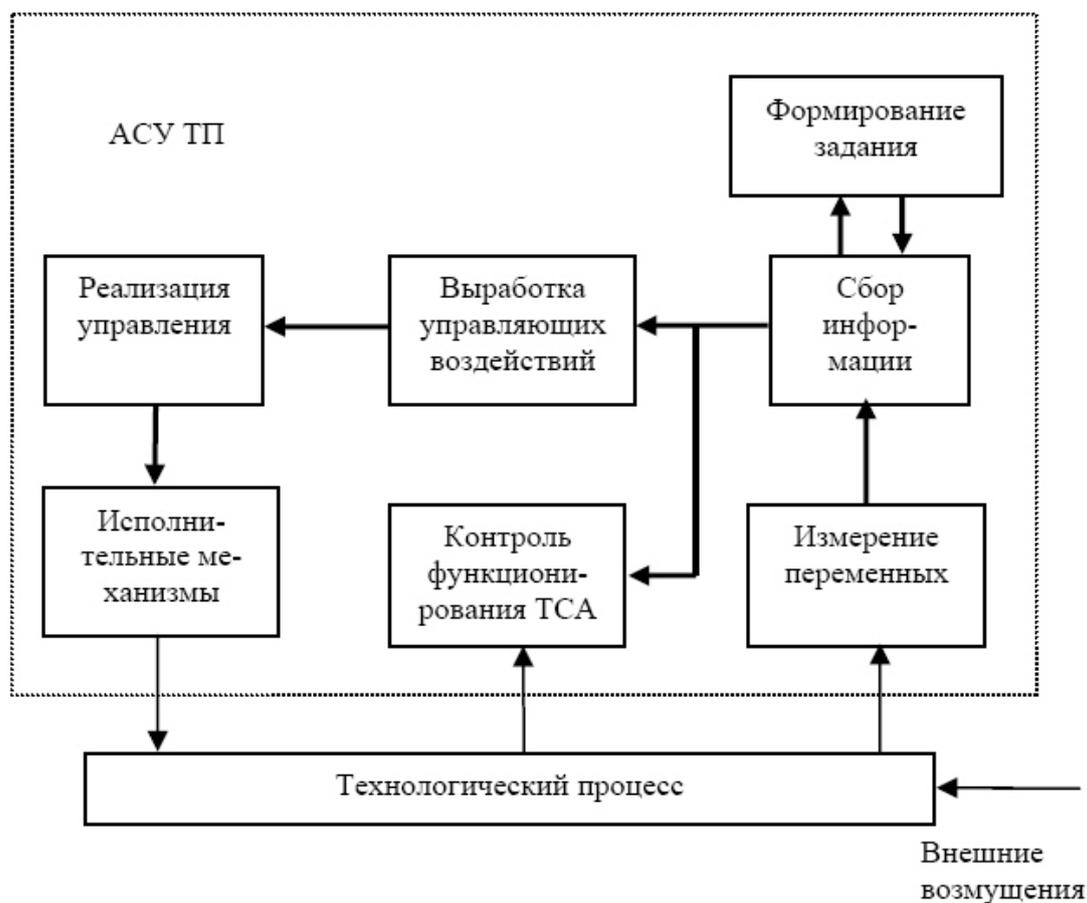


Рис. 4.1. Обобщенная схема АСУ ТП

Интеллектуальный уровень АСУ ТП определяется алгоритмами управления, реализуемыми УВМ.

Все функции АСУ ТП подразделяются на *информационные, управляющие и вспомогательные*.

Содержанием *информационных функций* является сбор, обработка и представление информации для последующей обработки. Таким образом, к информационным функциям относят централизованный контроль и измерение технологических переменных, косвенное измерение, вычисление параметров процесса, формирование и выдача текущих и обобщающих технологических и экономических показателей оперативному персоналу, подготовка и передача информации в смежные системы управления, оценка и проверка состояния оборудования.

*Управляющими функциями* АСУ ТП являются: регулирование технологических переменных, логическое управление операциями или аппаратами, программное логическое управление группой оборудования, оптимальное управление установившимися или переходными режимами, а также отдельными стадиями процесса, адаптивное управление объектом в целом и др.

*Вспомогательные функции* АСУ ТП заключаются в обеспечении контроля за состоянием функционирования технических и программных средств.

АСУ ТП как компонент ИАСУ предназначен для целенаправленного ведения технологических процессов и обеспечения смежных и вышестоящих систем управления оперативной и достоверной технико-экономической информацией.

В зависимости от распределения функций контроля и управления между техническими средствами в настоящее время различают три разновидности АСУ ТП: централизованная, супервизорная и распределенная.

*Централизованная АСУ ТП*, структура которой изображена на рис. 4.2, характеризуется тем, что все функции обработки и управления выполняет одна УВМ. Централизованные АСУ ТП являются комплексами, как правило, занимающими единое ограниченное производственное пространство с централизованной подсистемой обеспечения электропитанием и магистралями обмена информационными потоками.

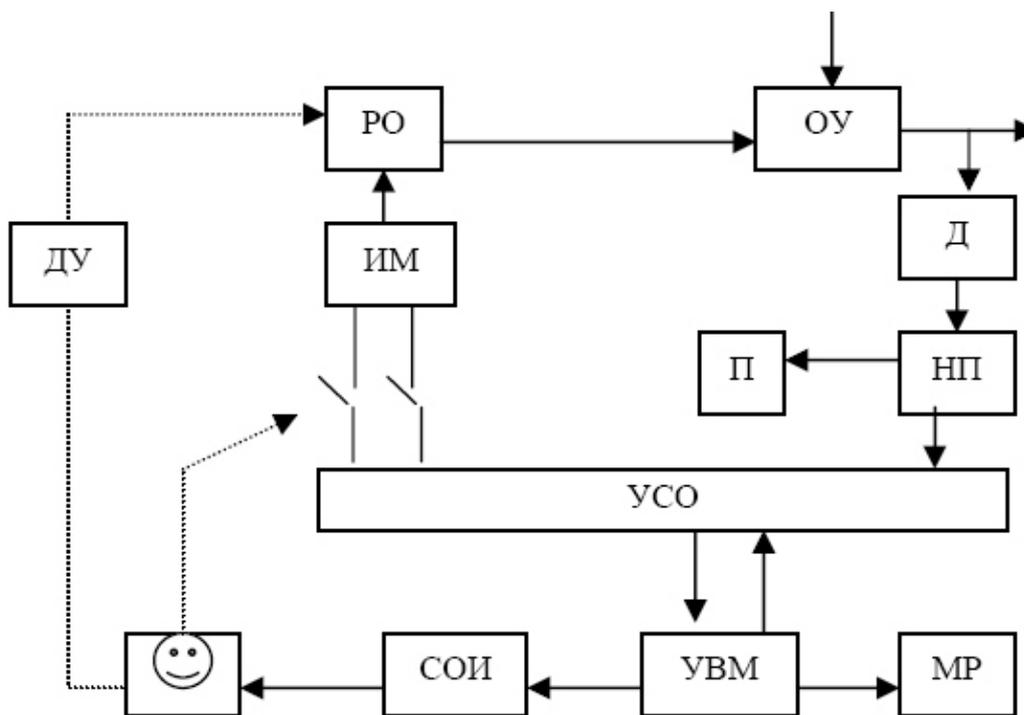


Рис. 4.2. Структура централизованной АСУ ТП

В состав централизованной АСУ ТП входят: датчик (Д), нормирующий преобразователь (НП), линии связи, устройство связи с объектом (УСО), многоканальные регистраторы (МР), средства отображения информации (СОИ), исполнительные механизмы (ИМ), устройства дистанционного управления (ДУ), регулирующий орган (РО).

УСО под управлением УВМ осуществляет коммутацию измерительных каналов, преобразование аналоговых сигналов в цифровые сигналы и наоборот, распределение командных сигналов по ИМ. Для повышения надежности подобных систем вместо одной УВМ применяют несколько однотипных ЭВМ с собственными операционными системами и межмашинной аппаратной связью. Все машины решают одновременно одни и те же задачи контроля и управления, также используются многопроцессорные вычислительные комплексы (УВК), однако, они значительно повышают стоимость централизованных АСУ ТП.

В централизованных АСУ ТП, как правило, реализуют простейшие линейные законы регулирования, в частности, законы стабилизации наименее ответственных переменных, но под контролем оператора могут выполнять и функцию непосредственного цифрового управления (НЦУ).

Структура *супервизорной АСУ ТП* состоит из ряда локальных АСУ, построенных на базе технических средств индивидуального пользования, и централизованной УВМ, имеющей информационные линии связи с локальными системами (рис. 4.3).

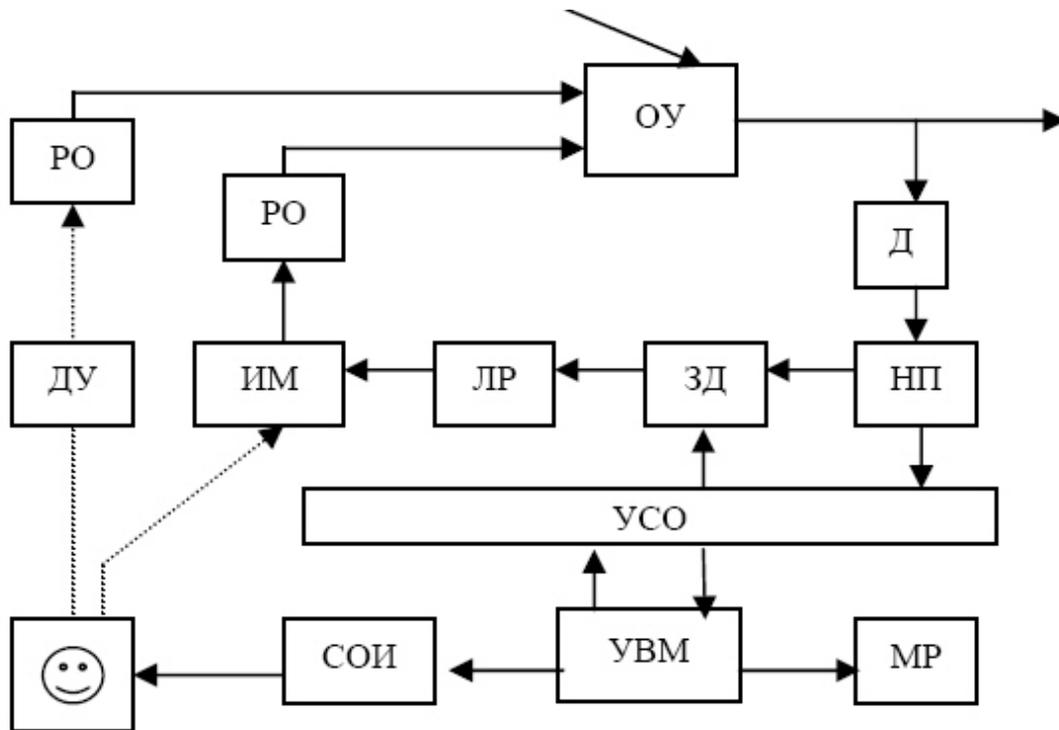


Рис. 4.3. Структура супервизорной АСУ ТП

В супервизорных системах на УСО и УВМ возложены функции сбора и переработки информации о состоянии объекта управления, вычисления критерия качества, нахождения оптимального режима, соответствующих управлений и передачи их, как заданий локальным АСР, состоящим из датчика (Д), нормирующего преобразователя (НП), задатчика (ЗД), локального регулятора (ЛР), исполнительного механизма (ИМ) и регулирующего органа (РО). Локальные АСР регулируют (стабилизируют) выходную переменную на уровне задания, получаемого через УСО от УВМ. На оператора возлагаются функции диагностики всей АСУ ТП, коррекции алгоритмов контроля и управления в непредвиденных ситуациях, он также осуществляет с помощью МР и СОИ контроль за состоянием ОУ и анализ оптимальных управлений (заданий), разрешает или запрещает их передачу в локальные АСР, а также может непосредственно изменять входные переменные ОУ с помощью устройств дистанционного управления (ДУ) или за датчиков ЛР.

Система супервизорного управления характеризуется некоторой распределенностью функций между центральной УВМ и локальными АСР, что приводит к ее надежности и живучести по сравнению с централизованной АСУ ТП.

*Распределенные АСУ ТП* характеризуются разделением функций контроля, обработки информации и управления между несколькими территориально рассредоточенными УСО и вычислительными устройствами, соединенными сетями для передачи информации и программ. Также распределенные АСУ ТП строятся на базе объектов, расположенных на различных, отчасти далеко расположенных, закрытых и открытых площадках. Именно эта особенность накладывает определенные структурные требования при проектировании этих систем. Для построения таких АСУ ТП, применяемых для автоматизации сложных ОУ, проводится топологически-пространственная или функционально-целевая декомпозиция управления.

При топологически-пространственной декомпозиции ОУ условно делится на ряд более простых локальных объектов с компактным территориальным размещением датчиков и регулирующих органов, что позволяет приблизить УСО и УВМ к локальным объектам управления.

При функционально-целевой декомпозиции сложный ОУ подразделяется на ряд более простых локальных объектов, каждый из которых имеет меньшее число управлений и собственный критерий качества, аддитивным образом входящий в общий критерий

оптимальности. В этом случае задача оптимизации работы всего ОУ может быть декомпозирована на ряд более простых задач оптимального управления локальными объектами и задачу координации (согласования). Такая декомпозиция задачи управления ОУ позволяет ускорить процесс нахождения оптимального управления, повышает надежность и живучесть АСУ ТП.

Для распределенных АСУ ТП характерно также разделение функций между средствами и оператором, а также наличие локальных управляющих вычислительных сетей для обмена и передачи информации. При построении этих систем возможны три структуры: радиальная, магистральная и кольцевая (рис. 4.4).

*Радиальная структура* АСУ ТП характеризуется наличием центрального узла (ЦУ) и центрального устройства связи (ЦУС), позволяющих подсоединять с помощью сетевых средств локальные технологические станции (ЛТС), которые не имеют прямых информационных связей между собой, сообщения от одной станции к другой проходят через ЦУ. АСУ ТП с радиальной структурой применяют для автоматизации сложных ОУ, для которых может быть проведена декомпозиция рассматриваемых задач на ряд локальных задач оптимизации и одну задачу координации, при этом локальные задачи распределяются по соответствующим ЛТС, а задача координации решается в центральной УВМ.

Распределенная АСУ ТП с *магистральной структурой* характеризуется наличием единой связи или шины, к которой с помощью устройств сопряжения (УС) параллельно подсоединяются различные абоненты (А) - станции, микроконтроллеры и т.п. По шине в любой момент времени передается информация только от одного абонента, получателем при этом может быть любое число станций.

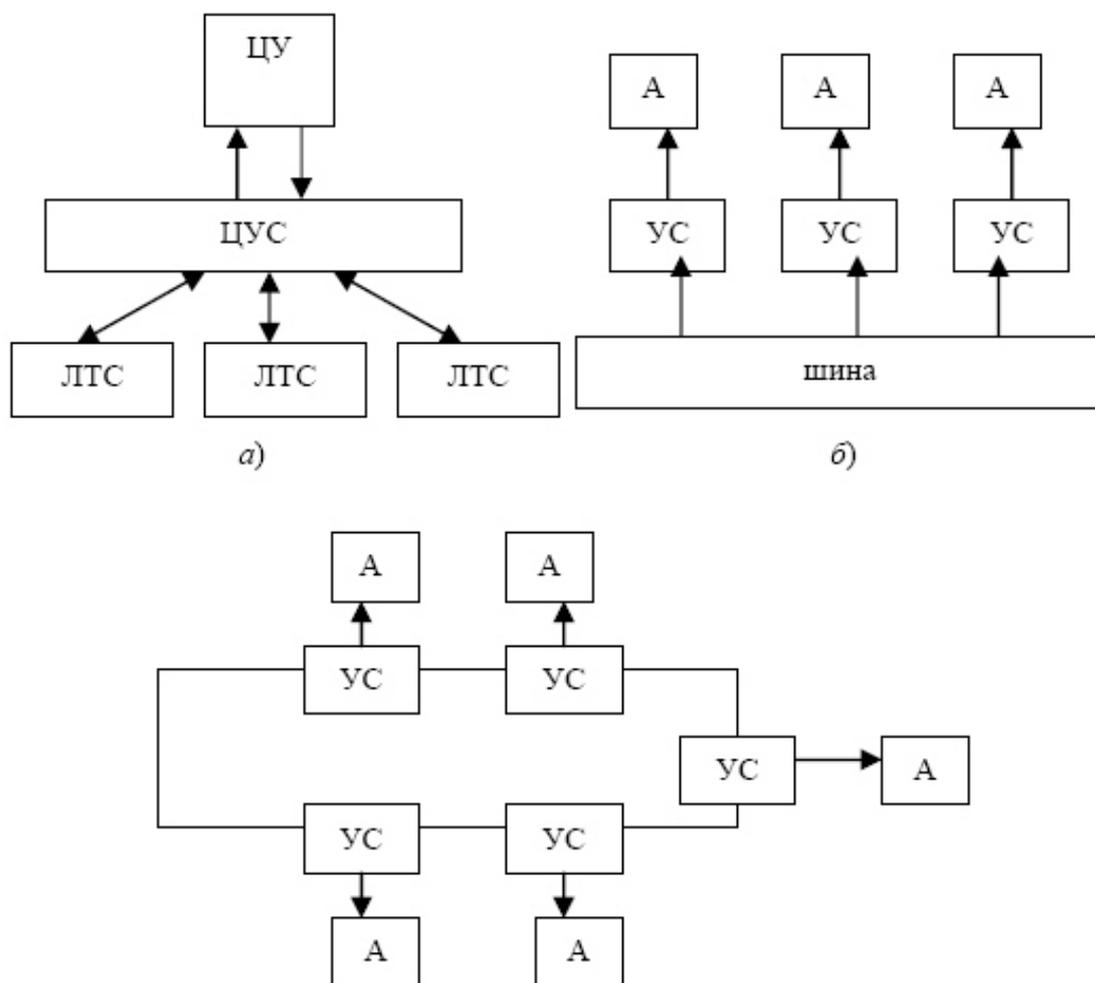


Рис. 4.4. Структуры распределенной АСУ ТП:  
 а - радиальная; б - магистральная; в - кольцевая

При *кольцевой структуре* распределенной АСУ ТП каждый абонент (А) подключен к устройству сопряжения (УС), последние объединены друг с другом шинами, образуя, таким образом, кольцевую сеть. Информация циркулирует по этой сети только в одном направлении.

АСУ ТП с централизованной структурой уходят в прошлое. Современные АСУ ТП строятся по принципу распределенных систем, для которых характерна мировая интеграция и унификация технических решений, открытость системы, использование промышленных вычислительных сетей.

В настоящее время развитие концепции построения автоматизированных систем управления технологическими процессами в различных областях народного хозяйства происходит под действием противоречивых факторов. Это связано с тем, что принципы построения АСУ ТП регламентируются ГОСТами, методическими и руководящими документами, сложившимся опытом и традициями специалистов проектно-конструкторских организаций. Но, к сожалению, ГОСТы, методические и руководящие материалы консервативны, так как отражают вчерашний день развития науки и техники. Сегодня нельзя не учитывать накопленный опыт в этой области зарубежных фирм, выпускающих аппаратные и программные средства АСУ ТП, способные реализовать информационные и управляющие функции.

С учетом многообразия объектов и технологических процессов, подлежащих автоматизации, сформулировать единую концепцию построения АСУ ТП в настоящее время не представляется возможным. В этой связи используются общие и частные принципы построения систем управления.

*Общие принципы построения* АСУ ТП базируются на обобщенных принципах построения множества систем одного и того же класса и отличаются формулировкой главных особенностей конкретного объекта автоматизации, определением общего объема автоматизации, а также определением основных задач управления и контроля.

*Частные принципы построения* АСУ ТП учитывают специфику конкретного объекта автоматизации, а также главные особенности технической реализации, которые отражаются в технических спецификациях на проектируемую систему.

В качестве средств автоматизации большинства технологических процессов используют программно-технические комплексы (ПТК), представляющие собой совокупность микропроцессорных средств автоматизации, дисплейных пультов оператора, серверов различного назначения, промышленных сетей, которые связывают компоненты АСУ ТП, а также программного обеспечения контроллеров и дисплейных пультов оператора (рис. 4.5).

Наиболее распространенными ПТК в настоящее время являются ПТК "Саргон", ПТК "Сириус", ПТК "Круг-2000", микропроцессорные системы контроля и управления МСКУМ, ПТК "Торпедо", ПТК "Техноконт" и др. Для всех ПТК характерным является наличие таких функциональных элементов как промышленные сети; программируемые логические контроллеры или контроллеры на базе РС, интеллектуальные устройства связи с объектом; рабочие станции и серверы различного назначения; прикладное программное обеспечение.

Структура ПТК определяется сетевыми возможностями (контроллеры, пульты операторов, удаленность блоков ввода-вывода), гибкость и разнообразие зависит от числа имеющихся сетевых уровней, возможных технологий на каждом уровне сети (шина, звезда, кольцо), параметров сети каждого уровня (типы кабелей, допустимые расстояния, максимальное количество узлов, скорость передачи информации, методы доступа компонентов к сети).

Наиболее простой является структура ПТК (рис. 4.5), в которой все функциональные возможности системы разделены на два уровня: первый - контроллеры, второй - пульт оператора (рабочая станция или промышленный компьютер).

Контроллеры (К) выполняют сбор информации от датчиков, установленных на объекте управления, проводят предварительную обработку сигналов (масштабирование, фильтрацию), реализацию алгоритмов управления и формирование управляющих сигналов

на исполнительные механизмы объекта управления; передачу и прием информации из промышленной сети.

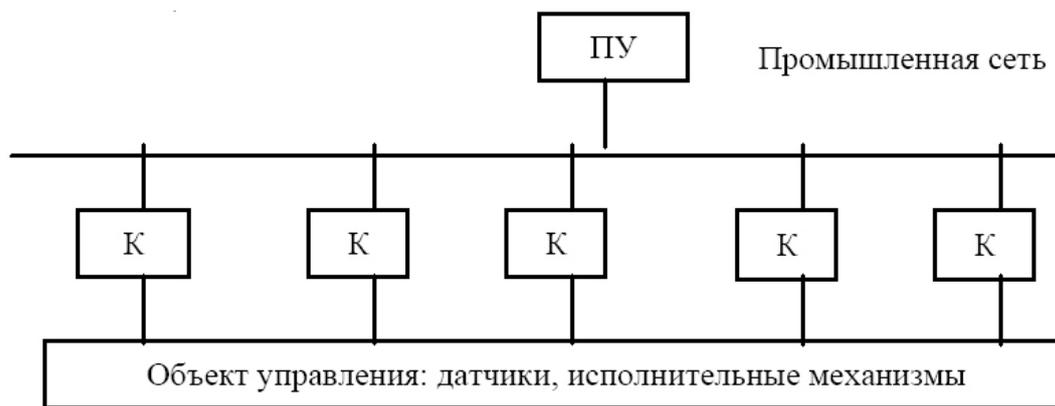


Рис. 4.5. Структура ПТК

Пульт оператора (ПУ) формирует сетевые запросы к контроллерам нижнего уровня, получает от них оперативную информацию о ходе технологического процесса, отображает на экране монитора ход технологического процесса в удобном для оператора виде, осуществляет долговременное хранение динамической информации о ходе процесса (архив), производит коррекцию необходимых параметров алгоритмов управления и установка регуляторов в контроллерах нижнего уровня.

В последнее время в АСУ ТП все шире используется архитектура ПТК "Клиент-сервер", позволяющая повысить эффективность и скорость работы всей системы, надежность и живучесть за счет резервирования серверов, рабочих станций, а также за счет территориального распределения решаемых задач.

Серверы выполняются на базе промышленных компьютеров и являются резервируемыми. На практике различают сервер базы данных реального времени, сервер оперативной и архивной базы данных, сервер ввода-вывода и др. Основными функциями сервера являются: сбор и обработка оперативных данных от УСО и контроллеров; передача управлений контроллерам с верхнего уровня; хранение и отображение информации о заданных переменных; представление требуемой информации клиентским рабочим станциям; архивация трендов, печатных документов, проколов событий.

Многие современные ПТК включают станции инжиниринга, выполненные на базе персональных компьютеров в офисном исполнении, которые позволяют осуществлять инженерное обслуживание контроллеров - программирование, наладку, настройку, а в некоторых случаях и инженерное обслуживание рабочих станций.

Характерной чертой современных ПТК является активное проникновение INTERNET - технологий на уровень промышленной автоматизации, это, как правило, публикации на Web-серверах информации о ходе технологического процесса и всевозможных сводных отчетов.

Структура более сложного ПТК представлена на рис. 4.6.

Современные распределенные АСУ ТП характеризуются наличием промышленной сети, состоящей из многих узлов, обмен между которыми производится цифровым способом. Использование промышленной сети позволяет расположить узлы, в качестве которых выступают контроллеры и интеллектуальные устройства ввода-вывода, максимально приблизив их к датчикам и исполнительным механизмам, сократив до минимума длину аналоговых линий.

Каждый узел промышленной сети выполняет такие функции, как прием команд и данных от других узлов промышленной сети, считывание данных с подключением датчиков, преобразование полученных данных в цифровую форму, отработку запрограммированного технологического алгоритма, выдачу управляющих воздействий на подключенные исполнительные механизмы по команде другого узла или согласно технологического алгоритма, передачу информации на другие узлы сети.

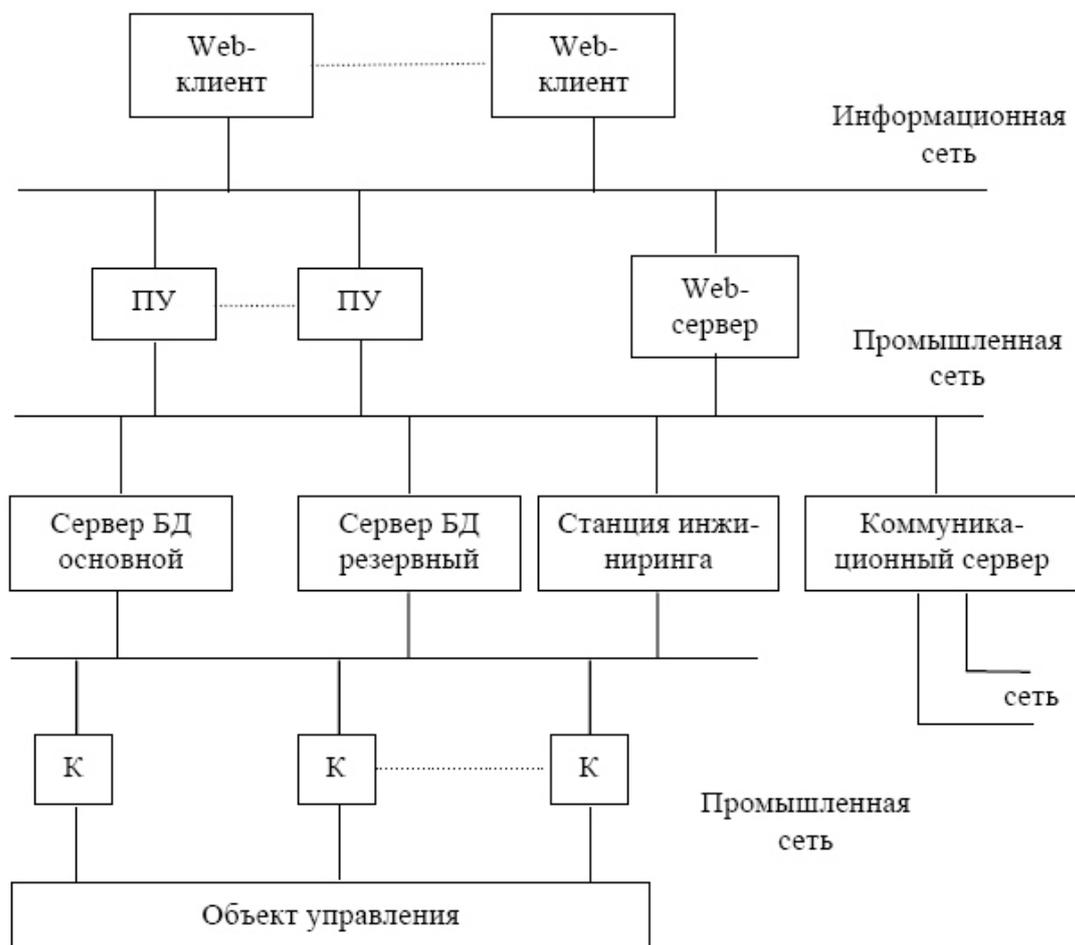


Рис. 4.6. Структура сложного ИТК

АСУ ТП на базе промышленных сетей позволяют существенно экономить кабельную продукцию, повысить надежность системы управления, гибкость и модифицируемость, использовать принципы открытых систем.

Наиболее распространенными промышленными сетями, применяемыми в системах автоматизации, являются Modbus, PROFIBUS, Intabus, Fieldbus, Ethernet и др.

С целью взаимодействия открытых систем с различными видами вычислительного оборудования и стандартами протоколов предложена "Описательная модель взаимосвязи открытых систем (OSI-модель, ISO/OSI Model)". В соответствии с моделью ISO|OSI сетевые функции распределяют по семи уровням: физический, канальный, сетевой, транспортный, сеансовый, уровень представления, прикладной.

На физическом уровне определяются физические характеристики канала связи и параметры сигналов. Канальный уровень определяет правила совместного использования физического уровня узлами сети. Сетевой уровень отвечает за адресацию и доставку пакета по оптимальному маршруту. Транспортный уровень разбирается с содержанием пакетов, производит деление и сборку пакетов. Сеансовый уровень координирует взаимодействие между узлами сети. Уровень представления занимается при необходимости преобразованием формата данных. Прикладной уровень обеспечивает непосредственную поддержку прикладных процессов и программ конечного пользователя, а также управление взаимодействием этих программ с различными объектами сети передачи данных.

Большинство промышленных сетей имеют три уровня: физический, канальный, прикладной. Выбор типа промышленной сети определяется уровнем автоматизации, местом сети в иерархии промышленного предприятия, требованиями к ее функциональным характеристикам.

Для эффективной работы АСУ ТП необходимо реализовать следующие виды обеспечения:

1. *Оперативный персонал.* В состав оперативного персонала входят технологи операторы автоматизированного технологического комплекса, осуществляющие управление технологическим объектом, и эксплуатационный персонал АСУ ТП, обеспечивающий функционирование системы. Оперативный персонал может работать в контуре управления и вне него. В первом случае реализуются функции управления по рекомендациям, выдаваемым КТС. Во втором случае оперативный персонал задает системе режим работы, контролирует работу системы и при необходимости принимает на себя управление технологическим объектом.

2. *Организационное обеспечение* включает описание функциональной, технической, организационной структур системы, инструкции и регламенты для оперативного персонала по работе АСУ ТП. Оно содержит совокупность правил, предписаний, обеспечивающих требуемое взаимодействие оперативного персонала между собой и комплексом средств.

Таким образом, организационная структура управления - это связи между людьми, занятыми эксплуатацией объекта. Персонал, занятый оперативным управлением, поддерживает технологический процесс в заданных нормах, обеспечивает выполнение производственного плана, контролирует работу технологического оборудования, следит за условиями безопасного ведения процесса.

Эксплуатационный персонал АСУ ТП обеспечивает правильность функционирования КТС АСУ ТП, ведет учет и отчетность. АСУ ТП получает от вышестоящего уровня управления производственные задания, критерии реализации этих заданий, передает на вышестоящие уровни управления сведения о выполнении заданий, количественных и качественных показателях продукции и функционировании автоматизированного технологического комплекса.

Для анализа организационной структуры и определения оптимального построения внутренних взаимосвязей используют методы групповой динамики. При этом обычно применяют методику и приемы социальной психологии. Проведенные исследования дали возможность сформулировать требования, необходимые для организации группы оперативного технологического персонала:

- вся производственная информация должна передаваться только через руководителя;
- у одного подчиненного должно быть не больше одного непосредственного руководителя;
- в производственном цикле информационно взаимодействуют друг с другом только подчиненные одного руководителя.

Подразделения технического обслуживания выполняют работы на всех стадиях создания АСУ ТП (проектирование, внедрение, эксплуатация), их основными функциями являются:

- обеспечение эксплуатации систем в соответствии с правилами и требованиями технической документации;
- обеспечение текущего и планового ремонта технических средств АСУ ТП;
- проведение совместно с разработчиками испытаний АСУ ТП;
- проведение исследований по определению экономической эффективности системы;
- разработка и реализация мероприятий по дальнейшему развитию системы;
- повышение квалификации работников службы АСУ ТП, изучение и обобщение опыта эксплуатации.

Для выполнения функций технологу-оператору должны быть представлены технические и программные средства, обеспечивающие в зависимости от особенностей технологического процесса требуемые наборы из следующих информационных сообщений:

- индикация измеренных значений параметров по вызову;
- индикация и изменение заданных границ контроля параметров процесса;
- звуковая сигнализация и индикация отклонений параметров за регламентные границы;
- звуковая сигнализация и индикация отклонений скорости изменения параметров от

заданных значений;

- отображение состояния технологического процесса и оборудования на схеме объекта управления;
- регистрация тенденций изменения параметров;
- оперативная регистрация нарушений технологического процесса и действий оператора.

3. *Информационное обеспечение* (ИО) включает систему кодирования технологической и технико-экономической информации, справочную и оперативную информацию, содержит описание всех сигналов и кодов, используемых для связи технических средств. Применяемые коды должны включать минимальное число знаков, иметь логическую структуру и отвечать другим требованиям кодирования. Формы выходных документов и представлений информации не должны вызывать трудностей при их использовании.

При разработке и внедрении системы ИО АСУ ТП необходимо учитывать принципы организации управления технологическим процессом, которым соответствуют следующие этапы:

1) Определение подсистем АСУ ТП и типов управленческих решений, по которым необходимо обеспечение научно-технической информацией. Результаты этого этапа используются для определения оптимальной структуры массивов информации, для выявления характеристик ожидаемого потока запросов.

2) Определение основных групп потребителей информации. Потребители информации классифицируются в зависимости от их участия в подготовке и принятии управленческих решений, связанных с организацией технологического процесса. Накопление информации осуществляется с учетом видов задач, решаемых при управлении процессами. Потребитель может получить информацию по сопряженным технологическим участкам, также создаются условия для перераспределения информации при изменении потребностей.

3) Изучение информационных потребностей.

4) Изучение потоков научно-технической информации, необходимой при управлении процессами, базируется на результатах анализа управленческих задач. Наряду с потоками документальной информации анализируются факты, отражающие опыт рассматриваемого предприятия и аналогичных организаций.

5) Разработка информационно-поисковых систем для управления технологическим процессом.

Для автоматизированных систем характерны процессы переработки информации - преобразование, передача, хранение, восприятие. При управлении технологическим процессом происходит передача информации и переработка управляющей системой входной информации в выходную информацию. При этом необходимы контроль и регулирование, заключающиеся в сравнении информации о результатах предшествующего этапа деятельности с информацией, соответствующей условиям достижения цели, в оценке рассогласования между ними и выработке корректирующего выходного сигнала. Рассогласование вызывается внутренними и внешними возмущающими воздействиями случайного характера. Процесс передачи информации предполагает наличие источника информации и приемника.

Для обеспечения участия человека в управлении технологическим процессом необходимо документирование информации. Для последующих анализов требуется накопление статистических исходных данных посредством регистрации состояний и значений параметров процесса во времени. На основе этого проверяется соблюдение технологического процесса, качество продукции, контролируются действия персонала в аварийных ситуациях, осуществляется поиск направлений совершенствования процесса.

При разработке информационного обеспечения АСУ ТП, связанного с документированием и регистрацией, необходимо:

- определить вид регистрируемых параметров, место и форму регистрации;
- выбрать временной фактор регистрации;

- минимизировать количество регистрируемых параметров из соображений необходимости и достаточности для оперативных действий и анализа;
- унифицировать форматы документов, их структуру;
- ввести специальные реквизиты;
- решить вопросы классификации документов и маршрутов их движения;
- определить объемы информации в документах, установить место и сроки хранения документов.

Потоки информации в каналах связи АСУ ТП система должна передавать с необходимым качеством информации от места ее образования к месту ее приема и использования. Для этого должны удовлетворяться следующие требования:

- своевременность доставки информации;
- верность передачи - отсутствие искажений, потерь;
- надежность функционирования;
- единство времени в системе;
- возможность технической реализации;
- обеспечение экономической приемлемости информационных требований.

Кроме того, система должна предусматривать:

- регулирование информационных потоков;
- возможность осуществления внешних связей;
- возможность расширения АСУ ТП;
- удобство участия человека в анализе и управлении процессом.

К основным характеристикам потока информации относятся:

- объект управления (источник информации);
- цель информации;
- формат информации;
- объемно-временные характеристики потока;
- периодичность возникновения информации;
- объект, использующий информацию.

При необходимости характеристики потока детализируются указанием:

- вида информации;
- наименования контролируемого параметра;
- диапазона изменения параметра во времени;
- числа одноименных параметров на объекте;
- условий отображения информации;
- скорости генерации информации.

К основным информационным характеристикам канала связи относятся:

- 1) местоположение начала и конца канала связи;
- 2) форма передаваемой информации;
- 3) структура канала передачи - датчик, кодер, модулятор, линия связи, демодулятор, декодер, устройство отображения;
- 4) вид канала связи - телефонный, механический;
- 5) скорость передачи и объем информации;
- 6) способы преобразования информации;
- 7) пропускная способность канала;
- 8) объем сигнала и емкость канала связи;
- 9) помехоустойчивость;
- 10) информационная и аппаратурная избыточность канала;
- 11) надежность связи и передачи по каналу;
- 12) уровень затухания сигнала в канале;
- 13) информационное согласование звеньев канала;
- 14) мобильность канала передачи.

В АСУ ТП может быть внесен временной признак информации, который предполагает единую систему времени с централизованной шкалой отсчета. Для информационных связей АСУ ТП характерной чертой является действие в реальном масштабе времени. Применение единой системы отсчета времени обеспечивает выполнение следующих задач:

- 1) документирование времени приема, передачи информации;
- 2) протоколирование происходящих в АСУ ТП событий;
- 3) анализ производственных ситуаций по временному признаку (очередность поступления, длительность);
- 4) учет времени прохождения информации по каналам связи и времени обработки информации;
- 5) управление очередностью приема, передачи, обработки информации;
- 6) задание последовательности управляющих воздействий в пределах единой шкалы времени;
- 7) отображение единого времени в пределах зоны действия АСУ ТП.

При создании АСУ ТП основное внимание уделяется сигналам, связанным с взаимодействием отдельных элементов. Изучению подлежат сигналы взаимодействия человека с техническими средствами и одних технических средств с другими техническими средствами. В связи с этим рассматриваются следующие группы сигналов и кодов:

*Первая группа* - представляет собой стилизованные языки, которые обеспечивают экономный ввод данных в технические средства и вывод их оператору. По характеру информации выделяют технические и экономические данные.

*Вторая группа* - решает задачи передачи данных и стыковки технических средств. Здесь основной проблемой является верность передачи сообщения, для чего используют помехоустойчивые коды. Информационная совместимость технических средств обеспечивается установкой дополнительной согласующей аппаратуры, использованием вспомогательных программ перекодировки данных.

*Третья группа* - представляет собой машинные языки. Обычно используют двоичные коды с элементами защиты данных по цифровому модулю, с дополнением кода проверочным разрядом.

Общие технические требования к АСУ ТП по информационному обеспечению:

- 1) максимальное упрощение кодирования информации за счет кодовых обозначений и кодов повторения;
- 2) обеспечение простоты декодирования выходных документов и форм;
- 3) информационная совместимость АСУ ТП со смежными системами по содержанию, кодированию, форме представления информации;
- 4) возможность внесения изменений в ранее переданную информацию;
- 5) обеспечение надежности выполнения системой своих функций за счет помехозащищенности информации.

Персонал АСУ ТП взаимодействует с КТС, воспринимая и вводя технологическую и экономическую информацию. Кроме этого оператор взаимодействует с другими операторами и вышестоящим персоналом. Для облегчения этих связей принимаются меры по формализации потоков информации, их сжатию и упорядочению. ЭВМ передает оператору информацию в виде световых сигналов, изображений, печатных документов, звуковых сигналов.

При взаимодействии оператора с ЭВМ необходимо обеспечить:

- наглядное отображение функционально-технологической схемы объекта управления, информацию о его состоянии в объеме функций, возложенных на оператора;
- отображение связи и характера взаимодействия объекта управления с внешней средой;
- сигнализацию о нарушениях в работе объекта;
- быстрое выявление и ликвидацию неисправностей.

Отдельные группы элементов, наиболее существенные для контроля и управления объектом, обычно выделяют размерами, формой, цветом. Технические средства,

используемые для автоматизации управления, позволяют вводить информацию только в определенной заранее обусловленной форме. Это приводит к необходимости кодирования информации. Обмен данными между функциональными блоками системы управления должен осуществляться законченными смысловыми сообщениями. Сообщения передаются двумя отдельными потоками данных: информационным и управляющим.

Сигналы информационного потока подразделяются на группы:

- измеряемого параметра;
- диапазона измерения;
- состояния функциональных блоков системы;
- адреса (принадлежность измеряемого параметра определенному блоку);
- времени;
- служебный.

Для защиты от ошибок при обмене информацией через каналы связи на входе и выходе аппаратуры следует использовать избыточные коды с их проверкой на четность, цикличность, итеративность, повторяемость. Вопросы защиты информации связаны с обеспечением надежности работы системы управления, формами представления информации. Информацию необходимо защищать от искажения и от использования ее не по назначению. Методы защиты информации зависят от производимых операций, от используемого оборудования.

4. *Программное обеспечение.* В состав программного обеспечения входят общее программное обеспечение, поставляемое со средствами вычислительной техники, в том числе, организующие программы, программы-диспетчеры, транслирующие программы, операционные системы, библиотеки стандартных программ, а также специальное программное обеспечение, которое реализует функции конкретной системы, обеспечивает функционирование КТС, в том числе аппаратным путем.

5. *Математическое, алгоритмическое обеспечение.* Как известно, модель - это образ объекта исследования, отображающая существенные свойства, характеристики, параметры, взаимосвязи объекта. Одним из методов исследования процессов или явлений в АСУ ТП является метод математического моделирования, т.е. путем построения их математических моделей и анализа этих моделей. Разновидностью математического моделирования является имитационное моделирование, при котором используется прямая подстановка чисел, имитирующих внешние воздействия, параметры и переменные процессов с помощью ЭВМ. Для проведения имитационных исследований необходимо разработать алгоритм. Алгоритмы, используемые в АСУ ТП, характеризуются следующими особенностями:

- 1) временная связь алгоритма с управляемым процессом;
- 2) хранение рабочих программ в оперативной памяти ЭВМ для доступа к ним в любой момент времени;
- 3) превышение удельного веса логических операций;
- 4) разделение алгоритмов на функциональные части;
- 5) реализация на ЭВМ алгоритмов в режиме разделения времени.

Учет временного фактора в алгоритмах управления сводится к необходимости фиксации времени приема информации в систему, времени выдачи сообщений оператором для формирования управляющих воздействий, прогнозирования состояния объекта управления. Необходимо обеспечить своевременную обработку сигналов ЭВМ, связанной с управляемым объектом. Это достигается составлением наиболее эффективных по быстродействию алгоритмов, реализуемых на быстродействующих ЭВМ.

Из второй особенности алгоритмов АСУ ТП вытекают жесткие требования к объему памяти, необходимой для реализации алгоритма, к связанности алгоритма.

Третья особенность алгоритмов обусловлена тем, что технологические процессы управляются на основе решений, принимаемых по результатам сопоставления различных событий, сравнения значений параметров объекта, проверки выполнения различных условий и ограничений.

Использование четвертой особенности алгоритмов АСУ ТП дает возможность разработчику сформулировать несколько задач системы, а затем объединить разработанные

алгоритмы этих задач в единую систему. Степень взаимосвязи задач АСУ ТП может быть различной и зависит от конкретного объекта управления.

Для учета пятой особенности алгоритмов управления необходимо разработать операционные системы реального времени и планировать очередность загрузки модулей, реализующих алгоритмы задач АСУ ТП, их выполнение в зависимости от приоритетов.

На этапе разработки АСУ ТП создаются измерительные информационные системы, которые обеспечивают полный и своевременный контроль режима работы агрегатов, позволяющих анализировать ход технологического процесса и ускорить решение задач оптимального управления. Функции систем централизованного контроля сводятся к решению следующих задач:

- 1) определение текущих и прогнозируемых значений величин;
- 2) определение показателей, зависящих от ряда измеряемых величин;
- 3) обнаружение событий, являющихся нарушениями и неисправностями на производстве.

Общая модель задачи при оценке текущих значений измеряемых величин и вычисляемым по ним ТЭП в системе централизованного контроля может быть представлена следующим образом: задается совокупность величин и показателей, которые необходимо определять в объекте контроля, указывается требуемая точность их оценки, имеется совокупность датчиков, которые установлены на автоматизируемом объекте. Тогда общая задача оценки значения отдельной величины формулируется следующим образом: для каждой отдельной величины требуется найти группу датчиков, частоту их опроса и алгоритм переработки получаемых от них сигналов, в результате которого значение этой величины определяется с заданной точностью.

Для решения задач в условиях АСУ ТП используются такие математические методы, как линейное программирование, динамическое программирование, методы оптимизации, выпуклое программирование, комбинаторное программирование, нелинейное программирование. Методами построения математического описания объекта являются метод Монте-Карло, математическая статистика, теория планирования эксперимента, теория массового обслуживания, теория графов, системы алгебраических и дифференциальных уравнений.

6. *Техническое обеспечение.* Комплекс технических средств должен обеспечить такую систему измерений в условиях функционирования АСУ ТП, которые, в свою очередь, обеспечивают необходимую точность, быстродействие, чувствительность и надежность в соответствии с заданными метрологическими, эксплуатационными и экономическими характеристиками. Технические средства можно группировать по эксплуатационным характеристикам, функциям управления, информационным характеристикам, конструктивному сходству. Наиболее удобной считается классификация технических средств по информационным характеристикам. В связи со сказанным комплекс технических средств должен содержать:

- 1) средства получения информации о состоянии объекта управления и средства ввода в систему (входные преобразователи, датчики), обеспечивающие преобразование входной информации в стандартные сигналы и коды;
- 2) средства промежуточного преобразования информации, обеспечивающие взаимосвязь между устройствами с разными сигналами;
- 3) выходные преобразователи, средства вывода информации и управления, преобразующие машинную информацию в различные формы, необходимые для управления технологическим процессом;
- 4) средства формирования и передачи информации, обеспечивающие перемещение информации в пространстве;
- 5) средства фиксации информации, обеспечивающие перемещение информации во времени;
- 6) средства переработки информации;
- 7) средства локального регулирования и управления;
- 8) средства вычислительной техники;

- 9) средства представления информации оперативному персоналу;
- 10) исполнительные устройства;
- 11) средства передачи информации в смежные АСУ и АСУ других уровней;
- 12) приборы, устройства для наладки и проверки работоспособности системы;
- 13) документационная техника, включающая средства создания и уничтожения документов;
- 14) конторско-архивная техника;
- 15) вспомогательное оборудование;
- 16) материалы и инструмент.

Вспомогательные технические средства обеспечивают выполнение второстепенных процессов управления: копирование, печать, обработку корреспонденции, создание условий нормальной работы управленческого персонала, поддержание технических средств в исправном состоянии и их функционирование. Создание типовых АСУ ТП в настоящее время невозможно из-за значительного расхождения организационных систем управления предприятиями.

Технические средства АСУ ТП должны соответствовать требованиям ГОСТов, которые направлены на обеспечение различной совместимости объекта автоматизации. Эти требования подразделяются на группы.

1. *Информационные.* Обеспечивают информационную совместимость технических средств между собой и с обслуживающим персоналом.

2. *Организационные.* Структура управления технологическим процессом, технология управления, технические средства должны соответствовать друг другу до и после внедрения АСУ ТП, для чего необходимо обеспечить:

- соответствие структур КТС - структуре управления объектом;
- автоматизированное выполнение основных функций, выделение информации, ее передачу, обработку, вывод данных;
- возможность модификации КТС;
- возможность создания организационных систем контроля работы КТС;
- возможность создания систем контроля персонала.

3. *Математические.* Сглаживание несоответствий работы технических средств с информацией может быть выполнено с помощью программ перекодирования, перевода, пересоставления макетов. Это обуславливает следующие требования к математическому обеспечению:

- быстрое решение основных задач АСУ ТП;
- упрощение общения персонала с КТС;
- возможность информационной стыковки различных технических средств.

4. *Технические* требования:

- необходимая производительность для своевременного решения задач АСУ ТП;
- приспособленность к условиям внешней среды предприятия;
- надежность и ремонтпригодность;
- использование унифицированных, серийно выпускаемых блоков;
- простота эксплуатации и обслуживания;
- техническая совместимость средств, основанная на общей элементной и конструкторской базе;
- требования эргономики, технической эстетики.

5. *Экономические* требования к техническим средствам:

- минимальные капиталовложения на создание КТС;
- минимальные производственные площади для размещения КТС;
- минимальные затраты на вспомогательное оборудование.

При выборе технических средств АСУ ТП необходимо руководствоваться требованиями по группам видов технических средств.

1. *Входные преобразователи* (датчики) применяются в комплекте с вторичными приборами, регуляторами, устройствами централизованного контроля, системами

управления. При выборе датчиков технологических параметров учитывается ряд факторов метрологического и режимного характера, наиболее существенные из которых следующие:

- 1) допустимая для АСУ ТП погрешность, определяющая класс точности датчика;
- 2) инерционность датчика, характеризующаяся параметром времени;
- 3) пределы измерения с гарантируемой точностью;
- 4) влияние физических параметров контролируемой и окружающей среды на работу датчиков;

5) разрушающее влияние на датчик различных сред, вследствие абразивных свойств, химического воздействия;

6) наличие в месте установки датчика недопустимых для его функционирования полей и излучений;

7) возможность применения датчика с точки зрения пожарной безопасности;

8) расстояние, на которое может передаваться информация с датчика;

9) предельные значения измеряемой величины.

Датчики выбираются в два этапа. На первом этапе задается разновидность датчика, на втором - определяется типоразмер.

2. *Промежуточные преобразователи* являются внутрисистемными, предназначены для преобразования сигнала одного вида в другой без изменения количества информации. Их используют для согласования входных и выходных сигналов КТС. Предварительно входные преобразователи выбирают по классификационным признакам: унификация входного сигнала, характер преобразуемой информации, вид носителей информации. Затем по техническим характеристикам окончательно выбирают тип преобразователя, учитывая необходимый класс точности, вероятность безотказной работы. Аналогичным образом выбирается и выходной преобразователь.

3. *Средства вывода информации управления* предназначены для вывода управляющей информации из вычислительных устройств оператору или на исполнительные механизмы. Они преобразуют машинные сигналы и сигналы оператора в форму, которая воспринимается человеком и исполнительными механизмами. Для лучшего восприятия оператором информация выводится в виде сигнализации, контроля, регистрации, диалога. Форма представления определяется технологией работы оператора с выводимой информацией, ее важностью, значением. Средства вывода информации выбирают по классификационным признакам и по техническим характеристикам, с учетом конструктивных и технических особенностей.

4. *Вторичные приборы* служат для преобразования контролируемых параметров и представления их оператору, кроме того, они могут содержать устройства, позволяющие вводить информацию в другие элементы технических средств АСУ ТП, осуществлять управление технологическими объектами.

5. *Автоматические регуляторы и исполнительные устройства.* Автоматический регулятор выполняет задание, определяемое задающим элементом, его работа определяется законом регулирования. Выбор автоматических регуляторов осуществляется в следующем порядке:

1) оценка возможности выбора регулятора по расстоянию, на которое передается регулирующее воздействие;

2) по пожаробезопасности, наличию вибраций и полей, по разрушающему влиянию среды;

3) по оценке инерционности регулятора.

Устройства, предназначенные для перемещения регулирующих органов в системах дистанционного и автоматического управления, называются исполнительными механизмами. Выбор исполнительных устройств основан на соблюдении следующих требований:

1) соответствие принципа действия и конструкции исполнительных устройств задаче автоматизации;

2) соответствие категории производственного помещения;

3) соответствие свойствам и значениям регулирующей среды;

- 4) обеспечение требуемой надежности и технического ресурса;
- 5) безотказная работа в предполагаемом месте установки;
- 6) обеспечение необходимости скорости регулирования;
- 7) линейность ходовой характеристики.

6. *Средства передачи информации* осуществляют перемещение информации в пространстве и предназначены для обмена информацией между распределенным производственным персоналом, а также между техническими средствами по сетям связи различного назначения:

1) средства связи и сигнализации, предназначенные для обмена речевой и документальной информацией между персоналом АСУ ТП, смежными и вышестоящими подразделениями, централизованного визуального контроля хода технологического процесса, автоматизации процессов контроля за состоянием внешней среды, выдачи персоналу информации о текущем времени и других сигналов;

2) средства передачи данных (каналы связи), по которым осуществляется передача данных с гарантированным уровнем достоверности; совместимость обеспечивается реализацией требований к параметрам электрических сигналов, алгоритмам взаимодействия с оконечными устройствами и каналами связи;

3) средства перемещения данных включают устройства перемещения в пространстве документов и носителей информации, при их выборе предпочтение отдается средствам, способным совмещать оконечные устройства и линии связи, а также многофункциональным установкам.

7. *Средства фиксации информации.* Под фиксацией информации понимается процесс запоминания сведений на определенный срок с обязательной возможностью их считывания. К устройствам фиксации информации относятся запоминающие устройства, счетные реле, электрические часы, автоматизированные картотеки, информационные справочные машины. Выбор средств фиксации информации осуществляется в следующей последовательности:

- 1) по характеру фиксируемой информации;
- 2) по количеству запоминаемой информации, скорости ее поступления;
- 3) методике использования информации.

8. *Устройства обработки технологической информации* предназначены для приема, редактирования, переработке информации и выдачи результатов пользователю в удобной для него форме. Для выбора моделей и числа ЭВМ используют такие данные, как характеристики решаемых задач, требования ко времени решения и надежности работы ЭВМ, технические и эксплуатационные характеристики ЭВМ.

9. *Вспомогательное оборудование* включает средства организационной техники, которые выбирают на основе организационных проектов. Различают средства составления текстовой документации, средства размножения и копирования документов, средства обработки документов, средства хранения, поиска и транспортировки документов, средства для чертежных работ и счетных операций, средства сигнализации. Для конкретных АСУ ТП средства оргтехники выбираются с учетом требований системы и технических характеристик применяемых средств.

К основным техническим средствам АСУ ТП относятся системные комплексы, которые выпускаются в виде отдельных устройств, реализующих один вид работ с информацией, или в виде комплексов, осуществляющих ряд функций, несколько видов работ с информацией. Блочно-модульные изделия комплексов позволяют строить разные системы автоматизации технологическими процессами методом агрегирования.

Технические средства агрегатных комплексов выбираются в несколько этапов:

- 1) выбор типа комплекса и его модификации в зависимости от статических и динамических характеристик объекта и задач автоматизации;
- 2) выбор приборов, входящих в комплекс, в зависимости от характера переработки информации и назначения модулей;
- 3) выбор типоразмера аппаратуры в соответствии с технологическими параметрами.

При выборе аппаратуры необходимо учитывать внешнюю среду, источники питания, требования к надежности:

1) аппаратура для локальных систем управления (ЛСУ), предназначенная для управления отдельными, не связанными между собой объектами. Эти системы образуют нижний уровень управления, являются одноконтурными и однофакторными, имеют частичную степень автоматизации. ЛСУ выполняют функции автоматического контроля, учета, защиты, блокировки, логического управления;

2) аппаратура для централизованных систем управления, осуществляющая контроль, взаимосвязанное автоматическое управление, регулирование сложными многофакторными объектами. Такие системы являются многоконтурными, для их проектирования требуется расчет и координация установок регуляторов. Для оперативного управления производством организуются диспетчерские пункты, оснащенные автоматизированными техническими средствами;

3) аппаратура для комплексных систем управления, которая помимо функций, выполняемых локальными и централизованными системами, предусматривает оптимальное управление, адаптивное управление, расчет ТЭП, оперативное планирование и учет, решение информационных задач для специалистов.

10. *Надежность АСУ ТП.* При рассмотрении технического обеспечения рассматривается и вопрос надежности АСУ ТП. При этом необходимо провести исследования АСУ ТП, выделив следующие моменты:

- 1) сложность (большое число различных технических средств и персонала);
- 2) многофункциональность;
- 3) многонаправленность использования элементов в системе;
- 4) множественность видов отказов (причины возникновения, последствия);
- 5) взаимосвязь надежности и экономической эффективности;
- 6) зависимость надежности от технической эксплуатации;
- 7) зависимость надежности от КТС и структуры алгоритмов;
- 8) влияние персонала на надежность.

Уровень эксплуатационной надежности АСУ ТП определяется такими факторами как:

- составом и структурой используемых технических средств;
- режимами, параметрами обслуживания и восстановления;
- условиями эксплуатации системы и ее отдельных компонент;
- содержанием, организацией, структурой реализуемых алгоритмов управления;
- содержанием задач и организацией деятельности операторов.

Основными составляющими надежности в АСУ ТП являются безотказность и ремонтпригодность, которые обязательно вносятся в техническую документацию. Сохраняемость и долговечность не являются существенными показателями и определяются факторами морального старения. Рассмотрение вопросов надежности АСУ ТП базируется на функциональном подходе, в соответствии с которым надежность АСУ ТП представляет собой совокупность характеристик и показателей по всем функциям системы. Перечень этих функций устанавливается ТЗ на АСУ ТП, по каждой функции различают два возможных состояния: работоспособность и неработоспособность.

В АСУ ТП выделяют следующие виды отказов:

- устойчивые отказы и сбои;
- внезапные и постепенные отказы;
- отказы, приводящие к остановке и аварии.

К мерам повышения надежности технических средств относят: применение более надежных компонентов одного назначения, введение избыточности, интенсификацию технического обслуживания, улучшение условий эксплуатации. Методами повышения ремонтпригодности являются применение компонентов с высоким уровнем ремонтпригодности, увеличение состава и повышение квалификации ремонтных бригад, рационализация размещения технических средств, применение специального диагностического оборудования. При борьбе со сбоями технических средств используют компоненты с высоким уровнем помехоустойчивости, улучшением помеховой обстановки.

Одним из основных вопросов создания и эксплуатации АСУ ТП является вопрос экономической эффективности. Эффективность функционирования АСУ ТП определяется такими факторами как:

- высокая скорость выполнения операций по передаче, обработке информации о состоянии параметров технологического процесса, выдаче команд управления;
- оперативный контроль за состоянием технологического процесса, обеспеченностью ресурсами, графиков выпуска продукции, координацией потоков между подразделениями;
- оперативное воздействие на параметры технологического процесса, выбор оптимального режима работы оборудования и технологических участков;
- постоянный контроль за техническим состоянием оборудования, предупреждением аварийных ситуаций;
- оперативный контроль за качеством выпускаемой продукции.

На различных этапах создания АСУ ТП возникают две основные задачи, требующие совместного рассмотрения вопросов надежности и экономической эффективности:

- 1) прогноз уровня экономической эффективности с учетом надежности;
- 2) оптимизация требований надежности АСУ ТП по критерию максимума ее экономической эффективности.

7. *Диспетчерская служба* в АСУ ТП находится на стыке управления технологическим процессом и управления производством. Операторские и диспетчерские пункты АСУ обеспечивают экономичное объединение способностей оперативного персонала и возможностей технических средств.

В организационных структурах оперативного управления предприятием получили распространение следующие виды пунктов оперативного управления:

1. *Местные посты управления.* Управление производится отдельными механизмами и агрегатами, обслуживаются мастерами, бригадами, аппаратчиками или обходчиками.

2. *Операторские пункты* являются нижней ступенью системы сбора, передачи технологической информации и управления объектом, организуются на участках, отделениях, цехах. Здесь решаются задачи поддержания заданного технологического режима, оптимизации технологического процесса, обеспечения ритмичности работы оборудования, устранение отклонений производственного процесса, предупреждение и ликвидация аварийных состояний. Информация на операторские пункты поступает от датчиков или от местных постов управления и воспроизводится в полном объеме. На операторский пункт поступает также плановая, нормативная, директивная информация из вышестоящих уровней управления. Операторы выполняют следующие функции:

- 1) управление технологическим процессом и оборудованием на участке;
- 2) поддержание заданного технологического режима;
- 3) обеспечение выполнения сменного задания;
- 4) обеспечение ритмичности работы оборудования;
- 5) устранение отклонений процесса, предупреждение аварий;
- 6) контроль наличия запасов сырья и материалов;
- 7) выполнение распоряжений вышестоящего диспетчера;
- 8) контроль за работой обходчиков.

3. *Диспетчерские пункты.* На диспетчерских пунктах осуществляется сбор производственно-статистической информации, необходимой для определения ТЭП процесса, возможности его оптимизации в зависимости от качества сырья, запасов, ресурсов, также решаются задачи оперативного контроля, учета, технико-экономического анализа, управления в масштабе участков, цеха. Основная задача управления на этой ступени - распределение и координация материальных и энергетических потоков для получения максимальной эффективности производства. Функциями сменных диспетчеров цеха являются:

- 1) обеспечение выполнения сменных заданий;
- 2) оперативное управление технологическим процессом в соответствии с заданиями и с использованием имеющихся технических средств;
- 3) координация работы участков цеха;

4) дистанционное управление поточно-транспортными системами;

5) контроль за работой оперативного персонала.

4. *Центральные диспетчерские пункты:*

1) обеспечение выполнения оперативных планов;

2) контроль и управление ходом выполнения сменных и суточных плановых заданий цехам и предприятию;

3) сбор, предварительная обработка информации о состоянии технологического процесса, фиксация отклонения от плановых показателей;

4) координация работы цехов и служб предприятия;

5) формирование отчетной информации о ходе выполнения плановых заданий, состоянии технологического процесса, оборудования, запасов.

Решение перечисленных задач обеспечивается выполнением следующих функций:

• сбор, передача, прием информации, ее первичная обработка, приведение к виду, удобному для оперативного контроля и учета;

• контроль работы оборудования, выполнения сменных и суточных планов цехов;

• устранение аварийных ситуаций;

• контроль за временем и причинами простоев оборудования;

• учет материалов, топлива, расхода энергии;

• координация производственной деятельности цехов, служб предприятия;

• контроль выполнения указаний руководства предприятия.

Диспетчерская служба в АСУ ТП призвана решать задачи:

1) оперативного учета:

• выработка продукции за час, смену, сутки;

• отгрузка продукции по видам за периоды;

• остатки выработанной продукции;

• количество нарушений технологических режимов;

• время простоев оборудования по причинам за периоды;

• время работы оборудования за периоды;

• количество остановов оборудования между ремонтами;

• потребление сырья, материалов, ресурсов за периоды.

2) оперативного анализа:

• анализ выполнения плана, обнаружение помех;

• оценка предаварийных ситуаций, выявление тенденций;

• определение изменения ритмичности выпуска продукции;

• анализ состояния оборудования и причин простоев;

• выявление узких мест и резервов;

• анализ тенденций изменения ТЭП;

• анализ тенденций изменения запасов, транспортных средств;

• определение наличия энергоресурсов;

• контроль выработки, отгрузки, остатков готовой продукции;

• анализ выполнения плана выпуска продукции с учетом отклонений;

• анализ технологических параметров, качества продукции;

• оценка отклонений параметров продукции от требуемых;

• анализ фактических значений технологических параметров;

• анализ отклонений технологических параметров;

• анализ работы и видов простоя оборудования;

• выявление отклонений от норм потребления сырья, энергоресурсов;

• анализ качества сырья, ресурсов;

• определение запасов сырья, транспортных средств;

• анализ ТЭП за периоды;

• выявление отклонений ТЭП от нормативов.

3) оперативного планирования:

- выработка продукции за периоды;
  - элементы производства за периоды;
  - выработка продукции и расхода элементов производства.
- 4) оперативного прогнозирования:
- выработка продукции за период;
  - предвидение аварийных ситуаций;
  - расчет ТЭП.
- 5) оперативного управления:
- координация нагрузок исполнителей, оборудования, транспорта;
  - предотвращение аварийных ситуаций;
  - корректировка графиков ремонта оборудования;
  - изменение режимов работы оборудования.

Работа диспетчера требует высокой скорости принятия оптимальных решений, для чего необходимо заранее подготовить набор основных ситуаций и наилучших решений для каждой ситуации. Для производства целесообразно разработать технологический процесс работы каждого диспетчера. Сначала определяются основные функции и задачи, которые должен выполнять диспетчер, составляется укрупненная технология работы диспетчера. Затем на основе укрупненной технологии разрабатываются подробные технологические карты управления. Структура диспетчерского управления определяется организационной структурой предприятия, допустимой степенью централизации управления для данного производства.

При централизованной системе управления в цехах организуется ряд операторских пунктов, позволяющих управлять в соответствии с указаниями руководства предприятия.

Операторы в АСУ ТП осуществляют управление технологическими объектами. Они могут работать в контуре и вне контура управления. В контуре управления оператор выполняет функции управления, используя рекомендации по рациональному управлению, выработанные техническими средствами. Вне контура управления оператор задает системе режимы работы, контролирует работу системы и при необходимости (авария, отказ) принимает на себя управление технологическим объектом. Работа оператора в АСУ ТП характеризуется наличием сложной техники, большими потоками информации, ограниченным временем для принятия решений.

Сложность работы оператора в АСУ ТП определяется необходимостью изучения технологии управляемого процесса, большим числом контрольно-измерительных приборов и органов управления, размещенных на пульте управления, значительной психологической нагрузкой. При управлении технологическим объектом оператор обеспечивает:

- закрепление технических знаний по участку (оборудование, режимы), связи с другими участками; расположение приборов контроля, управления, защиты, сигнализации;
- слежение за ходом технологического процесса;
- оценку качества работы автоматики, стабилизации параметров, характера внешних возмущений;
- дистанционное управление в различных ситуациях, регулирование параметров в условиях решения поточных задач, минимизацию числа приборов;
- проведение действий по включению и отключению вспомогательного оборудования;
- формирование сообщений оперативному персоналу;
- диагностирование неисправностей и их устранение;
- быстрое считывание показаний приборов.

#### **4.2. Автоматизированные системы управления гибкими производственными системами**

Гибкими производственными системами (ГПС) называют совокупность металлообрабатывающего и вспомогательного оборудования, работающего в

автоматическом режиме и с единой системой управления в условиях многономенклатурного производства.

Особенность ГПС заключается в том, что ее оборудование в течение заданного периода времени работает в автоматическом режиме, а переналадка оборудования на изготовление новой продукции осуществляется в автоматизированном режиме; оно имеет, как правило, системы числового программного управления (ЧПУ) с ЭВМ различного уровня.

В гибких производственных системах изменяют номенклатуру изготавливаемых изделий, объем производства, последовательность операций в технологическом процессе, состав оборудования при отказе, материал, из которого изготавливают изделие, номенклатуру изделий в соответствии с техническими возможностями оборудования. Их классифицируют по таким признакам, как организационному, комплексности изготовления изделий, виду обработки, разновидности обрабатываемых изделий, уровню автоматизации.

По организационному признаку ГПС подразделяют на *гибкую автоматизированную линию* (ГАЛ), которая состоит из гибких производственных модулей с ЧПУ или из оборудования, управляемого программируемыми контроллерами, объединенными единой автоматизированной системой управления; *гибкий автоматизированный участок* (ГАУ), состоящий из гибких производственных модулей, объединенных автоматизированной системой управления, в которой может изменяться последовательность технологических операций, и *гибкий автоматизированный цех* (ГАЦ), в который могут входить ГАЛ, ГАУ, роботизированные технологические линии и участки и др. Эта классификация представлена на рис. 4.7.

По назначению ГПС подразделяются на операционные, предметные и узловые. Также ГПС отличаются по уровню автоматизации, т.е. на каждом уровне автоматизации выполняются в автоматическом режиме определенные функции.

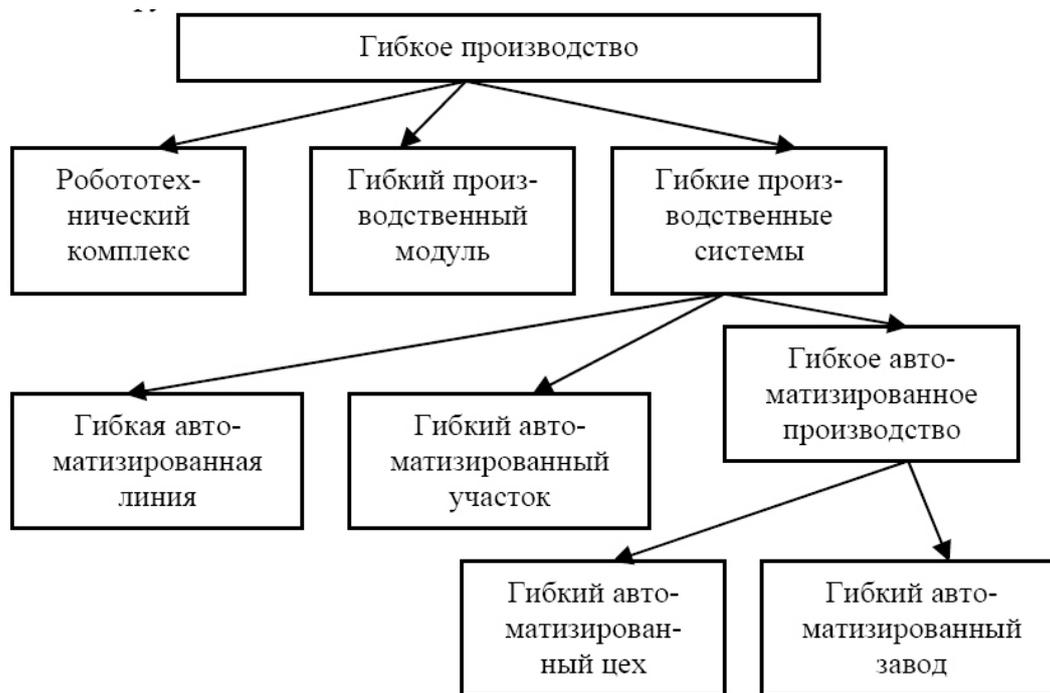


Рис. 4.7. Классификация технологического оборудования в гибком производстве

Основные характеристики гибких производственных систем вытекают из технологии изготовления изделий, которые подразделяются на следующие процессы:

- 1) подготовка производства для обработки каждой партии деталей на ГАУ;
- 2) контроль деталей обрабатываемой партии (проверяются либо первая деталь в партии с целью проверки качества наладки оборудования, либо наиболее ответственные поверхности всех деталей партии, либо выходная партия);
- 3) производительность оборудования - выпуск за определенный интервал времени партии деталей заданных номенклатуры и качества;

- 4) производительность труда - количество продукции, вырабатываемой обслуживающим персоналом в единицу времени, выраженное стоимостью или в штуках;
- 5) длительность изготовления партии одноименных деталей;
- 6) гибкость производственной системы - возможность переходить с изготовления одной номенклатуры производства на другую в зависимости от предъявляемых требований;
- 7) уровень автоматизации ГПС - показатель, который определяется отношением времени автоматической работы оборудования к объему фонда времени его использования. В это комплексное понятие входит: степень надежности работы системы, степень интеграции различных задач, решаемых в ГПС в автоматическом режиме, организация автоматического производства в ГПС.

Современная гибкая производственная система (ГПС) представляет собой сложную совокупность различного основного и вспомогательного технологического оборудования; транспортно-складской системы; режущего, вспомогательного и измерительного инструмента; автоматизированных систем управления и систем обеспечения функционирования. Для выбора элементов ГПС используют такие критерии, как получение наибольшей производительности, обеспечивающей максимальный выпуск продукции требуемого качества; уменьшение себестоимости продукции, достижение максимального экономического эффекта.

Под структурной схемой ГПС понимают расположение компонентов ГПС, обеспечивающих наиболее рациональное функционирование всей системы. Структурная схема ГПС (рис. 4.8) определяется типом обрабатываемых деталей, технологическим процессом их изготовления. Более рентабельными ГПС являются ГПС, с применением которых решается комплекс технологических проблем, изготовление деталей с последующей сборкой узлов. Основной составной частью ГПС является *производственный модуль* (ГПМ), представляющий собой единицу технологического оборудования, автономно функционирующую, автоматически осуществляющую все функции, связанные с изготовлением изделий, имеющих возможность встраивания в ГПС. Примером ГПМ может служить роботизированный комплекс.

*Гибкие автоматизированные участки* (ГАУ) применяются, например, в механических цехах машиностроительных заводов для обработки корпусных деталей собственного производства.

*Гибкие автоматизированные линии* (ГАЛ) используются либо как самостоятельные единицы, либо входят в состав гибкого автоматизированного цеха или завода. За основу выбора структурно-компоновочных схем ГАЛ применяется групповой технологический процесс обработки. Обычно ГАЛ применяются для обработки семейства подобных деталей и их модификаций. Технологический процесс обработки строится таким образом, чтобы оборудование переналаживалось на определенных станках или позициях ГАЛ. Для этого оно оснащается соответствующими устройствами. В настоящее время наиболее перспективным является создание ГАЛ на базе агрегатно-модульного оборудования, на котором возможна многоинструментальная обработка деталей.

На современном этапе рациональная структура ГПС невозможна без АСУ, которая выполняет планирование производства - календарное, оперативное; интенсификацию и оптимизацию технологических процессов по техническим и технико-экономическим критериям; совмещение процессов во времени; диагностику отказов и локализацию их действий; планирование методов ремонта и обслуживания оборудования.

Для разных ГПС используются различные АСУ, отличающиеся составом функций, структурой комплекса технических и программных средств, организацией структурных связей с другими автоматизированными системами. Работа АСУ ГПС проходит на трех уровнях: стратегическом (верхнем), тактическом (среднем) и оперативном (нижнем). На стратегическом уровне ГПС выполняется месячное планирование производства. На тактическом уровне определяется компенсация отклонений действующего производственного процесса от запланированного. На оперативном уровне выполняются директивы тактического уровня, производится управление ресурсами транспортной системы,

управление взаимодействием с локальной сетью для передачи директив локальным устройствам управления.

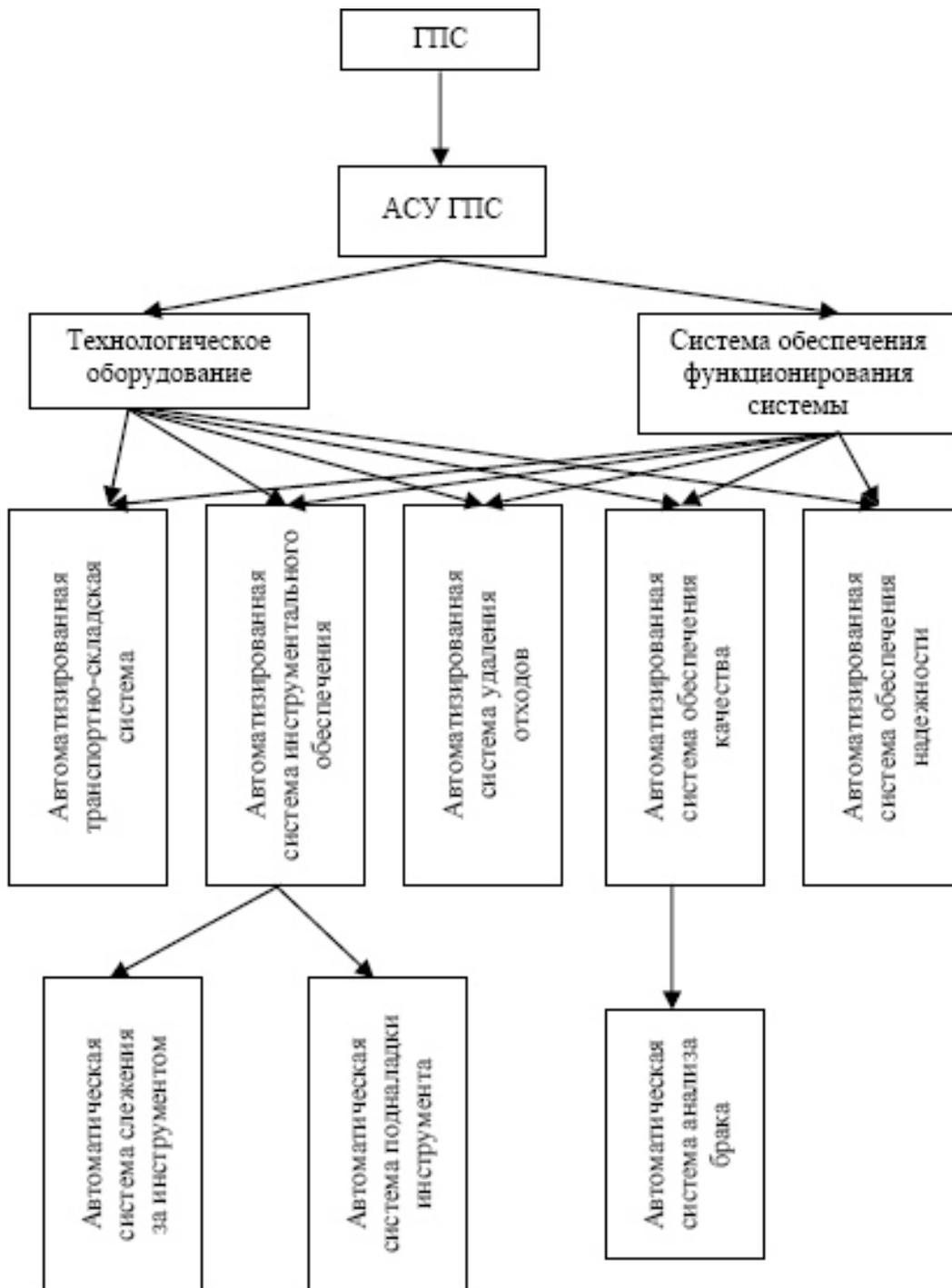


Рис. 4.8. Структура ГПС

Как показывает опыт создания и эксплуатации ГПС, именно они являются одной из эффективных форм автоматизации машиностроительного производства, но, как и любая система автоматизации ГПС, имеет свои достоинства и недостатки и поэтому нуждается в выборе строго обоснованных областей применения.

На основании накопленного опыта можно прогнозировать первоочередные направления развития ГПС.

1. Повышение степени автоматизации действующих и вновь создаваемых ГПС и реализация их работы с минимальным участием обслуживающего персонала.
2. Создание ГПС, работающих в условиях смешанной серийности обрабатываемых изделий.

3. Создание ГПС, выполняющих комплексную обработку деталей, входящих в состав одного узла (узловые ГПС).

4. Развитие интегрированных ГПС САПР, обеспечивающих проектирование обрабатываемых изделий, технологических процессов и др.

5. Включение в состав ГПС универсального или специального неавтоматизированного оборудования, которое в данных условиях производства дает наибольший экономический эффект.

Одним из основных направлений развития гибких производств является интеграция производства - объединение двух или нескольких разнородных производственных автоматизированных систем на базе единой системы управления. При объединении всех производственных функций говорят о полной интеграции, а в случае объединения отдельных функций при сохранении их автономности - о частичной интеграции. Уровень интеграции - это показатель количества различных производственных задач и функций, которые объединены в единую систему и управляются центральным сервером завода.

Самым высоким уровнем интеграции является гибкий автоматизированный завод, представляющий собой совокупность гибких автоматизированных цехов и предназначенный для выпуска готовых изделий регулярно меняющейся номенклатуры. Он не выпускает любую продукцию в любое время, он является узкоспециализированным автоматизированным заводом высокой степени поддетальной и узловой специализации, поставляющим свои изделия, узлы и детали на сборочные заводы, которые характеризуются также высокой степенью гибкости.

Главным фактором полной интеграции производства является время. Интеграция обеспечивает параллельное и непрерывное выполнение всех работ не только производственного цикла, но и изготовления продукции. Интеграция производства открывает новые пути автоматизации всех основных, вспомогательных, а также обслуживающих процессов, процессов управления.

Полная интеграция производства должна идти по следующим направлениям:

- интеграция отдельных или групп обрабатываемых деталей по геометрическим, технологическим и организационно-экономическим параметрам путем классификации, систематизации и кодирования;

- интеграция технологического оборудования разной степени гибкости;
- интеграция материальных потоков;
- интеграция производственных процессов;
- интеграция обслуживающих процессов;
- интеграция информационных потоков;
- интеграция системы имитационного моделирования, тестирования и оптимизации;
- интеграция персонала.

Основным принципом построения гибких производственных систем является модульно-блочный принцип.

Эффективность комплексной гибкой автоматизации и интеграции производства определяется реорганизацией всего технологического цикла с целью сокращения его длительности, повышения производительности, качества и снижения себестоимости продукции.

Интеграция производства обеспечивается сложением и координацией усилий всех работников, но успех этих усилий зависит от индивидуальных дарований и талантов каждого.

Создание гибких автоматизированных производств (ГАП) целесообразно, в основном, на предприятиях среднесерийного, мелкосерийного и единичного типов производства и требует предварительного экономического обоснования. При широком внедрении ГАП требуется освоение методов системного проектирования, взаимоувязанной отработки технологических объектов интегрированных систем автоматизированного управления и подсистем внешнего обеспечения, создание индустриальной базы централизованного обеспечения и эксплуатационного сервиса.

При создании ГАП необходимо обращать особое внимание на проблемы информационной, аппаратной и размерно-параметрической совместимости всех разработок; ограничения многовариантности всех систем, модулей агрегатов, узлов и элементов, используемых в ГАП; развития типизации, стандартизации всех звеньев; комплексности и сбалансированности развития, включенных в структурную схему ГАП функциональных, обеспечивающих подсистем; необходимости создания на каждом предприятии централизованной службы внедрения программно-управляемого оборудования.

Гибкие автоматизированные производства ведут к созданию машиностроительного завода будущего. Завод будущего - это:

- высочайшая производительность машин и труда;
- высокая степень гибкости перехода на производство новой продукции и приспособляемости к постоянно меняющейся продукции и растущей многономенклатурности;
- кратчайший производственный цикл изготовления изделий;
- обеспечение выпуска только продукции высокого качества;
- малое энергопотребление, высокий коэффициент использования машин и сырья;
- безотходная технология;
- высокая надежность работы машин, оборудования и всего завода путем использования самодиагностики;
- условия труда, удовлетворяющие всем требованиям сохранения здоровья человека, ликвидация физического труда и полная компьютеризация умственного труда;
- обеспечение сохранности окружающей среды;
- мобильность в отношении применения новых достижений науки и техники, новейших технологий и оборудования, самообновление.

При разработке АСУ ГПС, прежде всего, необходимо решить вопрос, связанный с определением степени подготовленности изделия к автоматическому производству. Конструкция изделия должна отвечать такому качеству отдельных его составляющих и самого изделия в целом, при котором обеспечивается возможность автоматизированного его изготовления с наименьшими трудозатратами на всех стадиях производства. Анализ производится по методике и справочным данным, параметрами оценки являются конфигурация, физико-механические свойства сечений и поверхности, абсолютные размеры и их соотношения и т.д. По совокупности этих свойств, все детали подразделяются на семь категорий сложности автоматизации.

Следующим этапом является проектирование технологического процесса автоматического производства, и, прежде всего, производится экономическое обоснование выбора заготовок, в качестве которых в машиностроении наиболее часто используются отливки поковки и заготовки из проката. Метод выполнения заготовок для деталей определяется их назначением и конструкцией, а также материалом, техническими требованиями серийного выпуска и экономичностью изготовления. Для рационального выбора заготовок необходимо учитывать все перечисленные исходные данные, окончательное решение принимается после экономического расчета себестоимости заготовки. После этого приступают к составлению технологического маршрута обработки, одновременно решается вопрос выбора средств измерения и контроля наиболее ответственных параметров детали, а также разрабатывается методика измерений. Например, может быть предложена следующая методика измерений:

- измерению подвергается каждая десятая деталь партии;
- если обнаруживается отклонение от допустимых значений, то проверяются все следующие детали;
- если количество отбраковки превышает среднестатистического уровня, то производится контроль металлорежущего оборудования.

Выбор металлорежущих станков для изготовления предложенной детали осуществляется с учетом следующих факторов:

- 1) вид обработки;

- 2) точность обрабатываемой поверхности;
- 3) расположение обрабатываемой поверхности относительно технологических баз;
- 4) габаритные размеры и масса заготовки;
- 5) производительность операции;
- 6) тип производства.

В гибком автоматизированном производстве важным показателем является, так называемое, технологическое время, в состав которого входит основное время изготовления, вспомогательное время - это время закрепления и открепления детали, на установку и снятие детали, приемы управления, измерения детали и т.д., а также время на организационно-техническое обслуживание оборудования.

На основании проведенных исследований и предварительного анализа разрабатывается структура автоматизированного производства и строится циклограмма работы комплекса. Количество основного оборудования, включаемого в автоматизированный комплекс, определяется, исходя из среднего такта выпуска деталей на комплекс. Пример возможной структуры комплекса приведен на рис. 4.9.

В состав автоматизированного комплекса может входить, например, револьверный станок, в котором совмещаются в одну операцию большое число различных переходов, производится комплексная обработка различных деталей, превосходящая по производительности раздельное выполнение тех же переходов на станках с неавтоматическим циклом. На станке обрабатываются детали из пруткового материала или из отдельных заготовок. На нем производится обтачивание и растачивание цилиндрических, конических, шаровых и профильных поверхностей, нарезание и накатывание резьбы и т.п.

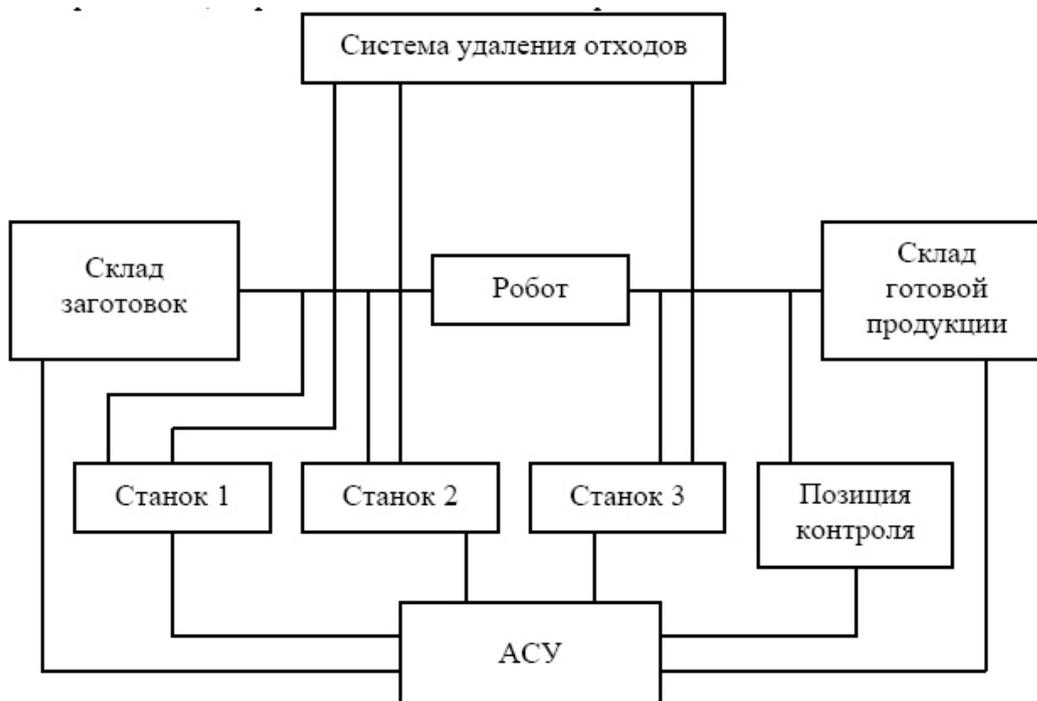


Рис. 4.9. Структурная схема комплекса

Для обслуживания станков в состав ГАП обязательно входит промышленный робот, а для выполнения транспортных и загрузочно-разгрузочных операций транспортный робот. В состав автоматизированной транспортно-складской системы входят также загрузочное устройство, транспортно-накопительная система обработанных деталей с автоматизированными стеллажами-накопителями. Для контроля размеров деталей выбирается координатно-измерительная машина, вычислительное устройство которой автоматически распознает направление ощупывания, ось и плоскость измерения и может различать внутренние и внешние контуры. Все измеренные значения запоминаются и в любое время их можно обработать вместе с другими результатами, а также использовать для

образования новых геометрических элементов. Современные автоматизированные системы работают в автоматическом режиме с высокой экономичностью. Обучающая программа быстро перестраивается на новые измерения, не допуская ошибок, поскольку отсутствует необходимость в выравнивании детали при измерении.

В соответствии с приведенной структурной схемой (рис. 4.9) алгоритм работы комплекса можно представить следующей последовательностью операций:

- 1) взятие заготовки из загрузочного устройства;
- 2) перемещение каретки робота к станку 1;
- 3) снятие обработанной детали из патрона станка 1;
- 4) установка заготовки в патрон станка 1;
- 5) перемещение робота от станка 1 до станка 3;
- 6) снятие заготовки из патрона станка 3;
- 7) установка заготовки в патрон станка 3;
- 8) перемещение робота от станка 3 к позиции контроля (ПК);
- 9) взятие заготовки из ПК;
- 10) установка заготовки в ПК;
- 11) установка детали на изделие;
- 12) перемещение каретки робота к загрузочному устройству (ЗУ);
- 13) перемещение каретки робота к станку 2 от ЗУ;
- 14) перемещение каретки робота от станка 2 до станка 3;
- 15) перемещение каретки робота от станка 3 до изделия (тогда, когда не нужен контроль деталей).

Гибкое интегрированное производство обеспечивает органичное соединение физического и умственного труда в производственной деятельности. Рабочий становится высококвалифицированным специалистом. Новые требования предъявляются и к инженерной подготовке специалистов для создания и эксплуатации гибких интегрированных производств.

#### **4.3. Автоматизированные системы управления предприятием**

Одной из основных компонент интегрированных автоматизированных систем управления являются автоматизированные системы управления предприятием (АСУП).

Промышленное предприятие представляет собой сложную динамическую систему.

Внедрение на предприятиях новейших достижений науки и техники значительно расширяет масштабы производства, оно усложняется и укрупняется, в нем происходит глубокая дифференциация и специализация. На предприятиях концентрируются огромные материальные и финансовые ресурсы, расширяются и углубляются производственные связи, требуется непрерывное совершенствование организации и управления производством. В огромной степени увеличивается объем используемой для управления информации, возникает необходимость сокращения сроков ее переработки и использования, повышаются требования к планированию производства, к принимаемым решениям по управлению, которые должны быть научно обоснованными, современными и точными.

Целью научного управления предприятием является обеспечение такого руководства развитием производства предприятия, при котором достигается наилучшее выполнение задач общества с точки зрения удовлетворения его потребностей и характера использования ресурсов. Реализация процессов управления осуществляется в результате разработки, внедрения, непрерывного развития и совершенствования системы управления предприятием.

*Автоматизированная система управления предприятием* представляет собой систему управления, основанную на применении вычислительной техники и экономико-математических методов для решения основных задач управления производственной деятельностью предприятия.

Эффективное управление современным предприятием представляет собой довольно нетривиальную задачу, учитывая многообразие используемых ресурсов и высокую скорость изменения операционного окружения.

Современные АСУП создаются с использованием инженерного подхода, позволяющего автоматизировать как процедуры преобразования информации, так и предложить систему управления с целью получения эффективного механизма управления.

#### ***4.3.1. Концепция управления производством***

Необходимым условием эффективного построения систем управления производством является соответствие функций системы управления функциям производственной системы, так как система управления существует не сама по себе, не для себя, а для эффективного функционирования производственной системы.

Функции - это интегрированный результат функционирования составляющих предприятия производственной системы и системы управления. В свою очередь, и производственная система, и система управления выполняют функции, которые являются интегрированным результатом осуществления функций составляющих их подсистем. А каждая подсистема производственной системы или системы управления выполняет функции, являющиеся интегрированным результатом функционирования образующих ее элементов. Таким образом, производственная функция - это результат проявления свойств, функционирование всех подсистем и элементов производственной системы, направленной на изготовление готовой продукции. Функция управления - интегрированный результат проявления свойств, функционирования всех подсистем и элементов системы управления, направленный на выработку управленческого решения.

Каждая подсистема выполняет присущие ей функции, направленные на достижение цели: функционирование и развитие предприятия. Таким образом, состав функций управления определяется целями предприятия.

Для изучения и построения системы управления имеет большое значение функциональный подход, согласно которому функции системы управления привязаны к их носителям - подсистемам, элементам. Конкретную функцию в системе управления может выполнять не любая подсистема, а именно конкретная подсистема, поэтому при построении системы управления производством каждая подсистема формируется под определенные функции, но, в свою очередь, и подсистема влияет на функции, их качество. Так, например, одну и ту же функцию по диспетчеризации производства два разных диспетчера выполняют по-разному. Таким образом, функции определяют структуру системы управления, в которой первичными являются компоненты системы, их носители, взаимосвязь и взаимодействие. В то же время и структура системы влияет на компоненты, интегрируя их, и на выполняемые ими функции, изменяя последние.

Каждая функция управления подчинена цели и осуществляется для достижения цели, которая является объективно обусловленной. Однако функции управления осуществимы только тогда, когда реализуются возможности подсистем и элементов системы управления и внешней среды, которая питает систему управления информацией, финансами и другими необходимыми для функционирования и развития системы компонентами.

Функции управления влияют на себестоимость товара, участвуя в ее формировании, влияют на его потребительские свойства, уровень которых оценивается при помощи системы показателей.

Система управления производством включает подсистему общего линейного руководства, целевые, основные и вспомогательные подсистемы.

*Подсистема общего линейного руководства* обеспечивает управление производством посредством выполнения конкретных функций на основе реализации принципов единоначалия в управлении и координации деятельности целевых, основных и вспомогательных подсистем управления на каждом уровне управления.

*Основные подсистемы управления* обеспечивают выполнение конкретных функций управления для достижения всех основных целей деятельности предприятия.

*Вспомогательные подсистемы управления* осуществляют конкретные функции управления, направленные на обеспечение обслуживания выполнения конкретных функций

подсистемы общего линейного руководства, основных и целевых подсистем для достижения всех основных целей деятельности предприятия.

Руководителю предприятия сегодня приходится принимать решения в условиях неопределенности и риска, что вынуждает его постоянно держать под контролем различные аспекты финансово-хозяйственной деятельности. Эта деятельность отражена в большом количестве документов, содержащих разнородную информацию. Грамотно обработанная и систематизированная информация является в определенной степени гарантией эффективного управления производством. Напротив, отсутствие достоверных данных может привести к неверному управленческому решению и, как следствие, к серьезным убыткам.

При функционировании всех подсистем управления выполняются общие функции управленческого цикла: нормирование, планирование, организация, координация и регулирование, активизация и стимулирование, контроль, учет, анализ.

В соответствии с основными принципами и методологией инженерного проектирования построение нормативной организационной модели системы управления предприятием, являющейся исходной базой для проектирования других обеспечивающих и функциональных подсистем АСУП, складывается из следующих этапов:

1. Выявление и формулировка проблем и целей, стоящих перед предприятием, их декомпозиция, ранжирование и согласование. При этом цели бывают двух видов: стационарного функционирования, которые обеспечивают динамическую устойчивость системы - это текущее управление по принципу регулирования, и развития, которые обеспечивают изменчивость системы - это перспективное целевое управление. На первом этапе наряду с построением "дерева целей" и сетевых графиков процессов их достижения разрабатывается система оценочных показателей, позволяющих быстро и точно оценить состояние управляемых объектов и системы управления. Создаваемая АСУП должна быть высоко адаптивной.

2. Разработка системы управления показателями системы организационного управления, которые должны обеспечить управляемость системы, выявить механизм управления.

3. Разработка исполнительной структуры АСУП в виде иерархической сети контуров управления, в которых реализуются все фазы процесса управления - прогнозирование, планирование, учет, контроль, анализ, регулирование, осуществляется необходимое взаимодействие между управляемыми показателями и управляемостью системы. На этом этапе заканчивается построение нормативной организационной модели АСУП.

Требованиями инженерного подхода к созданию АСУП являются также разработка технологического проекта, использование количественных оценок и имитационного моделирования для проверки и сравнения вариантов предлагаемых проектных решений, пакетов прикладных программ и т.п.

В настоящее время АСУП часто рассматривается как экономическая информационная система (ЭИС), которая представляет собой совокупность организационных, технических, программных и информационных средств, объединенных в единую систему с целью сбора, хранения, обработки и выдачи необходимой информации, предназначенной для выполнения функций управления.

Функциями управления являются:

1) *нормирование* - начальная, исходная функция управленческого цикла. От уровня развития нормативной базы во многом зависит эффективность организации производства и управления. Нормативы устанавливают количественную и качественную меру различных элементов производственной системы и системы управления предприятием; они служат основой планирования, позволяют решать производственные задачи комплексно и целенаправленно во взаимной увязке с наименьшим расходом материальных, трудовых и финансовых ресурсов, природных богатств;

2) *планирование* - функция, определяющая цель функционирования АСУП на различные периоды времени. Различают стратегическое, тактическое и оперативное планирование. Планирование основывается на прогнозах. Прогнозы позволяют предвидеть, предсказать тенденции и перспективы дальнейшего развития производственной системы,

системы управления и состояние их составляющих компонентов на основе знания закономерности развития их в прошлом и настоящем;

3) *учет* - функция, отображающая состояние объекта управления в результате выполнения хозяйственных процессов. Учет измеряет и регистрирует факты и явления с целью получения данных, характеризующих состояние производственной системы, системы управления и составляющих их подсистем;

4) *контроль* - функция, с помощью которой определяется отклонение учетных данных от плановых целей и нормативов, благодаря контролю имеется постоянное представление о ходе функционирования систем. Контроль позволяет обеспечить реализацию намеченной цели в соответствии с разработанными планами, графиками и т.п.;

5) *оперативное управление* - функция, осуществляющая регулирование всех хозяйственных процессов с целью исключения возникающих отклонений в плановых и учетных данных, оно обеспечивает равномерное и ритмичное функционирование подсистем предприятия. Оперативное управление основано на информации об отклонениях и узких местах и используется для устранения диспропорций, возникающих в производственной системе и системе управления;

6) *анализ* - функция, определяющая тенденции в работе АСУП и резервы, которые учитываются при планировании на следующий временной период. При анализе сравниваются фактические данные с нормативными данными и нормативные данные с плановыми. Анализ предшествует акту принятия решения;

7) *организация деятельности функциональных и производственных подразделений*, мобилизация их усилий на выполнение закрепленных за ними функций по достижении цели предприятия. Она включает организацию производства, труда и управления производственной системы, системы управления предприятия, отдельных подсистем, организацию их функционирования;

8) *координация* - согласование функций подсистем по горизонтали. Как управленческая деятельность координация включает разработку координационных планов и относится к тактике управления, связана с оперативным перераспределением ресурсов для предотвращения намечающихся диспропорций. С помощью координации осуществляется пропорциональное распределение ресурсов между объектами управления и обеспечивается увязка функционирования подсистем предприятия.

Формируемые в ходе выполнения вышеперечисленных функций управленческие решения служат отправным моментом для конкретных исполнителей. В связи с тем, что автоматизация исполнения должностных обязанностей и отдельных поручений фактически стала в последнее время стандартом де-факто, особую остроту приобретает автоматизация непосредственно управленческих функций.

Экономическая информационная система накапливает и перерабатывает поступающую учетную информацию и имеющиеся нормативы, планы в аналитическую информацию, служащую основой для прогнозирования развития экономической системы, корректировки ее целей и создания планов для нового цикла воспроизводства. Наиболее существенной чертой современной экономической системы должно стать расширение контура автоматизации для получения замкнутой, саморегулирующейся системы, способной гибко и оперативно перестраивать принципы своего функционирования.

В соответствии с характером обработки информации в экономической информационной системе на различных уровнях управления выделяются следующие типы информационных систем:

1) *системы обработки данных* предназначены для учета и оперативного регулирования хозяйственных операций, подготовки стандартных документов - отчетов, накладных, платежных поручений. Задачи этой системы имеют итеративный регулярный характер, выполняются непосредственными исполнителями хозяйственных процессов - кладовщиками, администраторами и т.д.;

2) *информационные системы управления*, ориентированные на тактический уровень управления: среднесрочное планирование, анализ и организация работ в течение нескольких недель. Для задач этой системы характерны регламентированность формирования

результатных документов и четко определенный алгоритм решения задач, выполняемых руководителями различных служб предприятия;

3) *системы поддержки принятия решений*, используемые на верхнем уровне управления, имеющего стратегическое долгосрочное значение в течение года или нескольких лет - это формирование стратегических целей, планирование привлечения ресурсов, источников финансирования т.д. Задачи этой подсистемы имеют, как правило, нерегулярный характер, для них свойственны недостаточность имеющейся информации, ее противоречивость и нечеткость, преобладание качественных оценок целей и ограничений, слабая формализованность алгоритмов решения. В качестве инструментов обобщения чаще всего используются средства составления аналитических отчетов, методы статистического анализа, экспертных оценок и систем, математического и имитационного моделирования.

Идеальной считается ЭИС, которая включает все три типа перечисленных информационных систем. Из этого следует, что обязательным требованием к ЭИС является интеграция большого числа программных продуктов. Подобная широкопрофильная система должна в равной, максимально допустимой степени удовлетворять все подразделения предприятия, по возможности сохранять существующие бизнес-процессы, а также методы и структуру управления. Без привлечения автоматизации практически нельзя контролировать постоянно меняющиеся бизнес-процессы. В зависимости от охвата функций и уровней управления различают корпоративные (интегрированные) и локальные ЭИС.

*Корпоративные* (интегрированные) ЭИС автоматизируют все функции на всех уровнях управления. Такая система является многопользовательской, функционирует в распределенной вычислительной сети.

*Локальная* ЭИС автоматизирует отдельные функции управления на отдельных уровнях управления. Такая ЭИС может быть однопользовательской, функционирующей в отдельных подразделениях системы управления.

В автоматизированных системах управления выделяют функциональные и обеспечивающие подсистемы. Функциональные подсистемы обслуживают определенные виды деятельности предприятия. Интеграция этих подсистем в единую систему достигается за счет создания и функционирования обеспечивающих подсистем.

*Функциональная подсистема* представляет собой комплекс экономических задач с высокой степенью информационных обменов между задачами. Функциональные подсистемы могут строиться по предметному, функциональному, предметному и смешанному (предметно-функциональному) принципам. С учетом предметной направленности выделяют подсистемы, соответствующие управлению отдельными ресурсами:

- сбытом готовой продукции;
- производством;
- материально-техническим снабжением;
- финансами;
- персоналом.

В этих подсистемах рассматриваются задачи на всех уровнях управления, обеспечивая интеграцию информационных потоков по вертикали.

Для реализации функций управления выделяют подсистемы:

- планирование;
- регулирование (оперативное управление);
- учет;
- анализ.

Проблемный принцип формирования подсистем отражает необходимость гибкого и оперативного принятия управленческих решений по отдельным проблемам, например, решение задач бизнес-планирования, управление проектами.

На практике чаще всего применяется смешанный предметно- функциональный подход, согласно которому построение функциональной структуры АСУП - это разделение ее на подсистемы по характеру хозяйственной деятельности, которое должно соответствовать структуре объекта и системе управления, а также характеру выполняемых

функций управления. Структура АСУП, состоящая из подсистем согласно функционально-предметного принципа, представлена на рис. 4.10.

Рассмотрим более подробно каждую из подсистем.

#### ***4.3.2. Подсистема «Перспективное планирование»***

Цель подсистемы - прогнозирование и стратегическое планирование финансово-хозяйственной деятельности предприятия на ближайшую и отдаленную перспективу.

В подсистеме проводится анализ и решение следующих задач: рынка сбыта продукции, развития технологий производства и сырьевого рынка, собственных резервов, направлений реконструкции и модернизации предприятия, нового строительства и др.

Перспективные исследования предполагают прогноз на 10 - 20 лет и разработку перспективного плана на пять лет на основе аналитических данных, подготавливаемых в подсистеме "Бухгалтерский учет и анализ хозяйственной деятельности". Полученные результаты используются при решении задач технико-экономического планирования и технической подготовки производства.

#### ***4.3.3. Подсистема «Техническая подготовка производства»***

Подсистема "Техническая подготовка производства" в ИАСУ занимает особое место и, несмотря на то, что она является частью АСУП, выделяется в качестве компоненты ИАСУ. Подчеркнем еще раз, что в этой подсистеме автоматизируются функции управления процессом проектирования, изготовления и внедрения новых конструкций изделий, инструмента или модернизации действующего производства, а также выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Цель подсистемы - это сокращение сроков подготовки и выпуска новой продукции, модернизация освоенной продукции, минимизация материальных, трудовых и финансовых затрат на их выпуск. Основными задачами, которые решаются в подсистеме являются: конструирование новых видов изделий и получение их чертежей, разработка технологической документации по их изготовлению и организация их производства. Результаты решения задач подсистемы используются в подсистемах технико-экономического планирования, управления ресурсами, бухгалтерского учета и анализа хозяйственной деятельности.

#### ***4.3.4. Подсистема «Технико-экономическое планирование»***

Цель подсистемы - формирование годовых производственных программ на основе использования экономико-математических методов, позволяющих увязать прогнозируемый объем сбыта продукции с имеющимися производственными мощностями, материальными и финансовыми ресурсами, а также распределение годовой производственной программы по плановым периодам.

Результатом подсистемы является комплекс следующих планов:

1. План производства и реализации промышленной продукции.
2. Плановые технико-экономические нормативы и нормы.
3. План повышения эффективности производства.
4. План капитального строительства.
5. План материально-технического снабжения.
6. Планирование себестоимости продукции.
7. План по труду и заработной плате.
8. Финансовый план.
9. План по фондам экономического стимулирования.

Исходными данными технико-экономического планирования являются данные, получаемые в подсистемах "Перспективное развитие", "Техническая подготовка производства", "Бухгалтерский учет и анализ хозяйственной деятельности". Полученные

результаты технико-экономического планирования используются в подсистемах управления ресурсами.

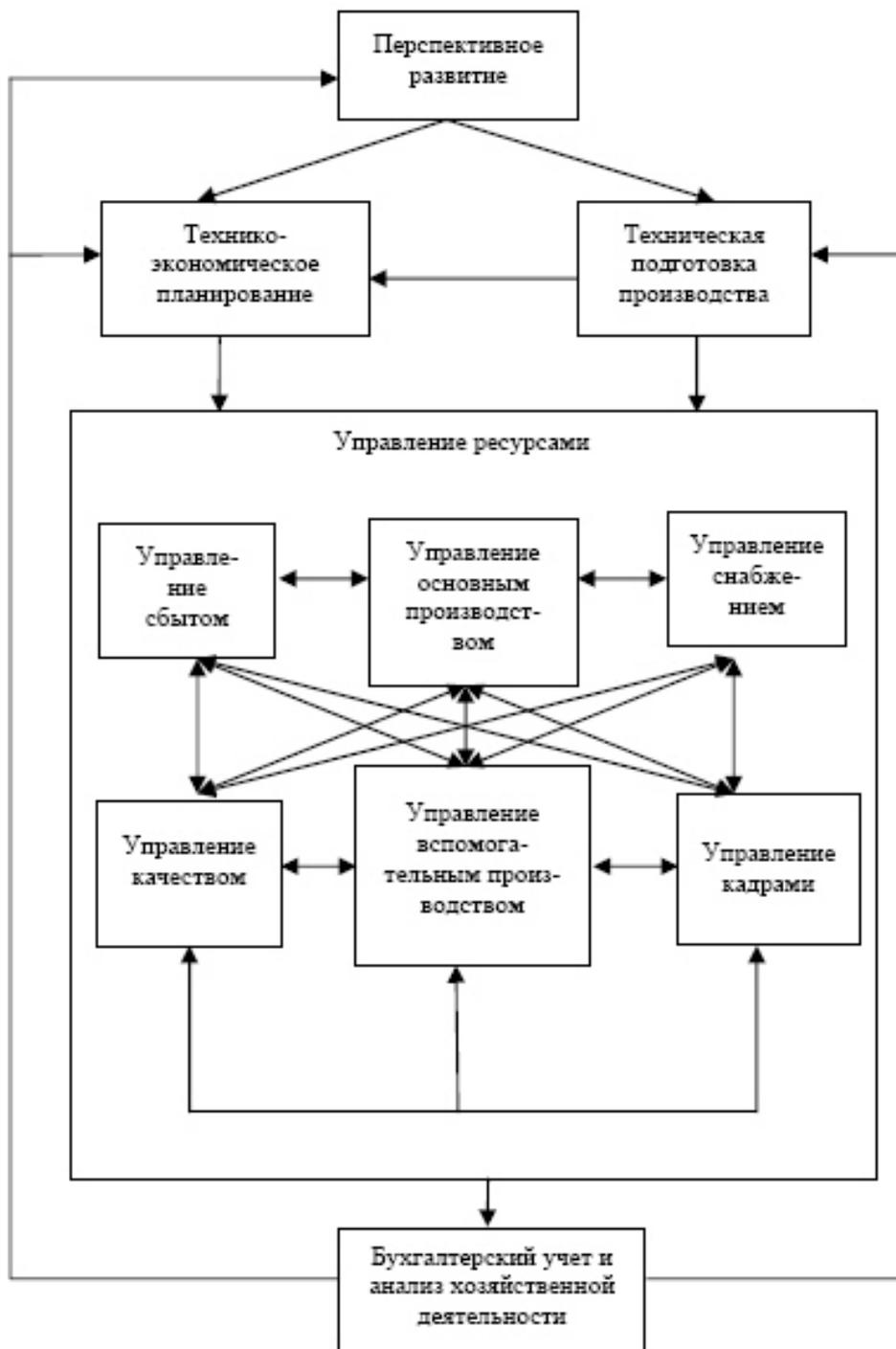


Рис. 4.10. Структура функциональных подсистем АСУП по смешанному принципу

Выделение задач технико-экономического планирования в функциональную подсистему АСУП позволяет укоротить разработку планов, повысить их экономическую и научную обоснованность, обеспечить быструю коррекцию планов при возникающих отклонениях в ходе их выполнения и т.д.

Первоочередными задачами технико-экономического планирования являются: расчет производственной программы, нормативной себестоимости, нормативной калькуляции на изделие, нормативной трудоемкости производственной программы и т.п. Автоматизация расчетов этих показателей и составляет содержательную суть подсистемы технико-экономического планирования (ТЭП). При этом часть решаемых задач носит оптимизационный характер, а часть расчетный.

Одной из составляющих технико-экономического планирования является оперативно-производственное планирование. Оно должно обеспечивать конкретизацию и детализацию производственной программы, своевременное ее доведение до исполнителей, а также достижение слаженной работы всех подразделений предприятия. Конечная цель оперативно-производственного планирования состоит в обеспечении равномерного выпуска продукции в заданных количествах и в намеченные сроки при высоком качестве изготавливаемых изделий и наилучшем использовании производственных фондов.

Основными функциями оперативно-производственного планирования являются:

- разработка календарно-плановых нормативов движения производства;
- объемные расчеты;
- составление оперативных программ выпускающих и заготовительных цехов основного производства, оперативный учет и контроль за ходом выполнения этих программ;
- контроль за состоянием незавершенного производства в цехах и межцеховых складах;
- оперативное регулирование хода производства, выявление отклонений и осуществление мер по их устранению;
- контроль за обеспечением цехов дефицитными материалами, инструментом, тарой, покупными изделиями, транспортом и др.

Оперативно-производственное планирование осуществляется в два этапа.

Первый этап - разработка на основе производственной программы оперативных планов изготовления и выпуска продукции. Он называется оперативно-календарным планированием. Второй этап - диспетчеризация, который состоит в непрерывном оперативно-производственном учете, контроле и регулировании выполнения планов периода, составления календарно-плановых заданий цехам, участкам и т.д. Наиболее широкое применение получили следующие системы оперативно-производственного планирования:

1. *Показная схема* характерна для единичного производства. Планово-учетной единицей является заказ. Система основывается на разработке и соблюдении сквозных цикловых графиков технической подготовки каждого заказа к производству и его поэтапного выполнения, в увязке с цикловыми графиками по другим заказам.

2. *Система стадийного планирования по опережению* характеризуется распределением работ по сборке и выпуску разных изделий по отдельным плановым периодам, организацией изготовления соответствующих деталей и сборочных единиц для обеспечения сборки в каждом очередном плановом периоде с соблюдением календарного опережения между технологическими стадиями производства. Планово-учетной единицей этой системы является деталь, сборочная единица, применяется эта система при серийном производстве.

3. *Система планирования "на склад"* применяется при различных типах производства, чаще в серийном производстве, для деталей и сборочных единиц изделий, имеющих невысокую трудоемкость и небольшое количество технологических операций.

4. *Система планирования по ритму выпуска продукции* предусматривает выравнивание производительности участков, цехов, поточных линий предприятия по нормативному такту (ритму) выпуска продукции и применяется при массовом производстве.

5. *Комплектная система планирования* применяется в серийном производстве. Ее разновидностями являются комплектно-узловая и комплектно-групповая системы. В комплектно-узловой системе продукция имеет длительный производственный цикл изготовления и выпускается небольшими партиями. Комплектно-групповая система применяется при выпуске многодетальных изделий средними сериями.

Оперативно-календарное планирование осуществляется в общезаводском и цеховом масштабах, поэтому различают межцеховое и внутри цеховое планирование. При межцеховом оперативно-календарном планировании устанавливаются квартальные, месячные и внутримесячные оперативные задания для отдельных цехов, разрабатываются календарно -плановые нормативы и учитывается выполнение оперативных программ цехами. Внутрицеховое планирование обеспечивает разработку заданий для отдельных

участков, бригад рабочих мест цеха. Особенно важным этапом является составление сменно-суточных заданий по номенклатуре всех изделий цеха и объему их выпуска.

В настоящее время разработаны ППП для решения отдельных задач подсистемы. Модульный принцип их построения и функциональная избыточность позволяет набирать из них программное обеспечение для конкретного предприятия. Создание 11 IP предопределило возможность декомпозиции системы управления на отдельные элементы, одинаковые для различных систем.

Подсистема ТЭП имеет внешние связи с отраслевыми АСУ, территориальными, с АСУ предприятий смежников и др.

#### ***4.3.5. Подсистема «Управление реализацией и сбытом готовой продукции»***

Цель подсистемы - это комплексная автоматизация задач оперативного планирования, учета, контроля, анализа и регулирования процесса реализации готовой продукции, в том числе формирование, контроль и анализ графика отгрузки готовой продукции, анализ и регулирование портфеля заказов, анализ и регулирование запасов готовой продукции на складе и т.д. Как видно из цели, подсистема предназначена для оперативного управления сбытом продукции в соответствии с технико-экономическим планом, определенным портфелем договоров и заказов, пропускной способностью каналов сбыта, перечнем номенклатуры товаров и производственными возможностями.

Реализация готовой продукции потребителям является завершением производственного процесса, поэтому эффективное решение задач управления сбытом во многом определяется деятельностью предприятия. Под реализованной продукцией понимается продукция, оплаченная покупателем или сбытовой организацией.

Отдел сбыта предприятия в соответствии с полученными планами выпуска и реализации товарной продукции, а также заключенными договорами составляет планы отгрузки готовых изделий собственного производства; покупных изделий, поставляемых в комплекте с изделиями собственного производства и т.д. На основании сведений о готовности продукции, наличии ее на складах, сортности продукции составляется график ее отгрузки, оформляется необходимая документация и счета потребителям.

В соответствии с вышесказанным в подсистему включают следующие задачи:

1. Формирование плана поставок готовой продукции.
2. Оперативный контроль за формированием портфеля заказов.
3. Оперативный учет выполнения плана реализации и прибыли.
4. Прогнозирование сумм реализации и прибыли.
5. Оперативный учет выполнения плана отгрузки продукции.
6. Учет отгруженной и реализованной продукции.
7. Составление статистического отчета о выполнении плана поставок продукции.

Большая часть задач подсистемы решается методом прямого счета, поэтому их автоматизация снижает трудоемкость расчетов и повышает оперативность, дает возможность увеличить степень детализации исследуемых процессов, расширить круг рассматриваемых проблем управления сбытом. Часть задач решается с применением методов оптимизации, экономико-математических методов. Так, составление отгрузки является сложной комбинаторной задачей.

В типовые проектные решения помимо перечисленных задач входят задачи оперативного учета движения готовой продукции на складах.

Для улучшения процесса управления сбытом и реализацией готовой продукции рекомендуется: увеличение сверхнормативных запасов за счет своевременной и комплектной отгрузки готовой продукции, увеличение степени загрузки производственных мощностей, ликвидация убыточных и низко рентабельных заказов, уменьшение потерь от брака готовой продукции, повышение качества готовых изделий и т.д.

#### 4.3.6. Подсистема «Управление основным производством»

Цель подсистемы "Управление основным производством" - это обеспечение выполнения заказов на выпуск готовой продукции при полном и эффективном использовании оборудования, материальных, трудовых и финансовых ресурсов, максимальном сокращении длительности производственного цикла и объема незавершенного производства. Таким образом, в подсистеме решаются задачи оперативного планирования, учета и регулирования выполнения производственных заданий, которые последовательно формируются в соответствии с технологическим процессом обработки сырья, материалов, полуфабрикатов для изготовления готовой продукции. Решение этих задач предполагает разработку календарно-плановых нормативов, составление плановых заданий на различных уровнях, оперативный учет и анализ, диспетчерское регулирование производства. Выходные данные подсистемы учитываются при формировании и контроле заказов на закупку материалов и комплектующих изделий, а также в других подсистемах оперативного управления ресурсами.

Как видно из вышесказанного, в комплексе функций управления предприятием функция оперативного управления основным производством является главной.

Объектом оперативного управления является оборудование, производственный персонал, предметы труда.

Основные функции подсистемы - это оперативное планирование, оперативный учет и анализ, оперативное регулирование (диспетчеризация).

*Оперативное планирование* - это конкретизация плановых заданий, получаемых подсистемой оперативного управления основным производством от подсистемы ТЭП во времени (внутри определенного оперативно -планового периода), в пространстве (по цехам, участкам, рабочим местам) и с учетом специфических особенностей технологии и организации производства управляемого объекта (его составных частей). Методы реализации этой функции зависят от типа производства (серийное, массовое, единичное).

*Календарное планирование* основывается на календарно-плановых нормативах, к которым относятся размеры и ритмы партий деталей, сборочных единиц, длительность производственных циклов и т.п.

При централизованной системе планирования наибольшая часть плановой работы выполняется в заводском плановом органе, при децентрализованной системе - в цехах или на участках. В зависимости от принятой планово-учетной единицы различают следующие системы планирования:

- *поддетальную* - планирование ведется по детали каждого наименования;
- *комплектную* - планово-учетная единица представляет собой комплекты деталей, объединенных по тем или иным признакам;
- *показную* - планово-учетной единицей является заказ.

В условиях АСУП чаще всего используется централизованная поддетальная система.

*Оперативный учет и анализ* представляют собой учет и анализ хода основного производственного процесса, т.е. сбор, обработку и сопоставление определенного круга данных о текущем состоянии производственного процесса с некоторыми плановыми и нормативными величинами.

*Оперативное регулирование* - это выработка управляющих воздействий на основной производственный процесс при его отклонении от нормального хода.

*Оперативное управление* основным производством осуществляется на двух уровнях: межцехового и внутрицехового управления.

*Межцеховое оперативное управление* связано с планированием основной производственной деятельности цехов предприятия, их учетом и регулированием, исходя из производственных заданий. Объектом управления здесь являются цеха основного производства, комплектующие и промежуточные склады, экспедиторские и транспортные межцеховые службы. Управляющие элементы состоят из структурных подразделений заводского аппарата управления.

*Внутрицеховое оперативное управление* связано с планированием, учетом и регулированием основного производственного процесса в рамках цеха (участка). Объект управления здесь - это система вида человек-станок со всем набором необходимых для осуществления технических процессов предметов и средств труда. Управляющими элементами на внутрицеховом уровне являются аппарат линейного руководства цехом или складом, планово-диспетчерское бюро или плановая группа цеха, линейное руководство внутрицеховых подразделений т.п.

На верхнем уровне планирования решается задача формирования производственной программы предприятия, которая служит исходной информацией для решения задачи среднего уровня - распределение производственной программы по плановым периодам, результаты которой служат исходной информацией для решения многочисленных задач нижнего уровня, календарного планирования работы цехов и участков.

Задачи по расчету планов производства в АСУП являются сложными, и поэтому их автоматизация позволяет значительно сократить затраты управленческого труда на стадии производственного планирования. Следует отметить, что эти задачи поддаются типизации.

#### ***4.3.7. Подсистема «Управление материально-техническим снабжением»***

Цель подсистемы - оперативное обеспечение потребностей производства в материальных ресурсах при минимальных затратах на их приобретение, транспортировку и хранение.

Материально-техническое снабжение (МТС) - это совокупность операций по планированию потребностей в сырье, материалах, покупных полуфабрикатах и комплектующих изделий, получению и распределению их внутри предприятия, оперативному учету, анализу и регулированию движения материалов.

Для достижения цели необходимо предусмотреть: определение потребности в конкретных видах материалов для выпуска продукции, обеспечения производства и обоснования ее перед планирующими органами; заказы материалов по специфицированной номенклатуре в соответствии с выделенными фондами; получение и распределение материалов на предприятии в соответствии с заданными сроками; учет прихода, уровня запасов и расхода материалов; оперативный контроль за состоянием и использованием материалов на складах и в производстве.

План МТС разрабатывается на основе:

- производственной программы;
- нормативов и норм расхода сырья, материалов, полуфабрикатов, топлива, комплектующих изделий, инструментов;
- разработанных мероприятий по плану повышения эффективности производства (экономии ресурсов);
- плана капитального строительства;
- изменения остатков на начало и конец планируемого года;
- установленных и вновь налаживаемых прямых связей с предприятиями-поставщиками;
- цен на все виды МТС.

План МТС связан с другими разделами плана завода:

- планом выпуска - производственная программа;
- планом технического развития и повышения эффективности производства;
- планом по труду - обеспечение материалами и заготовками экономических видов, способствующих снижению себестоимости и трудоемкости;
- финансовым планом - изменение оборотных средств, определяющее финансовые показатели предприятия.

Объектом управления в МТС на предприятии являются потоки материалов, начинающие свое движение со склада предприятия, а также складские, транспортные и заготовительные операции.

Основными функциями подсистемы являются функции планирования, регулирования и учета.

Планирование обосновывает цели функционирования ОУ, регулирование осуществляет прямую связь системы управления с ОУ, а учет - обратную связь.

Основной метод планирования в подсистеме МТС - балансовый. МТС планируется в два этапа - расчет плана и составление заявки. Материальный баланс определяется в сводной номенклатуре в натуральном и денежном выражении. В основу системы учета положен нормативный метод.

Процесс движения материальных ресурсов подразделяется на стадии:

- отгрузка материалов со склада предприятия - поставщика;
- поступление материалов на склад предприятия - потребителя;
- поступление в производственное потребление;
- собственно производственное потребление.

Структура органов МТС представлена на рис. 4.11. МТС и отдел внешнего кооперирования состоит из оперативных секторов, осуществляющих обеспечение производства однородными группами материалов, сектора управления и материальных секторов. Плановые секторы этих отделов планируют текущие и перспективные потребности в материалах, распределение их внутри предприятия и корректируют планы снабжения на основе учетных данных.

Оперативные секторы дают заказ и организуют получение (реализацию фондов) материалов для предприятия. В функции материальных секторов входят организации приемки, хранения, выдачи материалов и учет их движения.

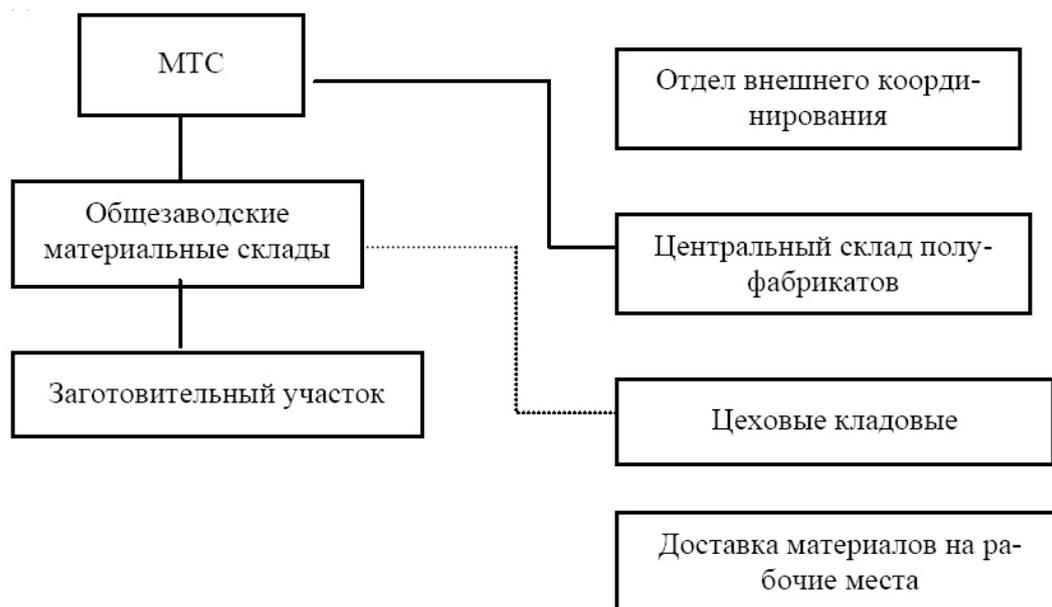


Рис. 4.11. Структура органов МТС:  
- административное подчинение, - функциональная связь

Оперативные секторы дают заказ и организуют получение (реализацию фондов) материалов для предприятия. В функции материальных секторов входят организации приемки, хранения, выдачи материалов и учет их движения.

Используемая в подсистеме МТС информация подразделяется на:

- текущую, которая определяет движение материалов;
- нормативную, которая, в свою очередь, подразделяется на первичную информацию - это норма расхода материалов на деталь, цена материала; вторичную информацию - это сводная информация, специфицированные нормы, сводные нормы расхода материалов на изделие;
- управляющую - расчет потребности в материалах, расчет стоимости материалов и

отчет об их движении.

Взаимосвязь подсистемы МТС с другими подсистемами осуществляется на основе постоянного обмена входящей и исходящей информации, использования единого информационного фонда и единой классификации справочных и группировочных показателей.

Основными задачами, решаемыми в подсистеме МТС, которые автоматизируются и оформлены в виде типовых проектных решений, являются следующие задачи:

1. Расчет специфицированной потребности в материалах на товарный выпуск.
2. Расчет специфицированной потребности в материалах для заказа.
3. Расчет лимитов материалов.
4. Расчет потребности материалов по сводной номенклатуре для заявок.
5. Оперативный учет реализации фондов.
6. Расчет специфицированной потребности в комплектующих изделиях для заказа.
7. Контроль за уровнем запасов материалов.
8. Учет обеспеченности материалами и комплектующими изделиями.
9. Расчет потребности в материалах в сводной номенклатуре для производства запчастей.
10. Учет неликвидов.
11. Статистическая отчетность.
12. Оперативный учет и анализ материалов и комплектующих изделий в производстве.
13. Оперативный учет и анализ материалов и комплектующих изделий на складе.

Основными принципами построения подсистемы МТС являются:

- 1) системный подход, который проявляется в комплексном решении задач в подсистеме;
- 2) возможность проведения много вариантных расчетов и оптимальный выбор наилучшего;
- 3) совместимость подсистемы с другими АСУ МТС более высокого уровня;
- 4) перспективность подсистемы, т.е. возможность учета новых требований к системе снабжения;
- 5) экономичность, т.е. минимум затрат, связанных с ее функционированием;
- 6) базирование подсистемы МТС на существующей организационной структуре системы снабжения с учетом необходимых и возможных изменений;
- 7) обеспечение органов снабжения всей необходимой информацией.

Результаты решения задач подсистемы используются в других подсистемах управления ресурсами и в подсистеме "Бухгалтерский учет".

#### ***4.3.8. Подсистема «Управление качеством продукции»***

В настоящее время большое значение имеет проблема качества продукции, диктуемая такими объективными факторами как:

- изменение структуры потребления, определяемой стремлением удовлетворить потребность населения товарами более высокого качества;
- экономической интеграцией, обуславливающей необходимость производства продукции на уровне мировых стандартов;
- конкурентоспособностью на мировом рынке.

Качество продукции - это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с их назначением. Экономическими рычагами механизма управления качеством являются прибыль, цена, кредит.

Повышение качества продукции обеспечивает значительный доход предприятия, увеличение объемов продукции, снижение удельных затрат мощностей на производство качественной продукции, улучшение условий труда производственных рабочих. Высокое качество продукции на предприятии достигается совершенствованием технологии,

улучшением организационно-технического обслуживания производства, повышением квалификации рабочих и ИТР благодаря обучению их прогрессивным формам и методам, улучшению качества продукции, рациональной организации сбора, обработки и анализа информации о качестве продукции, применению систем материального стимулирования, повышению ответственности за выпуск недоброкачественной продукции.

Номенклатура показателей качества включает такие показатели качества, как функциональные, ресурсосберегающие, охранные.

*Функциональные показатели* выражают те или иные потребительские свойства изделия, как технического эффекта, надежности, эргономичности, эстетичности. К *ресурсосберегающим показателям* относятся показатели технологичности, характеризующие конструктивные особенности изделия, изменение которых влияет на уровень затрат ресурсов на разработку и изготовление и позволяет оптимизировать эти затраты, а также ресурсоемкости. *Охранными показателями* являются экологичность и безопасность. Состав основных видов обеспечения качества продукции содержит группы факторов:

- технические - метрологические, технологические, конструктивные;
- экономические - финансовые, нормативные, материальные факторы;
- социальные - организационные, правовые, кадровые.

Комплексное использование всех этих факторов и их компонентов является основным условием успешного функционирования системы управления качеством продукции. Этот опыт обобщен в серии международных стандартов ИСО 9000, на основе которых издана серия отечественных стандартов ГОСТ 40.9000. В соответствии с этими стандартами существует тесная связь стадий жизненного цикла изделия и качества, что отражается в так называемой петле качества.

*Жизненный цикл изделия* - промежуток времени от разработки изделия до снятия его с производства и продажи. В маркетинге и логистике принято рассматривать след, стадии цикла.

1. Зарождение - разработка, конструирование, эксперименты, создание опытной партии, а также производственных мощностей.

2. Рост - начальная стадия, это появление изделия на рынке, формирование спроса, окончательная отладка конструкции с учетом эксплуатации опытной серии изделия.

3. Зрелость - стадия производства серийного или массового, наиболее широкой продажи.

4. Насыщение рынка.

5. Затухание продажи и производства изделия.

Основными составляющими жизненного цикла изделия являются следующие факторы:

- 1) маркетинговые исследования потребностей рынка;
- 2) генерация идей и их фильтрация;
- 3) техническая и экономическая экспертиза проекта;
- 4) научно-исследовательские работы по тематике изделия;
- 5) опытно-конструкторская работа;
- 6) пробный маркетинг;
- 7) подготовка производства изделия на заводе-изготовителе серийной продукции;
- 8) собственно производство и сбыт;
- 9) эксплуатация изделий;
- 10) утилизация изделий.

Основным содержанием целевых исследований в процессе управления жизненным циклом изделия является: анализ прогнозируемого состояния объектов, определение ожидаемых и фактических результатов, оценка приоритетности в решении локальных задач, выявление предпочтительных направлений использования ресурсов. Целесообразно в ходе управления жизненным циклом изделия опираться на систему контрольных точек цикла. На всех контрольных точках анализируются отклонения качественных и количественных параметров изделия от проектных значений по техническим и экономическим критериям, и затем вырабатываются соответствующие решения по критерию "эффект-затраты".

Длительности всех стадий жизненного цикла изделия коренным образом влияют на его экономическую эффективность. Особое значение имеет сокращение сроков научно-технической подготовки производства, в том числе и обеспечение определенной параллельности выполнения отдельных этапов. Для этого необходимо:

- 1) снизить до минимума все изменения, вносимые в изделие после передачи результатов от одного этапа к другому;
- 2) определить и реализовать рациональную параллельность работ, фаз, стадий цикла;
- 3) обеспечить сокращение затрат времени на выполнение отдельных этапов.

Решение первой задачи обеспечивается инженерно-техническими методами - стандартизация, унификация, обеспечение качества и надежности, применение САПР и т.д. Решение второй задачи осуществляется путем применения планово-координационных методов. Решение третьей задачи связано с первой и состоит в использовании организационных методов - развитие технического обеспечения, автоматизации, средств планирования, функционально-стоимостного анализа, опытного производства и т.д. Практически в большинстве контрольных точек жизненного цикла обеспечение и оценка качества изделия - одна из первоочередных задач. Поскольку качество определяет эффективность изделия и уровень рыночной цены на него, то огромное значение приобретает комплексный подход к обеспечению качества.

Под уровнем качества изделия понимаются относительные характеристики качества по сравнению с совокупностью базовых показателей, в качестве которых используются показатели перспективных образцов, аналогов и стандартов. Типовая схема оценки уровня качества изделия приведена на рис. 4.12, а петля качества изображена на рис. 4.13.

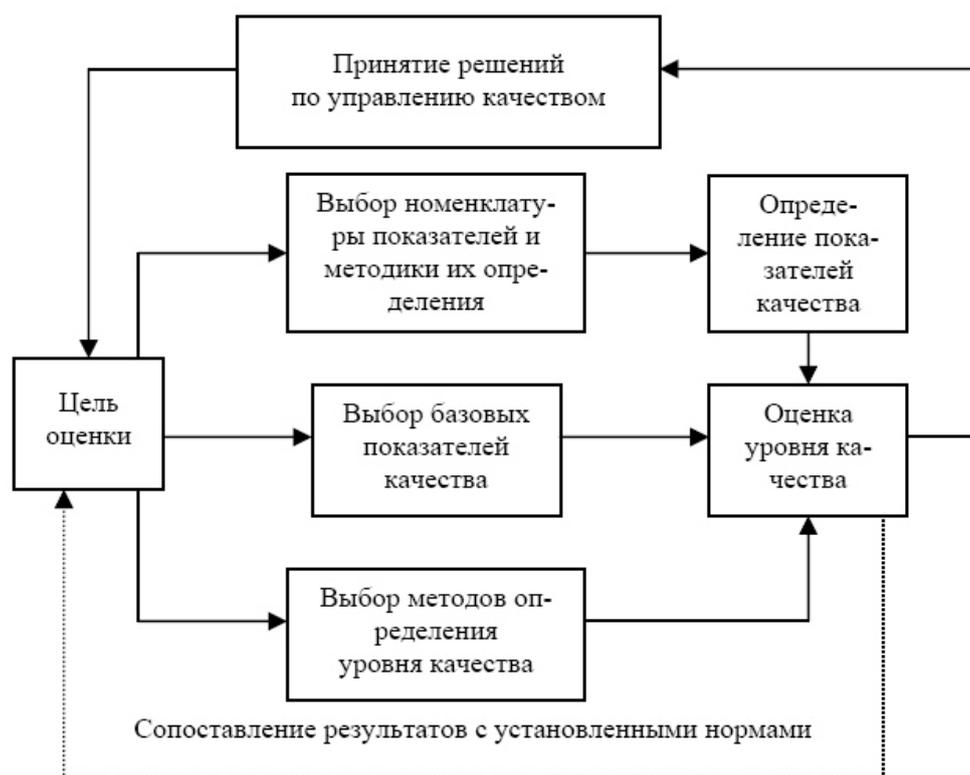


Рис. 4.12. Схема оценки уровня качества изделий

Эти показатели определяют основные направления влияния на качество продукции, которые находят отражение в различных системах управления качеством продукции (УКП).

Цель подсистемы - это автоматизация задач оперативного планирования, регулирования, учета и анализа качества продукции. В подсистеме решаются задачи оперативного планирования объема выпуска продукции по категориям качества, расчета оптимальных значений показателей качества, диагностики показателей качества и

надежности изделий, оперативного учета брака, рекламаций и претензий к качеству, оперативного учета качества труда работников.



Рис. 4.13. Жизненный цикл продукции

Система УКП возникли и развиваются вследствие выделения из управленческих функций специальных работ по контролю качества изделий. Они прошли в своем развитии несколько стадий таких, как:

- система бездефектного изготовления продукции;
- система бездефектного труда;
- комплексная система УПК.

Функции последней подсистемы представлены в табл. 4.1. Показатели качества представлены на рис. 4.14.

Организационной основой построения подсистемы УКП является разграничение функций управления качеством служб, определенных выше для комплексной системы УКП, методологической основой здесь служат стандарты предприятия.

Структурная программа УКП состоит из функциональных и обеспечивающих элементов.

Функциональные элементы учитывают функции процесса управления качеством (планирование, учет и контроль, анализ, регулирование), а обеспечивающие элементы представляют комплекс информационного, технического, математического обеспечения для решения задач подсистемы.

## Функции комплексной системы УПК

| Службы                          | Содержание функций   |
|---------------------------------|--|
| Отдел управления                | Разработка структуры комплексной системы УПК. Разработка мероприятий по ее внедрению. Разработка элементов обеспечения системы.  |
| Отдел метрологии стандартизации | Разработка и внедрение стандартов продукции. Контроль работы метрологической аппаратуры. Контроль конструкторской и технологической документации, их унификация.                     |
| Отдел главного конструктора     | Изучение конкурентоспособности. Проектирование изделий повышенного качества. Разработка требований к унификации конструкторских документов. Повышение качества ведения документации. |
| Отдел главного технолога        | Разработка рациональных технологических процессов, новых машин, узлов. Разработка требований к унификации технологической оснастки. Повышение качества ведения документации.         |
| Служба надежности               | Разработка показателей надежности, методов ее оценивания и анализа по результатам эксплуатации.  |
| Отдел технического контроля     | Контроль сырья, материалов, готовой продукции. Контроль за работой оборудования. Учет и анализ брака.  |
| Отдел труда и зарплаты          | Разработка систем материального стимулирования за высококачественную продукцию.  |



Рис. 4.14. Показатели качества продукции

Особенностью такой системы управления качеством является то, что она становится функцией управления, охвата, носящей все виды деятельности предприятия, включая анализ конъюнктуры рынка, транспортировки, хранения, обслуживания готовой продукции.

Практика показала целесообразность поэтапного внедрения задач в составе нескольких очередей, исходя из того, что задачи имеют различную трудоемкость и степень влияния на показатели работы предприятия. Для первой очереди выбирают задачи, обеспечивающие существенный экономический эффект при относительно невысокой трудоемкости проектных работ.

Подсистема УКП в объеме первой очереди АСУП представляет собой информационно-справочную систему с выдачей информации по запросу. Это, как правило, задачи, реализующие функции учета, контроля и анализа. При разработке системы управления качеством продукции применяются стандарты и решаются следующие вопросы:

- определение направлений и масштабов работ;
- установление и разграничение ответственности каждого подразделения за обеспечение необходимого уровня качества продукции;
- объединение, координация трудовых и материальных ресурсов с использованием нормативно-технических и методических документов.

Главным направлением в области информационного обеспечения системы управления качеством продукции является создание документации по следующим разделам:

- обеспечение высокого качества и надежности;
- использование аналитических и экспериментальных методов контроля, оценки качества и надежности;
- регламентация справочных данных и содержания работ;
- аттестация качества.

Управляющие воздействия, направленные на повышение качества продукции, формируются на основе изучения информации о фактическом уровне качества, потребностях и возможностях производства.

Для решения поставленных задач необходима информация из подсистем управления сбытом, материально-технического снабжения, управления основным и вспомогательным производствами. Результаты решения поступают в подсистему "Бухгалтерский учет и анализ хозяйственной деятельности".

#### ***4.3.9. Подсистема «Управление вспомогательным производством»***

Цель подсистемы - это автоматизация трудоемких расчетов по оперативному планированию и регулированию в инструментальном и ремонтном производстве и транспортном хозяйстве. Деятельность вспомогательных служб предприятия планируется и регулируется на основе потребностей основного производства, материально-технического снабжения и сбыта.

#### ***4.3.10. Подсистема «Управление кадрами»***

Подсистема предназначена для реализации функций оперативного планирования и учета личного состава, учета и функционального анализа движения кадров, повышения квалификации кадров и т.д. Она имеет двухсторонние связи со всеми подсистемами оперативного управления ресурсами. Выходные данные этой подсистемы используются в подсистеме "Бухгалтерский учет" при учете труда и заработной платы.

#### ***4.3.11. Подсистема «Бухгалтерский учет и анализ хозяйственной деятельности»***

В условиях рыночной экономики благополучие предприятия всецело зависит от эффективности управления. Качественное управление требует полной, достоверной и своевременно полученной информации. Бухгалтерия находится на стыке информационных потоков разных подразделений, и практически только она может формировать информацию

о реальном финансовом состоянии предприятия. Аккумуляция информационных потоков в бухгалтерии закономерно приводит к тому, что здесь отражается полный спектр финансово-экономической функции предприятия.

В соответствии с вышесказанным бухгалтерский учет является одной из важнейших функций управленческой деятельности предприятия. К задачам бухгалтерского учета относятся следующие задачи:

- проверка выполнения хозяйственного плана;
- контроль за мерой труда и его оплатой;
- внедрение и укрепление хозяйственного расчета;
- проведение режима экономии.

Бухгалтерский учет представляет информацию о фактическом состоянии объекта управления и внешней среды, по объему обрабатываемой информации он занимает ведущее место во всей системе управления предприятия.

Бухгалтерская информационная система является основой экономической информационной системы, в которой хронологически и систематически накапливаются и обрабатываются данные, связанные с учетом, контролем, планированием, анализом и регулированием.

Разработка методологии и технологии бухгалтерской деятельности предприятия требует единой системы обработки экономической информации и непосредственно связана с формированием учетной политики предприятия. Использование персональных компьютеров для автоматизации бухгалтерского учета является важной составной частью системы информационного обеспечения всей деятельности предприятия.

В настоящее время существует две принципиально разные технологии компьютеризации бухгалтерского учета.

Первая технология заключается в том, что между формулированием постановки задачи, разработкой технического проекта и его внедрением возникают паузы, этапы выполняются разными специалистами, в результате чего возникают ошибки, переходящие с этапа на этап.

Вторая технология является более продуктивной, она предполагает создание бригады, которая ведет разработку от начала до внедрения.

Сам по себе бухгалтерский учет состоит из множества рутинных операций, связанных с многократным выполнением одних и тех же арифметических действий, подготовкой разнообразных по форме отчетных и платежных документов и переносом данных из одних документов в другие. Несмотря на кажущуюся простоту автоматизации бухгалтерской деятельности, получить удобное решение для неискушенного в применении компьютеров человека не так-то легко. Кроме того, определенную трудность представляют постоянные изменения требований, предъявляемых к бухгалтерскому учету, что увеличивает потребность в гибких, быстро адаптируемых программных комплексах.

Безусловно, компьютерная программа не может заменить грамотного бухгалтера, но она позволяет сэкономить его время и силы за счет автоматизации рутинных операций, найти арифметические ошибки в учете и отчетности, оценить текущее финансовое положение предприятия и его перспективы. Также автоматизированные системы бухгалтерского учета способны подготовить и сохранить в электронном виде первичные и отчетные документы, бланки часто повторяющихся форм с уже сформированными реквизитами предприятия.

Разработка подсистемы начинается с подготовительных мероприятий, в которых проводится разъяснение сущности автоматизации учетных работ, заключение договора с проектной организацией, знакомство с работой бухгалтерии в общих чертах. После этого начинается обследование объекта автоматизации, в результате которого должно быть выявлено: объем вычислительных работ, технологический процесс ведения учета, структура аппарата бухгалтерии, оборот каждого вида первичных документов, перечень используемых классификаторов, группировочные и отчетные регистры. Для того чтобы перевод бухгалтерии на компьютер был эффективен и дал хорошие результаты, следует учесть следующие аспекты:

- правильно выбрать время и оценить сроки реализации;
- особое внимание уделить подготовке персонала;
- реально оценить возможности сотрудников и готовность автоматизируемых участков;
- организовать четкое взаимодействие всех автоматизируемых участков и распределение функций по сотрудникам.

Систематизация данных обследования и их анализ позволяют наметить основные положения проекта.

По назначению проекты разделяются на типовые и индивидуальные. Типовые проекты предназначены для предприятий и организаций, однородных по своей деятельности и где возможна одинаковая организация учета. Индивидуальные проекты разрабатываются непосредственно на предприятии или в хозяйственной организации применительно к конкретному участку.

Проект автоматизации бухгалтерского учета должен охватывать все участки учета, его основная часть содержит описание классификаторов, учетно-плановых и других номенклатур, форм первичных документов, форм накопительных и отчетных сводок и их назначение.

Первичные документы должны содержать следующие обязательные реквизиты:

- 1) наименование документа;
- 2) дату его составления;
- 3) наименование организации, от имени которой составлен документ;
- 4) содержание хозяйственной операции;
- 5) измерители хозяйственной операции в натуральном и денежном выражении;
- 6) наименование должностных лиц, ответственных за совершение хозяйственной операции правильности ее оформления;
- 7) личные подписи указанных лиц.

Бухгалтерские информационные системы классифицируют по:

- характеру решаемых на предприятии задач и его деятельности;
- уровням управления;
- видам собственности.

Кроме того, в качестве классификационного признака рассматривают количество использования в финансово-бухгалтерском подразделении компьютерной техники, состав решаемых задач, затраты на содержание обслуживания участков учета.

Основными операционными системами являются Window и Unix.

В настоящее время бухгалтерские информационные системы подразделяются по своим основным функциям:

- 1) для финансового учета и формирования бухгалтерской отчетности в малых предприятиях;
- 2) для финансового и производственного учета в малых предприятиях;
- 3) для сводного и производственного учета в крупных и средних предприятиях.

Программные продукты первых двух групп предназначены для малых предприятий, для которых характерны небольшие объемы работ по ведению бухгалтерского учета. Здесь основной объем работ приходится на финансовый учет. Программные продукты второй группы представляют собой автоматизированный офис для бухгалтерии малого предприятия. Программные продукты третьей группы предназначены для предприятий крупного и среднего бизнеса и включают полный комплекс программ для финансового и производственного учета и отдельные программные решения для различных участков учета.

Современный рынок программного обеспечения характеризуется значительным количеством бухгалтерских информационных систем.

Мини-бухгалтерии ориентированы на малый бизнес (малые предприятия) и рассчитаны для одной ПЭВМ. Интегрированные системы бухгалтерского учета обеспечивают ведение всех основных учетных функций и разделов, реализованных обычно в рамках единого АРМ, который предназначен для небольших бухгалтерий, хотя используется на средних и даже крупных предприятиях.

Комплексы функциональных бухгалтерских автоматизированных рабочих мест состоят из отдельных, функционально законченных и взаимосвязанных АРМ, соответствующих основным разделам бухгалтерского учета, достаточно полно и глубоко отражающих их специфику и рассчитанных главным образом на бухгалтерии средних и крупных предприятий.

Характерной чертой комплексов АРМ является модульная структура построения, которая предполагает наличие узлов связи между самостоятельно функционирующими частями. Центральным связующим узлом, как правило, является АРМ, обеспечивающий ведение сводного аналитического и синтетического учета и отчетности, базирующийся на едином журнале хозяйственных операций.

Западные информационные системы бухгалтерского учета в России не получили широкого распространения.

#### **4.4. Системы автоматизированного проектирования**

Наиболее интересным и многообещающим компонентом ИАСУ является система автоматизированного проектирования (САПР), целью которой является повышение качества, снижение материальных затрат, сокращение сроков проектирования, повышение производительности труда.

Для автоматизированного проектирования характерно систематическое использование ЭВМ при рациональном распределении функций между человеком и ЭВМ. Предметом автоматизации проектирования являются формализация проектных процедур, структурирование и типизация процессов проектирования; постановки, модели, методы и алгоритмы решения проектных задач; способы построения технических средств, создания языков, описания программ, банков данных, а также вопросы их объединения в единую проектирующую систему.

Для создания САПР необходимы:

- совершенствование проектирования на основе применения математических методов и средств вычислительной техники;
- автоматизация процесса поиска, обработки и выдачи информации;
- использование методов оптимизации и многовариантного проектирования, применение эффективных математических моделей проектируемых объектов, комплектующих изделий и материалов;
- создание банка данных, содержащих систематизированные сведения справочного характера, необходимые для автоматизированного проектирования объектов;
- повышение качества оформления проектной документации;
- увеличение творческой доли труда проектировщиков за счет автоматизации нетворческих работ;
- унификация и стандартизация методов проектирования;
- подготовка и переподготовка специалистов в области САПР;
- взаимодействие проектных подразделений с автоматизированными системами различного уровня и на значения.

Математические модели, используемые в САПР должны удовлетворять требованиям универсальности, адекватности, точности и экономичности.

САПР объединяет технические средства, математическое и программное обеспечения, параметры и характеристики которых выбирают с максимальным учетом особенностей задач инженерного проектирования и конструирования. В САПР обеспечивается удобство использования программ за счет применения средств оперативной связи инженера с ЭВМ, специальных проблемно-ориентированных языков и информационно-справочной базы.

Основная функция САПР - выполнение автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей. При создании САПР руководствуются принципами системного единства, совместимости, типизации, развития.

*САПР - это человеко-машинная система.* В ней важную роль играет человек, разрабатывающий проект, он решает задачи, формализация которых не достигнута, и задачи на основе его эвристических способностей, причем более эффективно, чем на современных ЭВМ. Одним из принципов построения и эксплуатации САПР является тесное взаимодействие человека и ЭВМ в процессе проектирования.

*САПР представляет собой иерархическую систему,* она реализует комплексный подход в автоматизации всех уровней проектирования. Иерархия уровней проектирования отражается в структуре специального программного обеспечения (ПО) САПР в виде иерархии информационно-согласованных подсистем.

*САПР - это открытая развивающаяся система,* специализированная система с максимальным использованием унифицированных модулей. Необходимым условием унификации является поиск общих положений в моделировании, анализе и синтезе разнородных технических объектов. При введении САПР в эксплуатацию экономически выгодно вводить постепенно отдельные части системы по мере их готовности, расширяя базовый вариант таким образом.

*САПР - это совокупность информационно-согласованных подсистем.* Информационная согласованность означает, что все или большинство последовательностей задач проектирования обслуживается информационно-согласованными программами.

*САПР - специализированная система с максимальным использованием унифицированных модулей.* Высокая эффективность САПР достигается за счет специализации систем, но при этом растет их число. Необходимым условием унификации является поиск общих положений в моделировании, анализе и синтезе разнородных технических объектов.

#### **4.4.1. Состав и структура САПР**

Составными структурными частями САПР являются подсистемы, в которых при помощи специализированных комплексов средств решаются функционально законченные последовательности задач. Все подсистемы подразделяются на проектирующие и обслуживающие:

1. *Проектирующие подсистемы,* имеющие объектную ориентацию и реализующие определенный этап проектирования. К этим подсистемам относятся подсистемы эскизного проектирования изделий, проектирования корпусных деталей, проектирования технологических процессов.

2. *Обслуживающие подсистемы,* имеющие общесистемное применение и обеспечивающие поддержку функционирования проектирующих подсистем, а также оформление, передачу и вывод полученных результатов. Примерами таких подсистем являются подсистемы: автоматизированный банк данных, документирование, графический ввод-вывод.

Системное единство САПР обеспечивается наличием комплекса взаимосвязанных моделей, определяющих объект проектирования в целом, а также комплексом системных интерфейсов, осуществляющих заданную взаимосвязь.

Формирование и использование моделей объекта проектирования в прикладных задачах осуществляется комплексом средств автоматизированного проектирования (КСАП). Структурными частями КСАП являются различные комплексы средств, а также компоненты организационного обеспечения.

Виды комплексов средств и компонентов САПР представлены на рис. 4.15.

Комплексы средств подразделяются на комплексы средств одного вида обеспечения - технического, информационного, программного и комбинированные.

*Программно-методический комплекс (ПМК)* представляет собой взаимосвязанную совокупность компонентов программного, информационного и методического обеспечения, необходимую для получения законченного проектного решения по объекту проектирования или выполнения унифицированных процедур. В зависимости от назначения ПМК подразделяются на общесистемные, базовые, проблемно-ориентированные.

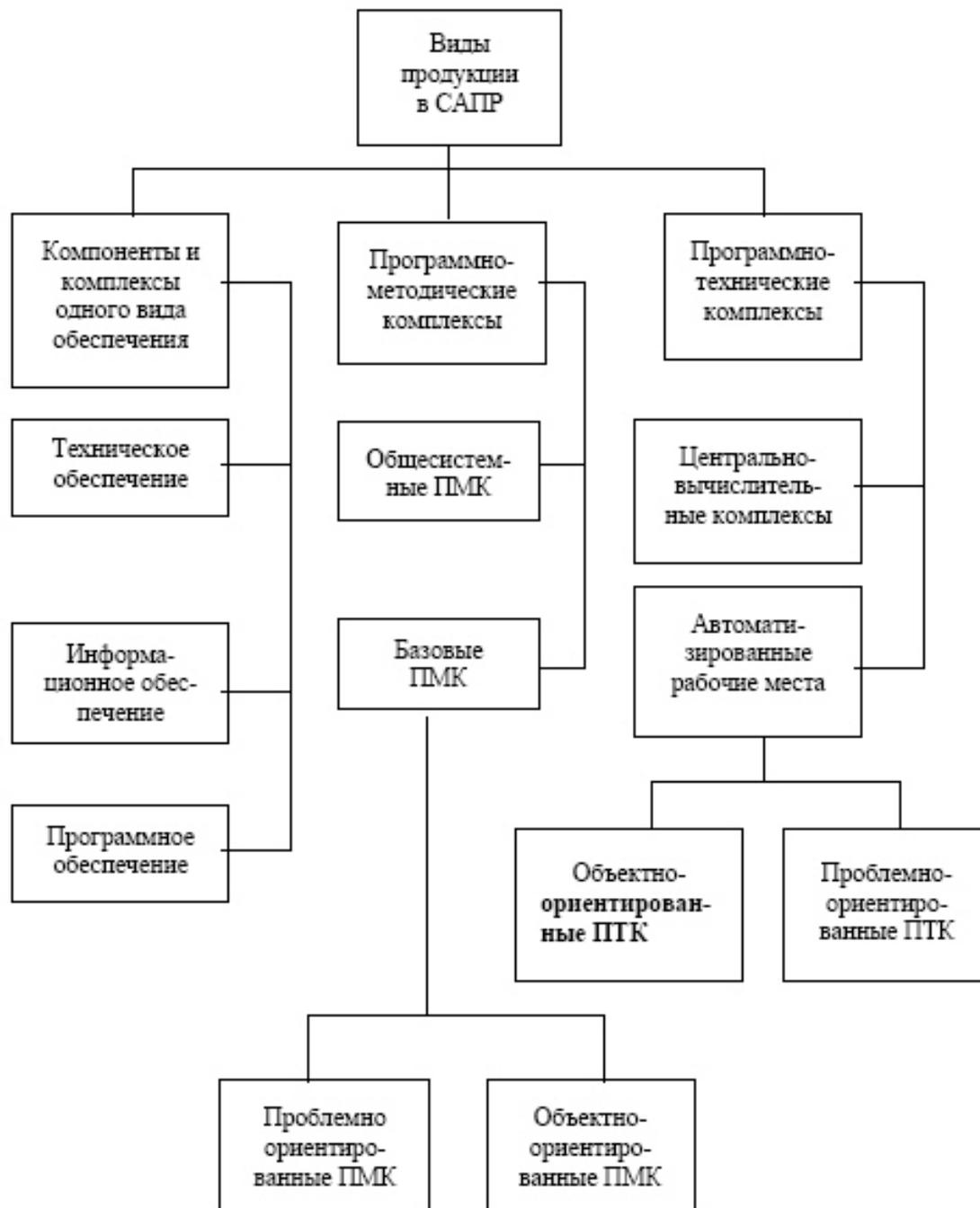


Рис. 4.15. Виды комплексов и компонентов САПР

Программно-технический комплекс (ПТК) представляет собой взаимосвязанную совокупность ПМК с комплексами и компонентами технического обеспечения. В зависимости от назначения ПТК различают: автоматизированные рабочие места (АРМ); центральные вычислительные комплексы (ЦВК).

Комплексы средств могут объединять свои вычислительные и информационные ресурсы, образуя локальные вычислительные сети подсистем или системы в целом.

Эффективное функционирование КСАП достигается за счет взаимосогласованной разработки компонентов, входящих в состав комплексов средств.

Общесистемные ПМК, включающие в себя программное, информационное, методическое и другие виды обеспечения, предназначены для выполнения унифицированных процедур по управлению, контролю, планированию вычислительного процесса. Они подразделяются на мониторные системы управления функционированием технических средств, информационно-поисковые системы, системы управления базами данных, программно-методические комплексы машинной графики. Базовые проблемно-

методические комплексы подразделяются на проблемно-ориентированные, предназначенных для автоматизированного упорядочения исходных данных, требований и ограничений к объекту проектирования в целом или к сборочным единицам, выбора физического принципа действия объекта проектирования, выбора технических решений и выбора структуры объекта проектирования, и объектно-ориентированные, отражающие особенности объектов проектирования, как совокупной предметной области.

#### **4.4.2. Классификация САПР**

Систему автоматизированного проектирования характеризуют следующие признаки: тип, разновидность, сложность объекта проектирования, уровень, комплексность автоматизации проектирования, характер, число выпускаемых проектных документов, число уровней в структуре технического обеспечения САПР.

Конкретная САПР должна быть оценена по всем перечисленным признакам. В связи с этим предлагается следующая классификация САПР:

1. Тип объекта проектирования:

- САПР изделий машиностроения;
- САПР изделий приборостроения;
- САПР технологических процессов в машино- и приборостроении;
- САПР объектов строительства;
- САПР технологических процессов в строительстве;
- САПР программных изделий;
- САПР организационных систем;
- группы, предназначенные для выделения и кодирования САПР, не относящихся к перечисленным группировкам.

2. Разновидность объектов проектирования: указание объектов проектирования и их кодирования в соответствии с действующими в каждой отрасли промышленности системами обозначения документации на объекты, проектируемые системой.

3. Сложность объекта проектирования:

- простые объекты с числом составных частей до 102;
- объекты средней сложности (102 - 103);
- сложные объекты (103 - 104);
- очень сложные объекты (104 - 106);
- объекты очень высокой сложности (свыше 106).

Составная часть объекта проектирования - это деталь, в технологическом процессе составную часть выделить сложно, это могут быть, например, элементарные технологические операции.

4. Уровень автоматизации проектирования:

- низко автоматизированное проектирование - до 25 % проектных процедур;
- средне автоматизированное проектирование - 25... 50 % проектных процедур;
- высоко автоматизированное проектирование - свыше 50 % проектных процедур.

5. Комплексность автоматизации проектирования:

- одноэтапные;
- многоэтапные;
- комплексные.

6. Характер выпускаемых проектных документов:

- на бумажной ленте и (или) листе;
- на машинных носителях;
- на фотоносителях;
- комбинированные.

7. Число выпускаемых проектных документов:

- малая производительность;
- средняя производительность;

- высокая производительность.
8. Число уровней в структуре технического обеспечения:
- одноуровневые;
  - двухуровневые;
  - трехуровневые.

На основе предложенной классификации САПР решают следующие основные задачи:

- 1) формирование укрупненного формализованного описания САПР по совокупности установленных признаков классификации;
- 2) обозначение САПР, создаваемых в организациях отраслей промышленности и в строительстве;
- 3) планирование повышения уровня автоматизации проектирования и других показателей САПР;
- 4) задание условий для разработки технически обоснованных норм обеспечения процесса создания, функционирования и развития САПР специалистами, техническими средствами, энергией, информацией, финансовыми и другими ресурсами.

#### ***4.4.3. Взаимодействие САПР с другими автоматизированными системами***

В условиях реального производства все виды систем автоматизации (СА) в той или иной степени должны взаимодействовать друг с другом, а САПР непосредственно с АСНИ, АС ТПП, АСУП. Взаимодействие этих систем осуществляется путем обмена информацией.

От АСУП все системы автоматизации получают управляющую информацию планового характера, а также информацию о фактическом наличии плановых ресурсов. В свою очередь, СА направляет в АСУ, данные о выполнении плановых заданий, о потребности в различных ресурсах. Из АСНИ и АСТПП поступает информация о технических требованиях к проектируемому объекту, важных технических и конструкторских решениях, выработанных в результате математического моделирования объектов.

Сложные и трудоемкие расчеты, осуществляемые на стадии исследовательского проектирования, во многих случаях целесообразно выполнять на основе исследовательской модели объекта и формировать данные о проектируемом объекте для последующих проектных работ на вычислительной технике в виде матриц коэффициентов и математических зависимостей, или в виде численных значений соответствующих параметров. Более эффективно осуществлять расчеты в виде полной математической модели объекта, которую можно детализировать, уточнять и развивать. С точки зрения эффективности автоматизации создание модели объекта и ее использование при проектировании должны быть объединены. В ходе проектирования могут появиться решения, которые следует вновь проверить на исходной модели и подтвердить дополнительными расчетами. В этом случае такие решения из САПР необходимо передать обратно в АСНИ.

Системная интеграция разработки и производства изделий на основе единых математических моделей позволит в рамках крупных предприятий объединить автоматизированные системы научных исследований, системы автоматизированного проектирования, автоматизированные технологические комплексы и общий банк данных АСУП в интегрированную автоматизированную систему. В ряде случаев это позволит обойтись без выпуска традиционной проектно-конструкторской документации.

Наибольший эффект дает автоматизация проектирования сложных объектов, включая начальные стадии проектирования. Принимаемые на этих стадиях проектные решения наиболее важны, так как качественное решение дает наибольший эффект, упрощая дальнейшую работу и улучшая характеристику будущего изделия.

Другим важным направлением развития автоматизации проектирования является развитие и совершенствование методов оптимизационного проектирования, совершенствование технологии автоматизированного проектирования.

Интеграция СА потребует существенного расширения состава баз данных и объединения их в единую базу интегрированной системы, а также создания отраслевых и межотраслевых банков данных нормативно-технической, технико-экономической и научно-технической информации. Кроме того, потребуется создание многоуровневых вычислительных систем коллективного пользования, унификация структур передаваемых массивов информации; развитие операционных систем и дополнение прикладного программного обеспечения многочисленными интерфейсами для сопряжения с новыми подсистемами.

Развитие и совершенствование методов оптимизационного проектирования требует разработки новых математических методов, соответствующего ППО и увеличения производительности вычислительного комплекса САПР.

Развитие автоматизации, собственно, конструирования ведет, прежде всего, к развитию в САПР средств обработки геометрической информации.

Совершенствование технологии автоматизированного проектирования влечет за собой изменение деления проектирования на стадии и перераспределение проектных работ между стадиями. Решение общих вопросов должно осуществляться на ранних стадиях, работы по оформлению проектных решений - на заключительной стадии. Режим работы проектировщика полностью интерактивен, основным рабочим инструментом является ПЭВМ. Языки общения проектировщиков с системой должны быть максимально приближены к естественному языку, возможен переход к устному общению. Все промежуточные проектные решения сохраняются.

Совершенствование технологии проектирования потребует существенного изменения состава технических средств САПР, программного и организационного обеспечения. Развитие САПР отражается на содержании автоматизируемых проектных работ. Наиболее совершенные САПР будут автоматизировать все проектные операции, за исключением принятия решений, согласования их с исполнителями, составления пояснительных записок и тому подобных работ. В ряде случаев система сама будет формировать решение, и проектировщику остается только согласиться с ним или потребовать переработки части проекта.

#### **4.4.4. Современные САПР**

В настоящее время в мире наиболее широкое применение получают следующие виды САПР:

- *однопроцессорные системы*, в которых центральный процессор обеспечивает обслуживание всех задач пользователей при едином банке данных;
- *мультипроцессорные системы*, в которых взаимодействие пользователей осуществляется через общую память и банк данных;
- *распределенные системы*, в которых наряду с центральным процессором (базовой ЭВМ) и общим банком данных используются периферийные процессоры, обслуживающие отдельных разработчиков или их групп (АРМ).

Кроме базовых ЭВМ, САПР комплектуются большим количеством периферийных устройств: устройствами ввода, отображения и редактирования символьной и графической информации; устройствами, предназначенными для автоматической подготовки и вывода технической документации; автоматизированными контрольно-диагностическими системами, управляемыми программами САПР.

Для САПР выпускаются автоматизированные рабочие места (АРМ) трех семейств:

- 1) *супер АРМ*, предназначенные для решения сложных проектных задач в автономном режиме, содержащие пакеты прикладных программ и специальные графические процессоры;
- 2) *средние АРМ*, предназначенные для решения проектных задач средней сложности в автономном режиме в составе двухуровневой САПР. Они имеют графические процессоры, пакеты прикладных программ, инвариантны к различным видам объектов проектирования, на них решаются также типовые проектные задачи;

3) *микро АРМ*, предназначенные для решения простых задач в автономном режиме, а также в составе технических средств двухуровневой САПР. Они укомплектованы инвариантными пакетами программ для решения типовых проектных решений.

В последние годы широкое применение получили САПР управляющих программ (УП). Различают *универсальные и специализированные* САПР УП. Первые обеспечивают единство подхода и требований при подготовке УП для различных групп или типов оборудования, например, станков с автоматизацией сложных геометрических, а в ряде случаев и технологических расчетов. Специализированные САПР применяются для решения узко специализированных задач (обработка кулачков, печатных плат и др.) и имеют ряд преимуществ по сравнению с универсальными. Они просты в эксплуатации, значительно снижают стоимость разработки за счет сокращения объема системы, ограниченного условиями конкретной задачи, расширяют возможности принятия технологических решений и оптимизации их выбора при наиболее полном использовании вычислительной техники.

Важным аспектом развития систем автоматизированного проектирования является ориентация на перспективные технологические процессы, в том числе на использование лазерной технологии и робототехнических комплексов, которые без САПР попросту не появились бы.

Практика подтверждает высокую экономическую эффективность систем автоматизированного проектирования, их влияние на повышение технологического уровня производства в целом. Естественно, что высокой результативностью отличаются САПР, созданные с учетом новейших достижений научно-технического прогресса.

Экономия от внедрения САПР образуется как при проектировании изделий (процессов), так и при их изготовлении (внедрении). Основными факторами экономии при проектировании изделий и разработке процессов являются:

- снижение затрат на проектирование в связи с сокращением сроков технической подготовки и ростом производительности труда проектировщиков;
- повышение качества проектирования в результате улучшения технико-эксплуатационных характеристик изделий, параметров процесса, уменьшения ошибок в технической документации.

Наибольший эффект от применения систем автоматизированного проектирования следует ожидать при комплексной автоматизации всех процессов создания документов на изделия.

При интеграции САПР с другими автоматизированными системами, например с АСУ ТП, эффект может быть особенно значительным в случае использования в этих системах автоматизированных и автоматических линий, станков, установок, агрегатов и т.д.

Создание САПР - важный фактор социального прогресса, повышающий качество конечного продукта, улучшающий использование оборудования, сокращающий материальные затраты и численность персонала низкой квалификации.

#### **4.5. Автоматизированная система технологической подготовки производства**

В настоящее время автоматизированная система технологической подготовки производства (АС ТПП) выделяется в виде самостоятельной компоненты ИАСУ, хотя совсем недавно ее рассматривали как подсистему АСУП.

##### ***4.5.1. Понятие системы технологической подготовки производства***

Уровень научно-технологической подготовки производства определяет эффективность изготовления продукции основным производством, обуславливает возможность ритмичности ее выпуска с заданными потребительскими свойствами.

Решение экономических, социальных и других задач предприятия непосредственно связано с быстрым техническим прогрессом производства и использования его достижений во всех областях хозяйственной деятельности. На предприятии он осуществляется тем эффективнее, чем совершеннее на нем техническая подготовка производства, под которой

понимается комплекс конструкторских, технологических и организационных мероприятий, обеспечивающих разработку и освоение производства новых видов продукции, а также совершенствование выпускаемых изделий. Запуск в производство изделий, прошедших полную техническую подготовку, позволяет добиться высокой рентабельности их выпуска уже через 1 - 3 года. Производство изделий без надлежащей технической подготовки удлинит сроки освоения. В этом случае рентабельный период сокращается, так как наступает моральное старение продукции, падение спроса на нее и зачастую снижение цены.

В настоящее время существует следующее определение технической подготовки производства: *техническая подготовка производства - это комплекс нормативно-технических мероприятий, регламентирующих конструкторскую, технологическую подготовку производства и систему постановки продукции на производство.*

Таким образом, на промышленном предприятии техническая подготовка производства (ТПП) представляет собой совокупность работ по проектированию и освоению производства новых и совершенствованию конструкций выпускаемых изделий и технологических процессов их изготовления. К ТПП относят также выявление потребности в материалах, полуфабрикатах, дополнительном оборудовании, составление сметы расходов на ТПП и плановой калькуляции на новое изделие и т.д.

Основными задачами технической подготовки производства являются:

- 1) формирование прогрессивной технической политики, направленной на создание более совершенных видов продукции и технологических процессов ее изготовления;
- 2) создание условий для высокопроизводительной, ритмичной и рентабельной работы предприятия;
- 3) последовательное сокращение длительности технической подготовки производства, ее трудоемкости и стоимости при одновременном повышении качества всех видов работ.

К основным функциям ТПП относятся:

- 1) подготовка производства вновь осваиваемых или модернизируемых изделий;
- 2) перспективное развитие предприятия, обеспечивающее технический прогресс и повышение эффективности производства.

Эти функции реализуются на предприятии соответствующими функциональными подразделениями, выполняющими замкнутый цикл работ, координацию которых осуществляет главный инженер.

Процесс технической подготовки подразделяется на научно-исследовательские, конструкторские и технологические работы, на работу по организации, экономике, материально-технического снабжения, обеспечения производства и подготовке кадров. Назначение исследовательских работ - это проведение прикладных исследований, экспериментирование, изучение возможностей использования новых конструкторских решений, материалов, технологических процессов, прогнозирование спроса на продукцию и т.д. Конструкторские работы охватывают все виды работ по разработке проекта новых изделий, изготовлению опытных образцов, совершенствованию выпускаемых изделий. Технологические работы имеют своей задачей разработку новых и совершенствование существующих технологических процессов, технологической оснастки, средств и методов контроля качества, нормативов трудовых и материальных затрат, совершенствование организации производства в цехах и на производственных участках.

Техническая подготовка составляет часть жизненного цикла изделия, включающего научную и техническую подготовку, собственно производство и эксплуатацию изделия. Уровень технической подготовки производства зависит от многих факторов, которые можно разделить на технические, экономические, организационные и социальные аспекты.

*Технические факторы* - это разработка и внедрение типовых и стандартных технологических процессов; использование стандартизированных и унифицированных средств технологического оснащения; применение систем автоматизированного проектирования технологической оснастки, а также применение АСУП, станков с ЧПУ, прогрессивных режимов механической и технической обработки деталей; использование прогрессивных технологических приемов обработки и внедрение прогрессивных заготовок с

целью снижения трудоемкости на механическую обработку и материалоемкость продукции, улучшение метрологического обеспечения; применение средств активного и объективного технического контроля качества, автоматизации контроля за выполнением сетевых графиков проектирования и производства средств технического оснащения.

*Экономические факторы* - поэтапное опережающее финансирование технической подготовки производства, предоставление льготных кредитов, создание фонда стимулирования освоения новой техники.

*Организационные факторы* - это развитие и углубление специализации производства, аттестация качества технологических процессов и изготовленных средств технологического оснащения, нестандартного оборудования по результатам качества опытного образца или первой промышленной партии изделий основного производства, улучшение организации вспомогательного производства, совершенствование отношений между вспомогательным и основным производством, расширение внутризаводского, межзаводского, внутриотраслевого кооперирования.

*Социальные факторы* - это повышение квалификации исполнителей, механизация и автоматизация производственных и вспомогательных операций с целью улучшения условий труда, развитие социальной сферы, улучшение психологической атмосферы в коллективе.

Техническая подготовка производства может предусматривать техническое перевооружение, реконструкцию и расширение отдельных производственных участков, а также модернизацию оборудования. Организационные формы и структура органов технической подготовки производства определяется принятой на предприятии, в производственном объединении системой подготовки производства.

Различают три организационные формы технической подготовки: централизованную, децентрализованную, смешанную.

Выбор формы зависит от масштаба и типа производства, характера изготавливаемой продукции, частоты ее обновления и других факторов. Для крупных предприятий, объединений массового и крупносерийного производства характерна централизованная форма подготовки, при которой вся работа осуществляется в аппарате заводоуправления. С этой целью создаются отделы главного технолога, общезаводская лаборатория, отдел планирования технической подготовки производства. На некоторых предприятиях организуется два конструкторских отдела: опытно-конструкторский, занимающийся разработкой новой продукции, и серийно-конструкторский, имеющий задачей совершенствование выпускаемой продукции.

На предприятиях единичного и мелкосерийного производства преимущественно применяется децентрализованная или смешанная форма подготовки производства: при первой форме основная работа по технической подготовке ведется соответствующим бюро производственных цехов; при второй - весь объем работ распределяется между заводскими и цеховыми органами. В этом случае конструкторская подготовка чаще всего осуществляется в отделе главного конструктора, а технологическая - в цеховых бюро подготовки производства. На небольших предприятиях вся техническая подготовка сосредотачивается в едином техническом отделе.

Таким образом, процесс проведения технической подготовки производства представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных мероприятий, фактически это коренная перестройка производства, начиная с оборудования и заканчивая специализацией работников.

Современные технические средства позволяют автоматизировать функцию управления ИТПП и создать автоматизированную систему технологической подготовки производства, основной целью которой является сокращение сроков подготовки к выпуску новой продукции, модернизация освоенной продукции, минимизация расходов материальных, трудовых и финансовых затрат.

Существует определенная система технической подготовки производства. Она представляет собой совокупность взаимосвязанных научно-технических процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия выпускать продукцию с техническими условиями качества. Объем труда, затрачиваемый на постановку новой

техники, значительно возрастает из-за сложности и многодетальности конечного продукта. Для того чтобы уменьшить трудозатраты, применяется система единой технической документации по технической подготовке производства - ЕСТПП.

ЕСТПП - это установленная государственными стандартами система организации и управления подготовкой производства, непрерывно совершенствуемая на основе достижений науки и техники, управляющая развитием технической подготовки производства на государственном, отраслевом уровне, а также на уровне предприятия.

Основной целью ЕСТПП является обеспечение необходимых условий для достижения полной готовности любого типа производства к выпуску изделий заданного качества, в оптимальные сроки при наименьших трудовых, материальных и финансовых затратах.

ЕСТПП обеспечивает для каждого предприятия единый системный подход к выбору, применению методов и средств технической подготовки производства, соответствующих передовым достижениям науки и техники. Кроме того, ЕСТПП позволяет обеспечить непрерывное совершенствование производства, быструю переналадку на выпуск более современной продукции; рациональную организацию механизированного выполнения комплекса инженерно-технических работ, в том числе, автоматизацию конструирования объектов и средств производства, разработку технологических процессов и управление технической подготовкой производства; взаимосвязь технической подготовки производства с другими автоматизированными системами и подсистемами управления.

Задачи технической подготовки производства решаются на всех уровнях и группируются по следующим четырем принципам:

- 1) обеспечение технологичности изделий;
- 2) разработка технологических процессов;
- 3) проектирование и изготовление средств технологического оснащения;
- 4) организация и управление технической подготовкой производства.

Основу ЕСТПП составляют:

- системно-структурный анализ цикла технической подготовки производства;
- типизация и стандартизация технологических процессов изготовления и контроля;
- стандартизация технологической оснастки и инструмента;
- агрегатирование оборудования из стандартных элементов конструкции.

ЕСУ ПП устанавливает над документацией три стадии работы по организации и совершенствованию технической подготовки производства.

1. Обследование и анализ существующей на предприятии системы ТПП.

2. Разработка технического проекта ТПП, в котором определяется назначение, формируются требования, которым должны удовлетворять как система технической подготовки производства в целом, так и отдельные элементы.

3. Создание рабочего проекта, в состав которого входят: информационные модели, классификаторы технико-экономической информации, типовые технологические процессы, стандарты предприятия на средства технологического оснащения, документация по организации специализированных рабочих мест и участков основного и вспомогательного производства на основе типовых технологических процессов и методов групповой обработки деталей, информационные массивы, организационные положения и должностные инструкции.

Основными фазами технической подготовки производства являются планирование, конструирование изделий и проектирование их изготовления, нормирование расхода материальных и трудовых ресурсов, принятие решений по вопросам организации ТПП. Все перечисленные фазы поддаются автоматизации, но требуют различной методологии. В основе автоматизированной системы ТПП лежит функциональная схема технической подготовки производства, которая разбивается на три отдельных взаимосвязанных процесса:

- 1) подсистемы в конструкторском бюро;
- 2) подсистемы в отделах главного конструктора и технолога;
- 3) подсистемы в основных цехах при освоении изделий.

Реализация этих процессов разделяется на три стадии:

1. *Предварительное планирование*, которое начинается с момента получения директивных документов и является общей для всех подразделений. На этой стадии осуществляется разработка схемы конструктивной детализации, составление на ее основе сетевого графика и определение потребности в людских ресурсах; оптимизация сети по времени и людским ресурсам; уточнение ТЗ на изделие; выдача заданий исполнителям смежникам и т.п.

2. *Исходное планирование*, состоящее, в свою очередь, из пяти этапов:

- 1) получение исходных данных для составления первичных сетевых графиков;
- 2) разработка комплексного сетевого графика;
- 3) расчет временных параметров сетевого графика и потребности в людских ресурсах и оборудовании;
- 4) приведение параметров сетевого графика в соответствие с заданными ограничениями;
- 5) окончательный расчет сводного сетевого графика, формирование квартальных и месячных планов и доведение их показателей до разработчиков.

3. *Оперативное управление*, которое начинается с момента утверждения исходных планов и заканчивается освоением новой партии изделий. В задачу оперативного управления входят: контроль за ходом выполнения работ, своевременное выявление отклонений от планов, анализ изменений основных показателей и их влияние на расчетные сроки выполнения задания, прогнозирование хода разработок. Основными этапами оперативного управления, выполняемыми с определенной периодичностью, являются: сбор и передача информации для расчетов, расчет и анализ фактического состояния и принятие решений по оптимизации, окончательный расчет, оформление оперативно-календарных планов.

#### **4.5.2. Конструкторская подготовка производства**

Конструкторская подготовка заключается в проектировании и освоении новых изделий и совершенствовании выпускаемых (в основном на предприятиях машиностроения, приборостроения и легкой промышленности). Она осуществляется в соответствии с ЕСКД, с соблюдением требований стандартизации и унификации и предусматривает следующие этапы разработки:

1. *Техническое задание*, определяющее назначение изделия (продукции), его технические характеристики, показатели качества, технологические, организационные и экономические условия производства, требования к конструкторской документации. В нем устанавливается цель, эксплуатационное и функциональное назначение, перспективность разработки, определяются требования к надежности, технологичности, унификации, эстетики и эргономики и др., а также дается перечень стадий и этапов разработки с указанием источников финансирования и фондов, излагается порядок контроля и приемки. Особое внимание уделяется экономическим показателям новой техники. Техническое задание составляет заказчик для организации - разработчика проекта. Разработчиками являются конструкторское бюро, научно-исследовательские институты, конструкторские отделы предприятий.

2. *Техническое предложение*, содержащее технико-экономическое обоснование целесообразности разработки изделия на основании технического анализа и встречных вариантов проектно-технологических решений по изделию, всесторонние оценки всех возможных решений с учетом современного состояния проблемы, а также различных вариантов возможных конструкторских решений, патентных исследований и т.д. После согласования предложения с заказчиком и утверждения его в установленном порядке оно является основанием для разработки эскизного проекта.

3. *Эскизный проект*, в состав которого входят: графическая часть, представляющая собой совокупность конструкторских решений с указанием параметров, габаритных размеров, дающих общее представление о новом изделии; пояснительная записка с расчетами основных параметров изделия, описанием принципов его работы, эксплуатационных особенностей. На основании утвержденного вышестоящей организацией

эскизного проекта разрабатывается технический проект.

4. *Технический проект* так же, как и эскизный проект, состоит из графической части и пояснительной записки, которые содержат окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и его отдельных узлов и исходных данных для разработки рабочей документации. Здесь также указывается максимально возможный уровень унификации и применения стандартных сборочных единиц и деталей, приводятся результаты экспериментальных работ по повышению технологичности конструкции. Техническое проектирование часто сопровождается изготовлением макета изделия.

5. *Рабочий проект*, в котором должны содержаться рабочие чертежи на каждую деталь изделия (деталировка) с указанием марки материала, массы детали и других конструктивных данных. К выполнению рабочих чертежей ЕСКД устанавливает следующие основные требования к выполнению:

- 1) оптимальное применение стандартных и покупных изделий, освоенных ранее производством и соответствующих современному уровню техники;
- 2) рациональное ограничение номенклатуры размеров, предельных отклонений конструктивных элементов, а также марок и сорта материалов и покрытий;
- 3) достижение необходимой степени взаимозаменяемости деталей и узлов, более выгодных способов изготовления и ремонта изделий, максимального удобства в эксплуатации.

Рабочий проект сопровождается спецификацией, определяющей состав сборочной единицы, узла или комплекта, необходимой для комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий.

Проектирование новой продукции в массовом и серийном производстве заканчивается изготовлением опытных образцов и сдачей технической документации заказчику. В настоящее время все перечисленные стадии конструкторской подготовки используются при создании лишь принципиально новых либо особо ответственных видов продукции. В остальных случаях, как правило, применяется проектирование в две стадии, при котором совмещаются разработка технического проекта и рабочего, а в ряде случаев опускается также стадия эскизного проектирования.

Обязательным условием конструкторской подготовки является соблюдение требований стандартизации и унификации. Стандарты устанавливают и регламентируют на определенный период прогрессивные требования, нормы, методы, правила, распространяемые на сами изделия, на факторы и условия, влияющие на их качество.

Конструктивная унификация представляет собой ограничение разнообразия изготавливаемых типоразмеров деталей и узлов конструкций путем заимствования из ранее выпущенных конструкций. Унификация может проводиться как в пределах одного предприятия, специализированного на выпуске определенного вида продукции, так и в масштабе всей отрасли в целом.

Таким образом, в процессе конструкторской подготовки производства создается и используется большое количество документов: оригиналы, подлинники, дубликаты, копии. Соблюдение четкого порядка оформления, размножения и выдачи документов возлагается на отдел технической документации, центральный технический архив и рабочие технические архивы отделов и цехов предприятия.

Для оперативного учета и нахождения необходимой документации создается информационно-поисковая система, которая входит составной частью в АСУП и способствует улучшению учета вносимых в документы изменений, повышения уровня унификации и стандартизации конструкции.

#### **4.5.3. Технологическая подготовка производства**

Технологическая подготовка производства представляет собой систему мероприятий, обеспечивающих полную готовность предприятия к производству изделий высокого качества в соответствии с заданными технико-экономическими показателями, что, как

правило, реализуется на технологическом оборудовании, имеющим высокий технический уровень, обеспечивающим минимальные трудовые и материальные затраты. Технологическая подготовка производства осуществляется в соответствии с требованиями стандартов ЕСТП, большое значение при этом имеют типизация и нормализация элементов технологии. На этой стадии решаются следующие задачи:

1) обеспечение высокой технологичности конструкций, что достигается тщательным анализом технологии изготовления каждой детали и технико-экономической оценкой возможных вариантов изготовления;

2) проектирование технологических процессов, включающее разработку процессов основной обработки, а также программ для станков с числовым программным управлением, индивидуальных технологических процессов, разработку технических заданий на спецоснастку и специальное технологическое оборудование (проектирование средств технологического оснащения проводится в порядке, принятом для конструкторской подготовки производства);

3) структурный анализ изделия и на его основе составление межцеховых технологических маршрутов обработки деталей и сборки изделий;

4) технологическую оценку возможностей цехов, основанную на расчете производственных мощностей, пропускной способности и т.д.;

5) разработку технологических нормативов трудоемкости, норм расхода материалов, режимов работы оборудования;

6) изготовление средств технологического оснащения;

7) отладку технологического комплекса (производится на установочной серии изделий) технологического процесса, оснастки и оборудования;

8) разработку форм и методов организации производственного процесса;

9) разработку методов технического контроля.

Технологичность конструкции оценивается количественно посредством системы характеристик, включающей показатели трудоемкости изготовления, удельной материалоемкости, технологической себестоимости, коэффициентов использования материалов, применения типовых технологических процессов, стандартизации, унификации.

Для повышения эффективности технологической подготовки производства большое значение имеют типизация и нормализация элементов технологии. Типизация технологических процессов строится на основе технологических рядов. В такой ряд включаются детали, конфигурация, основные параметры которых позволяют вести их изготовление или обработку по одному общему технологическому маршруту. Типизации предшествует разработка конструктивно-технологической классификации, при которой детали предварительно группируются в классы по признаку служебного назначения. Дальнейшее разделение на группы (например, по признаку общности материала и способа его обработки) и подгруппы (например, по размерам деталей) приводит к максимальной унификации, позволяющей осуществить принцип групповой обработки, который основывается на конструктивно-технологическом сходстве деталей с последующим выбором из них комплексной детали, имеющей все поверхности обработки, встречающиеся в деталях данной группы. Это позволяет создать для такой детали специальное приспособление со сменными наладками и с его помощью обрабатывать на одной настройке станка все детали данной группы. Технологические нормы разрабатываются применительно к типовым геометрическим элементам конструкций, например, на радиусы закруглений, припуски, допуски, конусность, на состав шихты, на режимы обработки и т.д.

Типизация, нормализация, технологическая унификация дают особенно большой эффект, если проводятся на уровне стандартов предприятий, отраслей производства. Для обеспечения высокого организационно-технического уровня производства и качества выпускаемой продукции большую роль играет строгое соблюдение технологической дисциплины, т.е. точного выполнения разработанного и внедренного на всех операциях, участках и стадиях производства продукции технологического процесса. 4.5.4.

#### 4.5.4. Планирование процесса технической подготовки производства

Планирование технической подготовки производства состоит в распределении, координации и контроле работ: во времени - по стадиям и этапам, по содержанию и объему - между органами технической подготовки. Планирование производится в соответствии с заданиями годового и перспективного плана развития предприятия. Важнейшей задачей планирования является ускорение технической подготовки и обеспечение производства технической документацией и технологическим оснащением к началу запуска изделия. Основой для расчета плана технической подготовки, как во времени, так и по объему являются заводские и отраслевые нормативы трудоемкости, позволяющие делать укрупненные расчеты при конструировании изделий или разработке новой продукции.

Трудоемкость, длительность и стоимость технической подготовки производства могут быть определены на основе установленных корреляционных зависимостей по таким факторам, как количество деталей и узлов в конструкции, категория сложности изделия, новизна конструкции, степень унификации, среднее количество операций на одну деталь, коэффициент оснащенности, степень механизации и автоматизации. После определения длительности всех этапов технической подготовки составляется календарный план ее осуществления - в форме ленточного, линейного или сетевого графика. В целях ускорения подготовки она должна планироваться с возможно высокой степенью параллельности. Наибольшее распространение на практике получили графики линейного типа, в особенности при небольшом объеме проектируемых работ и краткосрочности этапов их осуществления. Связано это с простотой и удобством их графического построения, наглядностью изображаемых процессов. При освоении сложных объектов современной техники планирование и управление разработками выполняется при помощи методов сетевого планирования и управления (СПУ).

Метод (СПУ) позволяет увязать во времени производство работ, входящих в замкнутый комплекс, насчитывающий иногда до нескольких тысяч составляющих. Он позволяет заранее планировать последовательность и взаимозависимость работ, следить за выполнением каждой работы в отдельности, выявлять и устранять задержки, а также находить скрытые резервы и намечать пути их использования. Кроме того, метод СПУ позволяет определить работы, от которых в первую очередь зависит время решения всего комплекса задач, он позволяет выделить наименее важные второстепенные работы, которые могут привести к нежелательным последствиям, например, к увеличению стоимости.

Применение сетевого планирования и управления позволяет при решении перечисленных вопросов подойти не только с качественной, но и с количественной стороны, указать те работы, от выполнения которых также зависит время решения всего комплекса. В то же время представляется возможным выделить менее важные, второстепенные работы, сокращение продолжительности которых не только не уменьшает время выполнения всего комплекса работ, но может привести к таким нежелательным последствиям, как увеличение их стоимости, простой исполнителей, оборудования и т.д.

Методы СПУ позволяют оптимизировать процесс создания новой продукции, как во времени, так и по стоимости. Они основаны на графическом изображении определенного комплекса работ, отражающем их логическую последовательность, взаимосвязь и длительность, с оптимизацией разработанного графика при помощи методов прикладной математики и вычислительной техники и с его дальнейшим использованием для текущего руководства этими работами.

При применении методов СПУ модель планируемого процесса изображается в виде ориентированного графа - сети, в которой весь комплекс работ расчленяется на отдельные, четко определенные работы. Понятие "работа" в сетевом графике обозначает процессы или совокупность процессов и может иметь следующие значения:

- действительная работа - трудовой процесс, требующий затрат времени и ресурсов, например, изготовление опытного образца, его испытание и т.д.;
- ожидание - процесс, требующий затрат времени, но не требующий затрат ресурсов, например, сушка и т.п.;

- фиктивная работа - изображение логической связи между работами; она вводится для отражения правильной взаимосвязи работ и показывает точную очередность их выполнения.

Всякая работа сетевого графика соединяет два события: непосредственно предшествующее данной работе, являющееся для нее начальным событием, и следующее за ней, являющееся для нее конечным событием. Событием может быть начало выполнения комплекса работ, достижение конечной цели и др. В отличие от работы событие не является процессом и не имеет продолжительности. Продолжительность выполнения работы в зависимости от задачи характеризуется различными количественными оценками: трудоемкость, стоимость, материальные ресурсы, необходимые для ее выполнения и т.д.

Последовательность работ в сети, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы, называется путем. Продолжительность любого пути равна сумме продолжительностей составляющих его работ. Полный путь, имеющий наибольшую продолжительность, называется критическим, его продолжительность определяет общую продолжительность выполнения комплекса работ, поэтому для сокращения сроков выполнения комплекса работ, необходимо сократить сроки выполнения работ, лежащих на критическом пути. На сетевом графике критический путь выделяется жирными стрелками, что выгодно отличает сетевые графики от ленточных. Особенно это преимущество важно при реализации сложных комплексов работ, в которых участвуют десятки и сотни подразделений и организаций - исполнителей работ. Остальные пути имеют резерв времени, который определяется как разность между поздним и ранним сроками совершения их работ. Работы, имеющие нулевой резерв времени, лежат на критическом пути и называются критическими.

Резерв времени пути может быть использован полностью для одной работы или распределен между отдельными работами, находящимися на этом пути только в пределах полных резервов времени этих работ. При использовании всего резерва времени пути полностью для одной работы резервы времени остальных работ, лежащих на максимальном пути, будут исчерпаны. Резервы времени на других путях, проходящих через нее, уменьшатся и будут равны разности между прежним резервом времени этих работ и использованным полным резервом времени работы, лежащей на максимальном пути. Кроме полных резервов времени у работ в местах пересечения путей разной продолжительности, принадлежащих путям с меньшей продолжительностью, имеются резервы времени двух видов.

1. Частный резерв первого вида образуется у работ, непосредственно следующих за событиями, у которых пересекаются пути различной продолжительности. Его величина показывает, какая часть полного резерва работы может быть использована для увеличения этой и последующих за ней работ, принадлежащих отрезку пути до пересечения с путями большей продолжительности, при условии, что это увеличение не вызовет изменения позднего срока свершения события, которым начинается данная работа.

2. Частный резерв второго вида образуется у работ, непосредственно предшествующих событиям, у которых пересекаются пути различной продолжительности. Его величина показывает, какая часть полного резерва может быть использована для увеличения продолжительности работы и продолжительностей, предшествующих ей работ на отрезке пути до пересечения с путями большей продолжительности. Это происходит при условии, что увеличение продолжительности работы не вызовет нарушения раннего срока свершения конечного события этой работы, а следовательно, и сокращения резервов времени ни у одной из последующих работ.

Резервы времени используются в системах СПУ для последовательной перестройки графика с целью его оптимизации. При контроле за его выполнением величина резерва времени не всегда может достаточно полно характеризовать, насколько напряженным является выполнение принятого плана комплекса работ.

В зависимости от количества независимых целей в конкретных комплексах работ, описывающие их сетевые графики могут содержать одно или несколько завершающих событий. Сетевые графики, имеющие одно завершающее событие, называются

одноцелевыми, а имеющие несколько завершающих событий - называются многоцелевыми. По степени охвата комплекса работ сетевые графики подразделяются на комплексные (сводные), охватывающие все работы, выполняемые различными организациями; частные, включающие отдельные самостоятельные работы комплекса, выполняемые отдельными организациями; первичные, содержащие работы, выполняемые отдельными ответственными исполнителями. Перечисленные сетевые графики могут быть детализированными или укрупненными.

Сетевой график может иметь следующие виды структур:

- *детерминированную*, которая означает, что все виды работы комплекса работ и их взаимосвязь точно определены;
- *случайную*, если работы включены в комплекс работ с некоторой вероятностью;
- *смешанную*, когда некоторые работы в сетевом графике носят вероятностный характер, остальные же работы установлены точно.

Проведение работ по сетевому планированию и управлению осуществляется в следующем порядке:

- 1) определение состава работ комплекса, их взаимосвязи и последовательности выполнения работ по этапам;
- 2) составление сетевого графика на комплексе работ по этапам;
- 3) определение времени выполнения каждой работы;
- 4) определение критического пути и резервов времени;
- 5) оценка всех типов ресурсов и потребной суммы ассигнований с распределением по этапам работ;
- 6) составление общего сетевого графика комплекса работ;
- 7) анализ и оптимизация сетевого графика - разработка мероприятий по сокращению времени критического пути, доведение времени критического пути до планового;
- 8) составление окончательного проекта сетевого графика;
- 9) управление ходом работ с помощью сетевого графика.

Вся документация в системе управления ТПП делится на группы -общая, выходная и стыковочная документация.

В АСУ ТПП с учетом наибольшей важности с точки зрения функционирования других подсистем ИАСУ разработаны следующие типовые проектные решения:

- организация и ведение нормативно-справочной информации;
- расчет применимости деталей и сборочных единиц;
- расчет норм материалов на изделие;
- расчет норм расхода материалов в специфицированной номенклатуре на изделие;
- расчет плана технической подготовки производства нового изделия.

На практике некоторые работы выполняются досрочно, некоторые запаздывают, поэтому приходится пересоставлять графы, что приводит к увеличению расчетов, заключающихся в определении критического пути, определении времени выполнения всего комплекса работ в соответствии с заданным критерием оптимизации. Подобные расчеты проводятся на ЭВМ. Для составления сетей необходимо накопление большого статистического материала, а также использование труда высококвалифицированных специалистов. Несмотря на это, эффективность сетевого планирования и управления велика, особенно для таких работ, как проектирование новых видов техники, основанных на новых научных принципах, изготовление и монтаж наиболее сложных видов технологического оборудования, капитальное строительство сложных объектов, комплексные работы, выполняемые многими предприятиями отрасли.

Наибольший эффект от механизации и автоматизации технической подготовки производства достигается объединением САПР, АСУ ТПП, АСУ ТП в рамках ИАСУ. В этом случае обеспечивается ускорение и повышение технического уровня конструкторских и технологических разработок, выбираются оптимальный технологический процесс, рациональное использование производственных мощностей и трудовых ресурсов, повышения качества продукции и всей хозяйственной работы. Но для нормального

функционирования производства необходимо обеспечить нормальное техническое обслуживание и снабжение всеми необходимыми комплектующими.

#### ***4.5.5. Планирование технического обслуживания и ремонта***

Для основного производства также необходимо снабжение материалами, полуфабрикатами, энергией различных видов, инструментом, транспортом. Выполнение всех этих многообразных функций составляет задачу вспомогательных подразделений предприятия: ремонтного, инструментального, энергетического, транспортного, складского и т.д.

Во вспомогательном производстве и техническом обслуживании на предприятии может быть занято до 50 % всех рабочих. От их правильной организации и дальнейшего совершенствования ремонтных, энергетических, инструментальных, транспортно-складских работ в наибольшей мере зависит повышение эффективности технического обслуживания производства в целом.

Ремонтное хозяйство создается на предприятии для того, чтобы обеспечить с минимальными затратами рациональную эксплуатацию его основных производственных фондов. В состав ремонтного хозяйства предприятия входят: отдел главного механика, ремонтно-механический цех, склады оборудования и запасных частей и др. В цехах организуются цеховые ремонтные службы, возглавляемые механиками цехов. Руководит ремонтным хозяйством главный механик, подчиненный главному инженеру предприятия.

Ведущую форму системы технического обслуживания и ремонта техники на предприятиях промышленности составляет система плано-предупредительного ремонта оборудования (ППР), под которой понимается совокупность запланированных мероприятий по уходу, надзору и ремонту оборудования. Работы по обслуживанию и ремонту оборудования при системе ППР включают: уход за оборудованием, межремонтное обслуживание, периодические ремонтные операции. Уход за оборудованием состоит в соблюдении правил технической эксплуатации, поддержания порядка на рабочем месте, чистке и смазке рабочих поверхностей и т.д. Осуществляется он непосредственно производственными рабочими, обслуживающих агрегаты под контролем производственных мастеров. Межремонтное обслуживание заключается в наблюдении за состоянием оборудования, за выполнением рабочими правил эксплуатации, в своевременном регулировании механизмов, устранении мелких неисправностей. Выполняется оно дежурными работниками ремонтной службы без простоя оборудования - в обеденные перерывы, нерабочие смены и т.д. Периодические ремонтные операции включают промывку оборудования, смену масла в смазочных системах, проверку оборудования на точность, осмотры и плановые ремонты - текущий, средний и капитальный. Все перечисленные операции выполняются ремонтным персоналом предприятия по заранее разработанному графику. Осмотрам периодически подвергается все оборудование. Их задача - выявление степени изношенности деталей, регулирование отдельных механизмов, устранение мелких неисправностей, замена износившихся или утерянных крепежных деталей. При осмотре оборудования уточняется также объем предстоящего ремонта и сроки его проведения.

Текущий ремонт представляет собой наименьший по объему вид планового ремонта, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности агрегата. Он заключается в частичной разработке машины, замене или восстановлении отдельных ее узлов и деталей, ремонте несменяемых деталей.

Средний ремонт отличается от текущего ремонта большим объемом работ и числом изношенных деталей, подлежащих замене.

Капитальный ремонт - это полное или близкое к полному восстановлению ресурса агрегата с заменой (восстановлением) любых его частей, включая базовые. Следовательно, задача капитального ремонта - привести агрегат в состояние, полностью отвечающее его назначению, классу точности и производительности. Прогрессивные системы ППР исходят из осуществления за ремонтный цикл только двух видов планового ремонта - текущего и капитального, т.е. без средних ремонтов. При этом капитальный ремонт зачастую сопровождается модернизацией оборудования. Внедрение системы ППР требует

предварительного проведения ряда подготовительных работ. К ним относятся: классификация и паспортизация оборудования; составление спецификаций сменных и запасных деталей и установление норм запаса последних; разработка альбомов чертежей по каждому типоразмеру оборудования; организация хранения запасных деталей и узлов; разработка инструкций производственному и ремонтному персоналу по техническому обслуживанию оборудования и технологической документации по его ремонту.

Организация и планирование ремонта оборудования при системе ППР основываются на определенных нормативах, позволяющих планировать объемы ремонтных работ, их очередность, сроки проведения, как по группам однородных станков, так и в целом по предприятию и его отдельным подразделениям. Система этих нормативов включает: категории сложности ремонта, ремонтные единицы, длительность и структуру ремонтных циклов, длительность межремонтных и межсмотровых периодов, длительность ремонтного периода. К ним примыкают также нормативы межремонтного обслуживания оборудования, нормы расхода материалов, запасных частей и запасов быстроизнашивающихся деталей. Методика расчета нормативов и их конкретные величины для разных видов оборудования и условий его эксплуатации определены Единой системой ППР. Каждой единице производственного оборудования присваивается соответствующая категория сложности ремонта, а также устанавливается нормативная длительность ремонтного цикла.

Ремонтным циклом называется наименьший повторяющийся период эксплуатации оборудования, в течение которого осуществляются в определенной последовательности все установленные виды технического обслуживания и ремонта. Поскольку все они осуществляются в периоды от начала эксплуатации оборудования и до его первого капитального ремонта, либо между двумя последующими капитальными ремонтами. Ремонтный цикл определяют так же, как период эксплуатации оборудования между двумя следующими друг за другом капитальными ремонтами.

Межремонтным периодом называется период работы оборудования между двумя очередными плановыми ремонтами. Межсмотровый период - это период работы оборудования между двумя очередными осмотрами или между плановым ремонтом и осмотром. Ремонтным периодом называется время простоя оборудования в ремонте.

На основе ремонтных нормативов и результатов технического осмотра оборудования составляются годовой, квартальный и месячный планы и графики ремонтных работ. В планах определяются виды технического обслуживания и ремонтных работ, их трудоемкость, плановые простои по каждому виду оборудования, объем ремонтных работ по каждому цеху и предприятию в целом. Одновременно определяется количество и стоимость запасных частей и материалов для ремонта оборудования, численность ремонтного персонала по его категориям. Планирование ремонтных работ ведется плано-производственным бюро (ППБ) отдела главного механика. Разработка планов начинается с цеховых годовых графиков ремонта, охватывающих все оборудование каждого цеха. На основе годового и квартального планов составляются уточненные месячные планы и графики с учетом данных предшествующих осмотров и проверок. Они являются оперативным заданием цеху на производство ремонтных работ.

Возрастающее значение эффективного обслуживания и ремонта оборудования для бесперебойного функционирования производства требует дальнейшего их совершенствования. Важнейшими путями этого совершенствования являются:

- своевременное обеспечение предприятия запасными частями и крепежными деталями, укрепление дисциплины по соблюдению договоров поставок между предприятиями промышленности и предприятиями, производящими комплектующие для их оборудования;
- развитие системы филиалов по техническому обслуживанию со стороны фирм производителей оборудования;
- применение передовых методов и технологий проведения ремонтных работ;
- совершенствование системы организации труда ремонтного персонала, повышение квалификации ремонтного персонала, тесное взаимодействие в области снабжения технической информацией с фирмами производителями оборудования.

#### 4.5.6. Планирование энергоснабжения

Для большинства процессов на предприятии, начиная с основного производства и заканчивая ремонтом оборудования, необходимо снабжение различными видами энергии. Эту задачу берет на себя энергетическое хозяйство предприятия. Назначение энергетического хозяйства - бесперебойное обеспечение всех подразделений предприятия необходимыми видами энергетических услуг при минимальных затратах на содержание данной службы. Для этого ее усилия должны быть направлены на решение следующих задач:

- 1) получение со стороны энергии общепромышленного назначения и производство собственными силами отдельных ее видов;
- 2) организацию и планирование рационального потребления энергии всеми подразделениями предприятия;
- 3) надзор за правильной эксплуатацией энергетического оборудования, его техническим обслуживанием и ремонтом;
- 4) разработку и осуществление мероприятий по экономии энергоресурсов.

Потребности предприятий в энергоресурсах обеспечиваются за счет трех источников: централизованного снабжения, собственного производства энергии, использования вторичных энергоресурсов.

Основным источником в современных условиях является централизованное снабжение предприятия энергоресурсами общепромышленного назначения: электроэнергией, паром, горячей водой - от районных теплоэлектроцентралей, природным газом - от государственной сети газоснабжения, твердым и жидким топливом - в порядке поставок от предприятий топливодобывающих отраслей через систему договоров, заключенных с этими предприятиями. Собственное производство энергии силами самого предприятия организуется применительно к тем ее видам, централизованное обеспечение которыми либо технически невозможно, либо нерационально из-за утери его полезных свойств при передаче на большом расстоянии при значительной удаленности предприятия от источника централизованного обеспечения. Это относится к таким энергоносителям, как сжатый воздух, насыщенный пар и т.д.

Важная роль в организации рационального энергоснабжения принадлежит также использованию вторичных энергоресурсов на предприятиях: использование тепла печей для производства горячей воды, пара; вторичное использование пара, горячей воды для отопления помещений и хозяйственных нужд и т.д.

Рациональное использование энергетических ресурсов предполагает строгое нормирование их выработки и расхода. Разработка соответствующих норм ведется отделом главного энергетика для служб, вырабатывающих энергоресурсы для производственных цехов и других подразделений, расходующих энергию для производства основной продукции, инструмента, на хозяйственные нужды и т.д.

Планирование расхода энергии ведется отдельно по каждому виду ресурсов на основе норм их расхода и производственной программы на планируемый период. При этом рассчитывается потребность отдельно на основные и вспомогательные нужды. Учитываются также потери энергии в сетях.

Основными технологическими мероприятиями по рационализации использования энергии являются: интенсификация производственных процессов (скоростные режимы обработки), внедрение более совершенных технологий и техники производства.

В заключение следует отметить, что в настоящее время процесс технической подготовки производства стал тем элементом, которому необходимо уделять такое же серьезное внимание как бизнес-плану или другому процессу, связанному с организацией предприятия. Еще совсем недавно это было преимуществом различных конструкторских бюро и НИИ, которые разрабатывали технологии, не особо ориентируясь на рынок сбыта, условия производства и т.д. Это связано с тем, что с одной стороны, быстрыми темпами развивается мелкий и средний бизнес, а с другой стороны, - на отечественный рынок технологического оборудования пришли зарубежные производители, которые предложили широкий ассортимент различных технологических линий, включая их установку и

обслуживание. Это предполагает, что предприниматель должен быть хорошо знаком с основным технологическим процессом по производству продукции и четко представлять себе с какими типами технологического оборудования ему предстоит работать, и какие для этого потребуются ресурсы. В связи с этим процесс технической подготовки претерпевает некоторые изменения и в большинстве отраслей производства достаточно провести хорошую технологическую подготовку производства, а техническую часть предоставить поставщикам оборудования.

#### **4.6. Автоматизированные системы научных исследований**

Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) предназначены для автоматизации научных экспериментов, а также для моделирования исследуемых объектов, явлений и процессов, изучение которых традиционными средствами затруднено или невозможно.

Для повышения эффективности научных исследований и методов научного познания используют автоматизацию, базирующуюся на применении компьютерной техники. Компьютеры в АСНИ используются в информационно-поисковых и экспертных системах, а также они решают такие задачи, как управление экспериментом, подготовка отчетов и документации, поддержание базы экспериментальных данных и др.

Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) отличаются от других компонент ИАСУ, прежде всего, характером информации, получаемой на выходе системы: это обработанные или обобщенные экспериментальные данные и полученные на их основе математические модели исследуемых объектов, явлений и процессов. В АСНИ могут использоваться и готовые математические модели для изучения поведения тех или иных объектов и процессов, их уточнения. Поэтому АСНИ предназначены для получения, корректировки или исследования моделей, используемых затем в других АСУ для управления, прогнозирования или проектирования.

Автоматизированные системы научных исследований обеспечивают получение значительного хозяйственного эффекта за счет повышения производительности труда в исследовательских и конструкторских организациях, позволяют исключить дорогостоящие натурные испытания и некоторые стадии опытно-конструкторских работ, что ведет к сокращению затрат на разработку объектов новой техники. Кроме того, они позволяют сократить временной цикл от начала появления научной идеи до ее практического внедрения в производство. В результате применения АСНИ сокращается время проведения исследований, увеличивается точность и достоверность результатов, усиливается контроль за ходом эксперимента, повышается качество и информативность эксперимента за счет увеличения числа контролируемых параметров и более тщательной обработки данных, результаты эксперимента выводятся оперативно в наиболее удобной для исследователя форме - графической или символьной.

Все типы АСНИ разрабатываются на базе последних достижений науки и техники. Основным инструментом научных работников, проектировщиков и инженеров на современном этапе являются автоматизированные системы.

Таким образом, АСНИ представляют собой человеко-машинную систему, которая в общем случае решает задачи теоретического моделирования исследуемого объекта, планирования, реализации, контроля и управления экспериментом, обработки экспериментальных данных и сравнение с теоретическими результатами. Она состоит из подсистем, объединенных рядом стандартных процедур. Типовыми подсистемами АСНИ являются подсистемы сбора экспериментальных данных, обработки данных, управления экспериментом в реальном масштабе времени, автоматизации научных расчетов и моделирования.

Структура АСНИ определяется набором решаемых задач, техническим составом системы и расположением источников и приемников информации. Типовыми структурами являются: узловая, цепочечная, магистральная с общей шиной, иерархическая, радиальная и

сеточная. Наибольшей гибкостью из этих структур обладают магистральные и иерархические структуры, которые чаще всего и применяются в АСНИ.

Обслуживающая подсистема АСНИ осуществляет функции управления и обработки информации, не зависящие от особенностей исследуемого объекта. В состав средств обеспечения АСНИ входят методическое, программное, техническое, информационное и организационно-правовое обеспечения.

Первые крупные АСНИ в химии и химической технологии были созданы в институте им. Н. Планка (ФРГ, 1968 г.) и в Центре научных исследований компании Du Pont (США, 1970 г.).

В АСНИ кинетики химических реакций многие исследователи изучали процесс отверждения с помощью дифференциальных сканирующих колориметров универсального назначения, например, типа UNIPAN type 605, DSC-7000 фирмы SINKU-RIKO (Япония) с микропроцессорным управлением или DSC-9000 той же фирмы, работающим под управлением персонального компьютера. Низкий уровень автоматизации разработок прошлых лет побуждал исследователей создавать автоматизированные системы на базе серийно выпускаемых колориметров. Так, например, была создана система, работающая под управлением комплекса ИВК-6 и интерфейса КАМАК.

Автоматизированные системы исследования теплофизических характеристик (ТФХ), в основном, предназначены для исследования твердых, жидких, сыпучих и газообразных веществ и материалов. Ранние разработки в этой области выполнялись на базе СМ и ЕС ЭВМ с использованием интерфейса КАМАК и др. Современные установки и системы обычно создаются на базе персональных компьютеров с включением преобразовательной аппаратуры в общую шину. До настоящего времени отсутствуют как серийно выпускаемые системы автоматизированного исследования теплопереноса и кинетики процесса отверждения, так и индивидуального изготовления. Несколько лучше обстоит дело с проектированием режима отверждения. Разработаны компьютерные системы оптимизации режима отверждения. Однако эти системы используют исходные данные, полученные с помощью традиционных исследовательских средств в условиях значительно отличающихся от условий технологического процесса, что ставит под сомнение полученные результаты. Эти системы имеют также разрывность канала передачи информации в систему управления, но этот недостаток легко устраняется включением проектирующего компьютера в локальную сеть системы управления.

В настоящее время АСНИ используются, как правило, для развития научных исследований в наиболее сложных областях физики, химии, механики и других и имеют два направления.

1. Системы для измерения, регистрации, накопления и обработки опытных данных, получаемых при проведении экспериментальных исследований, а также для управления ходом эксперимента, регистрирующей аппаратурой и т.д. Во многих случаях для таких систем важной является функция планирования эксперимента, целью которого является уменьшение затрат ресурсов и времени на получение необходимого результата. Желательным свойством АСНИ, рассматриваемого направления, является возможность создания и хранения банков данных первичных результатов экспериментальных исследований, особенно, если это дорогостоящие и трудно повторяемые исследования, так как в будущем могут появиться более совершенные методы их обработки, которые позволят получить новую информацию из старого экспериментального материала. Разновидностью задачи автоматизации эксперимента является задача автоматизации испытаний какого-либо технического объекта. Отличие состоит в том, что управляющие воздействия, влияющие на условия эксперимента, направлены на создание наихудших условий функционирования управляемого объекта, не исключая и аварийных ситуаций.

2. Компьютерная реализация сложных математических моделей и проведение на этой основе вычислительных экспериментов, дополняющих или даже заменяющих эксперименты с реальными объектами, когда проведение натуральных исследований дорого или вообще невозможно. Технологическая схема вычислительного эксперимента состоит из нескольких циклически повторяемых этапов: построение математической модели, разработки алгоритма

решения, программной реализации алгоритма, проведения расчетов и анализа результатов. Вычислительный эксперимент представляет собой новую методологию научных исследований, соединяющую характерные черты традиционных теоретических и экспериментальных методов.

В состав технического обеспечения АСНИ входят датчики, измерительные приборы, устройства управления, исполнительные механизмы, интерфейсные системы, аппаратура передачи данных и средства вычислительной техники, а также ЭВМ различных классов.

Анализ технического обеспечения показывает, что в настоящее время наблюдается стремление к использованию типовых средств построения автоматизированных систем научных исследований, основой которых являются стандартные интерфейсы и персональные компьютеры. Наиболее распространенными интерфейсами являются интерфейсы RS-232, RS-422A, RS-485, CAN, PROFIBUS, MODBUS, LON; расширения шин ISA и PCI. Применяются также системы, построенные из отдельных блоков, контроллеров, модулей АЦП/ЦАП, связанных с управляющей ЭВМ через локальную сеть Ethernet. Все большее применение для построения АСНИ находят пакеты MMI, SCADA и FIX, позволяющие создавать сложные алгоритмы управления. Немалую долю в отечественной промышленности составляют автоматизированные системы, построенные на основе интерфейса и модулей КАМАК, которые в последнее время достаточно часто подвергаются совершенствованию с целью использования современных интерфейсных средств. Измерительно-вычислительные системы на основе КАМАК до сих пор успешно используются для исследования, контроля и управления благодаря своей надежности, невысокой стоимости и метрологической проработанности. В то же время крайне редко используется приборный интерфейс КОП (HP-IB, IEEE-488), позволяющий объединить в единую измерительную компьютерную систему универсальные измерительные приборы.

Перспективным направлением в развитии АСНИ, использующим последние достижения информационных технологий, является интеграция в единую систему, т.е. создание ИАСУ. Последнее позволяет не только поддерживать рассчитанные параметры технологического режима, но и контролировать его по косвенным параметрам в зависимости от изменения свойств исходных материалов и требований к изделию, а также реагировать на возникновение нестандартных ситуаций.

В современном производстве уже невозможно обойтись без опоры на сложные интегрированные автоматизированные системы научных исследований. Принято считать, что появление и развитие платформы Unix, ПК, локальных сетей и приложений клиент/сервер стало основным стимулом для развертывания распределенной информационной инфраструктуры.

Перестройка организационной структуры предприятия, в условиях работы интегрированной автоматизированной системы, возникающие новые задачи увеличивают нагрузку на компьютерные системы. При этом и сама индустрия информационных технологий претерпевает с начала 90-х годов XX века серьезные изменения. Одна из тенденций еще в 1992 году была обозначена компанией IDC как "дисинтеграция", суть которой заключается в том, что многие производители ПК и серверных систем стали отказываться от одновременного выпуска аппаратуры и операционных систем и обращаться к другим компаниям. В связи с этим даже простой мониторинг и модификация информационных ресурсов на множестве различных систем становится обременительной задачей, а распознавание возникающих затруднений и их причин может стать настоящим кошмаром. В распределенной среде клиент/сервер сложной задачей является правильная конфигурация клиентских настольных систем и различных сетевых компонентов. Приложения клиентских ПК могут существовать в различных версиях для поддержки разных вариантов. Постоянно расширяются и обновляются прикладные и аппаратные системы, реорганизуется сама структура предприятия - все это должно безотлагательно находить отражение в соответствующей информационной среде. В таких условиях нелегко приходится системным администраторам, на которые ложится большая нагрузка. В их задачи входит развертывание и модификация новых аппаратных и прикладных решений, учет

пользователей и предоставление им доступа к необходимым ресурсам, поддержка надежной работы взаимосвязанных друг с другом систем, сетей и приложений.

Традиционная практика использования управляющих средств для различных частей распределенной среды такую эффективность обеспечить не в состоянии в силу ограниченности возможностей и разобщенности этих систем. Администратору большой неоднородной среды необходима интегрированная управляющая система, которая позволит ему развертывать новые продукты по всему предприятию и поддерживать их в рабочем состоянии. Распределенные информационные системы охватывают практически все аспекты работы современного предприятия, делая все более тесной связь между производственными объектами и АСНИ.

На сегодняшний день для оценки имеющихся систем управления, оценки их влияния на предприятие выделяют следующие параметры:

- эффективность - сколько сетевых устройств, серверов или настольных систем находится в ведении одного администратора;
- продуктивность - время, необходимое администратору для выполнения действий по поддержке и повышению эффективности работы сети, систем и приложений;
- обеспечение доступности сетевых и системных ресурсов.

Эффективность управляющей системы показывает, насколько хорошо организован труд администратора. Эффективная система позволяет администратору поддерживать большое количество узлов и выполнять больше операций управления удаленно. Как показывает практика, большинство сбоев сетей и систем происходит из-за ошибок конфигурации, но эффективная система обеспечивает, так называемое, про-активное управление средой.

Согласованность методов и широкий охват управляемых систем дает возможность заранее определять те проблемы, которые могут возникнуть в различных информационных ресурсах, а согласованные и проактивные методы управления, в свою очередь, позволяют рационально выбирать необходимые технологии. Полная информация о ресурсах поддерживает решение той или иной задачи, позволяет найти оптимальный вариант использования существующих систем.

Производительная система снижает затраты на выполнение ежедневных операций, высвобождая время администратора инфосреды для проактивного анализа существующих систем, оптимизации их производительности и изоляции потенциальных источников проблем, для разработки и воплощения новых идей.

Для повышения продуктивности работы большое значение имеют параметры различных сетевых устройств, серверов, их способность обеспечить согласованное и надежное функционирование приложений. Качество управляющей системы определяется тем, насколько она способна гарантировать производительность и надежность на уровне приложений, поэтому интеграция данных о ресурсах, трафике и производительности приложений в единой управляющей среде становится ключевым фактором успешного использования информационных технологий. Для эффективного и продуктивного управления информационной средой выбираются наилучшие средства и системы, которые активно развиваются, набор их функций и возможностей постоянно пополняется.

Большинство современных управляющих систем дает представление о состоянии информационной среды и средствах контроля над системами. Средства определения сетевой топологии, управление событиями и возможности удаленной конфигурации обеспечивают так называемое "реактивное" управление, ориентированное на быстрое исправление неполадок и эффективность повседневного сопровождения распределенной среды. Однако для действительно эффективного управления администраторам нужнее анализ использования сети за определенный период времени и тенденций возникновения ошибочных ситуаций, который способен обеспечить поддержку принятия решений.

В настоящее время разрабатываются управляющие средства с автоматизированным ответом, которые сделают реальностью отказоустойчивую информационную среду. Заманчивой перспективой для поставщиков программного и аппаратного обеспечения является возможность оборудовать свои продукты средствами самовосстановления, которые

смогут сделать их работу максимально эффективной. Однако такая среда потребует беспрецедентной степени интеграции механизмов сбора данных, аналитических средств и систем устранения неисправностей и будет напрямую зависеть от степени зрелости методов корреляции событий, позволяющих скоординировать процесс анализа ошибок и реакцию на них.

Как показывают научные исследования, вложения в интегрированные системы управления чаще всего дают гораздо более высокую отдачу, чем использование отдельных управляющих средств для различных системных и сетевых ресурсов. В действительно интегрированной среде одно управляющее приложение имеет единый интерфейс и единое представление данных для различных вычислительных платформ, что позволяет администратору работать с множеством систем с одной консоли и разделять информацию между различными дисциплинами управления. Таким образом, основными характеристиками интегрированной системы управления являются следующие:

- кросс-платформенность - приложение, которое реализует функции отдельной дисциплины управления и прозрачно для различных операционных сред;
- открытость - возможность интеграции средств управления других поставщиков. Кросс-дисциплинарные возможности обеспечивают совместную работу различных управляющих модулей и тем самым повышают эффективность всей системы в целом. Например, можно интегрировать средства управления программным обеспечением с приложением управления хранения. В результате программа резервирования будет информирована о том, какие прикладные системы устанавливались в последнее время, и выполнять резервирование только при необходимости. В полностью интегрированной среде управления должен быть реализован унифицированный, открытый способ просмотра и разделения информации, который может использоваться всеми входящими, в эту среду управляющими приложениями на всех вычислительных платформах;
- согласованность пользовательского интерфейса, должна иметься возможность разделения информации между различными операционными средами и дисциплинами управления. Реализация этой возможности подразумевает наличие общего, возможно распределенного репозитория данных и объектно-ориентированной базы (например, объектно-ориентированная база интегрированного семейства управляющих приложений TME 10 компании Tivoli). Также она должна обеспечивать представление информационной инфраструктуры с точки зрения системного и сетевого управления, обеспечивать иерархическую организацию управления. В большой мультиплатформенной, распределенной вычислительной среде ежедневно приходится выполнять множество управляющих "транзакций": генерацию сообщений о событиях, модификацию учетной информации пользователя, распределение нового программного обеспечения, операции по хранению данных, сбор информации о производительности и т. д.

Использование интегрированной автоматизированной системы научных исследований, удовлетворяющей перечисленным выше условиям, может существенно повысить эффективность работы. Интеграция позволяет администратору за одну операцию охватить множество платформ одновременно и предотвратить возникновение ошибок из-за повторения однотипных действий. Автоматическая корреляция событий с разных платформ также повышает качество работы. Открытость управляющей среды реализуется с помощью прикладных интерфейсов и других средств таких, как пакет модулей интеграции Tivoli/Plus в TME 10 или средство создания агентов в Unicenter-TNG. Эти возможности позволяют интегрировать новые продукты, а также те системы, которые уже использовались в организации и по-прежнему представляют ценность для нее. Как показали исследования IDC, использование автоматизированных управляющих систем, и в особенности интегрированных сред управления, существенно повышает продуктивность решения следующих основных задач: администрирование пользователей и ресурсов (защита и контроль доступа).

Важной частью разрабатываемых АСНИ является программное обеспечение, в котором выделяют операционную систему и специальное программное обеспечение, ориентированное на непосредственное решение задач, поэтому последнее должно отвечать

специфическим требованиям. Так, на основании собранной информации, вырабатываются управляющие воздействия и передаются на объект так быстро, чтобы они не успели утратить своих оптимальных свойств.

Характерной особенностью систем автоматизации экспериментальных исследований является их уникальность, в связи с чем при создании каждой новой системы приходится разрабатывать свое собственное ПО. В ходе исследований по мере накопления и обработки данных экспериментов может измениться цель исследования или даже объект, так как предусмотреть заранее все варианты не удается, то в ПО таких систем включаются программы, использование которых наиболее вероятно.

В процессе экспериментального исследования выделяют этапы моделирования и планирования эксперимента, реализации построенных планов и обработки данных. По мере накопления результатов наблюдений уточняется представление об объекте, выдвигаются новые гипотезы о механизме явлений в нем, строятся модели, соответствующие заданным целям исследований. С появлением АСНИ стало возможным в широких масштабах ставить и решать сложные научно-исследовательские задачи. Эффективность применения специального программного обеспечения (ПО) может быть обеспечена лишь при полном использовании возможностей операционной системы (ОС).

Важной задачей при разработке АСНИ является техническая и программная совместимость между различными типами ЭВМ, используемых в проектируемой системе и системах, с которыми АСНИ могут быть связаны в рамках информационных сетей.

Современные АСНИ немыслимы без информационно-вычислительных сетей, центральное место в составе которых занимают задачи научно-информационного сервиса.

С появлением ПК и распределенных систем клиент/сервер установка новых систем и приложений значительно усложнилась. На это повлияли такие факторы, как дисинтеграция аппаратного и программного обеспечения, сложность распределенных приложений, ужесточение пользовательских требований к гибкости системы и необходимость быстро реагировать на изменение в организациях. В информационной среде предприятия аппаратные расширения бывают как минимум раз в год, реинжиниринг основного ПО необходим каждые несколько лет, а незначительные модификации в прикладной области происходят постоянно. В результате возникает необходимость в автоматизации управления распределением и модификациями различных типов.

Дополнительные проблемы порождают клиентские компьютеры, которые часто требуют тщательной индивидуальной настройки. К инструментальному средству или набору средств для управления развертыванием предъявляются различные технические требования, которые сводятся к двум базовым принципам:

1) *масштабируемости*, характеризующей производительность управляющей системы, т.е. возможности работы с большим числом различных конфигураций, распределением больших файлов, размещением по тысячам или десяткам тысяч настольных систем и по большому числу различных соединений в локальных и глобальных сетях;

2) *управляемости*, означающей возможность управления развертыванием без вмешательства человека. Использование интегрированных сред управления в процессах развертывания позволяет почти вдвое сократить затрачиваемое на эти задачи время.

Кросс-платформенное решение способно распределять ПО из единого хранилища на все необходимые системы одновременно с помощью одного управляющего приложения, учитывая при этом конкретные требования данной платформы. Примером такого управляющего приложения может служить Tivoli TME 10 Cougier, которое, действуя вместе с модулем управления ресурсами TME 10 Inventory, позволяет развертывать приложения по всем разнородным компонентам информационной системы предприятия, от центров, данных на базе мэйнфреймов до web-серверов, и гарантирует не только корректную инсталляцию ПО, но и его правильное функционирование. Как и в случае с развертыванием систем, модель клиент/сервер усложняет процесс администрирования пользователей, охватывающий теперь и все операции по управлению доступом к корпоративным ресурсам (персональные учетные данные пользователей и файлы в их личных каталогах, прикладные системы корпоративного масштаба).

Согласованное управление пользователями и ресурсами, обеспечение слаженного и эффективного изменения методов доступа к необходимым приложениям и данным способны реализовать только интегрированные системы управления. Эти системы представляют собой унифицированное средство, которое поддерживает как системы, так и приложения, обеспечивает быстрое администрирование на основе политики организации (policy-based), определяющей права доступа в зависимости от положения или роли пользователя на предприятии. По данным IDC, выполнение административных операций в интегрированной среде позволяет более чем вдвое снизить затрачиваемое на эти задачи время для 100 пользователей.

Эффективность развертывания приложений и систем управления пользователями и ресурсами в распределенной среде напрямую влияет на эффективность работы предприятия. Положение усугубляется тем, что в современной среде клиент/сервер сбой могут происходить в самых разных точках - сетевой и системной аппаратуры, операционной среде, базах данных, промежуточном ПО, бизнес-приложениях - естественно, как на стороне клиента, так и на серверах. Огромное число взаимодействий между всеми этими элементами, и, во многих случаях, их географическая разбросанность, делают поиск исходной причины сбоя трудоемкой задачей, требующей немалого времени. Выход из строя инфосистемы может обойтись предприятию очень дорого. Возникает необходимость автоматизировать процесс управления операционной доступностью информационной среды с помощью специальных систем. Однако до сих пор использовались автономные продукты для решения разных проблем на разных платформах.

Ранее создавались отдельные системы для управления производительностью, доступностью, планированием пропускной способности, восстановлением при сбоях, архивированием данных, планированием пакетных заданий, справочными службами на различных системах и сетях. С появлением распределенных сред потребовалось интегрировать эти разрозненные управляющие приложения для того, чтобы наборы их функций не перекрывались, а дублирование было сведено к минимуму. Отдельные системы управления в одной распределенной среде разделяют сетевую инфраструктуру и информацию: администратор работает с ними с одной консоли, но реальной интеграции не происходит - нет эффективного механизма совместного использования данных. Для действительной интеграции требуется, чтобы одно управляющее приложение имело общий интерфейс и использовало унифицированные данные для разных платформ, а различные приложения могли совместно использовать информацию. В архитектуре Unicenter TNG, например, предусматривается интеграция управляющих функций для всех ресурсов. Кросс-платформенная поддержка общих служб управления, разделение данных между управляющими функциями, открытый интерфейс для включения взаимодополняющих продуктов - это те факторы, благодаря которым использование интегрированной системы управления, позволяет добиться экономии средств, затрачиваемых на контроль и сопровождение инфосистемы предприятия.

Выбор отдельных приложений, автоматизирующих те или иные аспекты управления корпоративными информационными ресурсами, потребует определенных усилий и материальных вложений для их интеграции, чтобы получить более или менее согласованную управляющую среду. Однако, использование уже интегрированной серии, добавление в нее новых возможностей снимает необходимость в такой работе и необходимость дополнительных затрат.

Интегрированные автоматизированные системы научных исследований благодаря высокой эффективности быстро окупаются, экономят средства, затрачиваемые на выполнение управляющих операций. В настоящее время научные исследования во многих областях знаний проводят большие коллективы ученых, инженеров и конструкторов с помощью весьма сложного оборудования.

## ***Примеры автоматизированных систем научных исследований***

1. *Автоматизированная система научных исследований физико-химических и технологических свойств реагентов.* Двухуровневая АСНИ ориентирована на интенсификацию технологических испытаний и физико-химических исследований полимерных систем на основе линейных разветвленных и сетчатых полиэлектролитов. С позиций системного подхода рассматривается задача комплексного оценивания новых реагентов при разработке новых технологий полимерного воздействия на нефтяные пласты с целью увеличения нефтеотдачи.

В соответствии с направлением разработки АСНИ рассматриваются АРМ экспериментаторов, экспериментальные стенды по видам обеспечения. На нижнем уровне АСНИ реализованы АРМ группы низкосдвиговых вискозиметров, реогониометра, реометра. Комплекс технических средств нижнего уровня АСНИ включает пять микроЭВМ, связанных с экспериментальными установками и с верхним уровнем АСНИ. На верхнем уровне АСНИ расположены миниЭВМ, которые поддерживают базы данных по результатам экспериментальных исследований свойств реагентов, технологическим свойствам композиции, закачиваемых на объектах внедрения, географическим условиям и составам пластовых и закачиваемых вод, научно-технической документации.

2. *Автоматизированная система научных исследований экспериментального стендового комплекса.*

АСНИ стендового комплекса направлена на решение следующих задач научного эксперимента:

- 1) сбор и регистрация входных данных;
- 2) автоматизированное управление экспериментальным стендом;
- 3) обработка входных данных в реальном масштабе времени;
- 4) выполнение алгоритмов анализа, оценки и интерпретации входных данных;
- 5) накопление данных об объекте исследования, создание архива;
- 6) оформление и выдачу информации в удобной форме.

Система имеет распределенную многоуровневую структуру, в которой можно выделить четыре подсистемы:

- 1) подсистему сбора и регистрации экспериментальных данных;
- 2) подсистему управления;
- 3) подсистему после экспериментальной статистической обработки информации;
- 4) подсистему хроматографического анализа.

Взаимосвязь подсистем обеспечивается техническими и программными модулями поддержки локальной неоднородной вычислительной сети.

АСНИ обеспечивает опрос аналоговых и дискретных входных сигналов, регистрацию и отображение получаемой информации с переменным периодом, дискретное управление исполнительными механизмами, контроль состава газовых смесей.

К особенностям данной АСНИ по сравнению с другими аналогичными системами, определяющими ее информационную эффективность, следует отнести:

- открытость - систему можно дополнять любой функцией, возможен обмен с другими системами;
- гибкость - возможность построения на базе данной АСНИ систем самого различного назначения;
- надежность - горячее резервирование и дублирование, защита от несанкционированного доступа;
- модульность - использование при разработке современных программно-управляемых модульных технических средств и методов.

Система используется в научно-исследовательских институтах при проведении физических экспериментов, характеризующихся сложной динамикой протекающих в экспериментальных установках процессов, при автоматизации предприятий энергетики и ядерно-топливного цикла.

#### 4.7. Координация компонентов интегрированных систем управления

Функционирование интегрированной автоматизированной системы управления требует обеспечения координируемости ее компонентов как по информационной и нормативной базе, так и по формируемым управленческим решениям.

Взаимосвязанность по информационной и нормативной базе в ИАСУ определяется исходя из того, что каждый компоненте соответствует своя степень подробности описания объекта. В связи с этим и детализация используемой информационной и нормативной базы должна меняться при переходе от уровня к уровню, т.е. от компоненты к компоненте. При этом должен существовать механизм перехода от детализации информации на уровне I к детализации информации на уровнях I+1 и I-1.

При координируемости по формируемым управленческим решениям задача координатора, в качестве которого выступает система верхнего уровня, состоит в выработке таких рекомендаций системам нижнего уровня, которые приведут к желательным результатам.

Координируемость решений в ИАСУ рассматривается как координация решений двух уровней совокупности элементов, обуславливающая формулирование согласованных решений двух взаимосвязанных компонент ИАСУ. Для координации решений предлагается следующая детализация элементов:

- параметры, формируемые на верхнем уровне иерархии и выступающие в качестве ограничений в задачах нижнего уровня;
- параметры, характеризующие состояние производственного процесса, которые передаются с нижнего уровня на верхний уровень;
- механизм соподчинения задач, решаемых на нижнем и верхнем уровнях иерархии;
- регламентация действий верхнего и нижнего уровней в единой системе.

Принципы координации ИАСУ принято рассматривать на примере двухуровневой системы, в которой рассматриваются цели функционирования трех типов, соответствующие трем типам решаемых задач - это глобальные, определенные по отношению ко всей системе и всему процессу производства, и задачи, решаемые вышестоящей и нижестоящей управляющими системами. Цели могут быть сходными и различными, а иногда и противоречивыми. В непосредственном контакте с производственным процессом находятся элементы нижнего уровня, поэтому достичь глобальной цели можно только через действия этих элементов. В связи с этим они должны быть координируемы как относительно решаемой выше задачи, так и задач, решаемых вышестоящими элементами. По сути дела координация сводится к обеспечению желательных результирующих взаимодействий элементов. Возможны три подхода для реализации такого взаимодействия.

1. Прогнозирование взаимодействий, которое осуществляется путем прогноза точного значения ожидаемого состояния процесса, например, с помощью имитационного моделирования.

2. Согласование взаимодействий, которое сводится в условиях производства к специализации последнего, к раздельному планированию разных видов производства в соответствии с требованиями рынка.

3. Оценка взаимодействия, которая является обобщением принципа прогнозирования. Координатор здесь не сообщает точных значений сигналов, а лишь ограничивает область их изменения.

Целесообразность и широта применения того или иного принципа зависят от специфики конкретного производства.

При реализации ИАСУ должны обеспечиваться информационное разделение и координация локальных решений. Информационное разделение заключается в обеспечении возможности оценивать одни подсистемы другими подсистемами, не изменяя при этом ни цели, ни ограничения, накладываемые на решения локальных подсистем.

Координация локальных решений состоит в том, что верхняя подсистема может оказывать влияние на нижние подсистемы на основании своих собственных наблюдений и окружающей среды.

В зависимости от целей верхнего и нижнего уровней ИАСУ могут возникнуть ситуации: командная, когда имеется общая единая цель, и соревнования, когда цели раздельные.

При координации компонентов детерминированной ИАСУ элементами нижнего уровня являются технологические процессы с действующими на них АСУ. Модели этих элементов имеют весьма сложную структуру и большую размерность, управляющими воздействиями, например, являются температура, давление и т.п. Верхним уровнем или, как говорят, "центром", является управляющий орган предприятия, его интерес - это некоторые обобщенные показатели, такие как выпуск продукции и технологические затраты. Таким образом, на верхнем уровне рассматривается некоторый векторный показатель работы, оптимизацию которого проводят при локальных ограничениях. При этом ясно, что при любом разумном критерии верхнего уровня оптимальным режимом технологических процессов является такой режим, при котором нельзя одновременно увеличить выпуск продукции и снизить затраты, поэтому компонентами векторного критерия элементов, который требуется максимизировать, являются выпуск продукции и затраты с обратным знаком.

Решение данной задачи складывается из поочередного решения задачи локальной оптимизации и координирующей задачи. В результате решения координирующей задачи определяют координирующие сигналы, которые определяют локальные оптимизации, а в результате решения задач локальной оптимизации находят новые эффективные точки, являющиеся функциями координирующих сигналов, вследствие чего они получили название координирующих функций. Для разных элементов можно выбирать разные координирующие функции. В зависимости от выбора этих функций и алгоритма решения локальных задач оптимизации и координирующей задачи можно построить большое число *итеративных алгоритмов* решения данной задачи. В большинстве методов решение определяется в ходе итеративного обмена информацией между верхним и нижним уровнями. На каждом шаге итеративного процесса поочередно решаются задачи локальной оптимизации и координирующая задача верхнего уровня.

В результате решения локальных задач находят допустимые варианты работы подсистем нижнего уровня, которые являются входом для координирующей задачи, выход которой, в свою очередь, определяет локальные задачи подсистем. Координирующими сигналами могут быть цены, ограничения на ресурсы и др.

В большинстве практических ситуаций обмен информацией между верхним уровнем и нижним связан с большими затратами времени. В связи с этим реализация итеративного процесса затруднена или совсем не возможна. В подобных случаях используют безытеративные алгоритмы координации, когда решение определяется в результате однократного обмена информацией между уровнями.

*Безытеративная процедура координации* включает в себя три основных этапа.

1. В подсистемах нижнего уровня формируется некоторая обобщенная информация об ее возможностях и интересах.

2. На базе сформированной информации, на этапе 1 решается координирующая задача верхнего уровня, полученный координирующий сигнал передается на нижний уровень.

3. Решаются локальные задачи оптимизации нижнего уровня после получения координирующего сигнала.

Существенным моментом безытеративных методов является выбор информации, передаваемой на верхний уровень, так как она должна быть пригодна для решения координирующей задачи, поэтому часто приходится делать упрощающие предложения, например, брать среднее значение некоторой технологической переменной.

Безытеративный алгоритм координации используется, например, для решения задач распределения ресурсов двухуровневой линейной системы и дает точное решение. Идея алгоритма заключается в следующем: в подсистемах нижнего уровня рассматриваются задачи векторной линейной оптимизации с ограничениями в виде локальных ограничений подсистем; векторный же критерий включает показатели, передаваемые на верхний уровень.

Далее определяются эффективные крайние точки рассматриваемых задач с помощью многокритериального симплекс-метода, показывается, что оптимальное решение представляет собой линейную комбинацию найденных точек. В заключение находят детализированный вектор локальных переменных, обеспечивающий получение оптимального решения.

После этого рассматривается процедура координации работы взаимосвязанных технологических процессов в сложном технологическом комплексе с учетом действующих возмущений различной частоты. Формулируются предложения, которые делаются при конструировании координирующей задачи. В системах с иерархической структурой вводятся локальные управляющие органы, реагирующие на возмущения, затрагивающие отдельные подсистемы. Такие возмущения, как правило, имеют большую частоту. Верхний уровень реагирует на возмущения меньшей частоты, существенные для всей системы, тогда иерархическая система функционирует по определенным тактам, которые определяются моментами обмена информацией между уровнями. Такие системы называют квазибезытеративными, понимая под этим отсутствие итеративного обмена информацией между уровнями в пределах такта.

Типичным примером квазибезытеративной системы служит система оперативного управления технологическим комплексом, состоящим из ряда взаимосвязанных технологических процессов, на которых действует АСУ ТП.

На процесс функционирования ИАСУ существенное влияние оказывает фактор неопределенности, неучет которого при использовании детерминированных моделей приводит к таким расчетным значениям управляющих воздействий, которые на практике реализовать трудно. В связи с этим естественно в ИАСУ применять *стохастическую координацию*, используя вероятностные модели нижнего уровня.

В стохастической постановке решения локальных задач оптимизации определяются изменением случайных или управляющих воздействий с верхнего уровня. Изменение первого типа приводит к нарушению в ограничениях, накладываемых на выходные показатели. Изменения второго типа впоследствии связаны с нарушениями локальных критериев.

В двухуровневых системах при стохастической координации взаимодействие между уровнями осуществляется следующим образом. На основании полученной информации для подсистем нижнего уровня проверяются ограничения и вычисляются значения целевой функции. При этом возможны два случая: либо нарушаются ограничения, либо значение целевой функции отклоняется от требуемого значения. Следует учесть, что для элементов нижнего уровня необходимо найти новые управляющие воздействия. Нахождение новых управляющих воздействий требуется также при изменении параметров задачи координации.

В первом случае решение задачи координации по вероятностным моделям включает следующие этапы:

1. Анализ характера исходной информации и выявление случайных параметров модели, имеющих малую дисперсию, в целях их замены детерминированными переменными.
2. Формирование модели с вероятностными ограничениями.
3. Анализ статистических характеристик случайных факторов и выбор уровня надежности.
4. Преобразование вероятностной формы модели в детерминированную эквивалентную форму.
5. Решение детерминированной модели.

Во втором случае вероятности рассматриваются как компоненты информации, выдаваемые верхним уровнем подсистемам нижнего уровня, при этом задача выбора компромиссного управления включает также определение этих вероятностей. При учете случайных возмущений в иерархических системах наряду с задачей выбора компромиссных управляющих воздействий возникает задача выбора компромиссных значений вектора вероятностей.

Подход к решению перечисленных задач основан на эквивалентном преобразовании задач стохастического программирования в задачи детерминированного программирования. Выбор компромиссных управляющих воздействий сводится к задаче принятия решения по множеству критериев.

При обмене информации между уровнями иерархической системы учет особенностей человека, формирование знаний в оценке ситуации и выбор решений, представленных в формализованном виде, а также возможность формирования запросов человека в ЭВМ путем использования естественного языка намного упрощают процедуры и алгоритмы координации, что дает возможность получить более реальные и надежные результаты.

Эффективным аппаратом, позволяющим формализовать подобную информацию, является теория нечетких множеств, которая послужила началом развития нового направления в теории координации в многоуровневых иерархических системах - *нечеткой координации*.

В двухуровневых системах, состоящих из элементов нижнего уровня и "центра", схему координации решений, описываемых нечеткими моделями, на базе которых решаются локальные нечеткие задачи векторной оптимизации, можно представить следующим образом.

Нечеткие координирующие сигналы поступают к элементам нижнего уровня, они позволяют преобразовать векторные критерии нижних подсистем в скалярную величину. При передаче информации с нижнего на верхний уровень решение каждой локальной подсистемы представляется в виде нечеткого числа. Целесообразность такого представления определяется тем, что на верхний уровень передается формализованная информация в виде, наиболее приближенном к виду, принятому в реальных условиях производства. После получения обобщенных показателей в виде нечетких чисел, верхний уровень стремится максимизировать некоторую глобальную функцию, отражающую результаты деятельности всего предприятия в целом, при этом на этом уровне вырабатываются нечеткие координирующие сигналы, которые обеспечивают такие соотношения показателей подсистемы нижнего уровня, чтобы выбранная целевая функция достигала своего максимума.

Алгоритм решения задачи координации состоит из двух этапов:

1. Определение нечетких множеств координирующих сигналов верхнего уровня.
2. Получение решения задачи координации.

Изменения во внешней среде вводятся в модель за счет корректировки весовых коэффициентов.

Преимуществом задачи нечеткой координации является расширение возможностей человека - лица принимающего решение, так как в своей деятельности он руководствуется не только жесткими альтернативами, но и конкретной ситуацией на производстве, прибегая к своей интуиции и опыту. Кроме того, оператор, получив оптимальный режим в виде нечетких чисел, руководствуется этим числом, варьируя им в зависимости от конкретной ситуации.

## ГЛАВА 5. ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В главе приведены примеры реализации интегрированных автоматизированных систем управления. Рассмотрены теоретические и практические аспекты выбора системы комплексной автоматизации. Дана характеристика предприятия как объекта автоматизации. Приводятся примеры применения современных информационных технологий для реализации элементов интегрированной системы управления предприятием. Рассмотрены принципы создания, структура и особенности функционирования автоматизированных информационных систем управления предприятиями (MRP II / ERP, EAM, CRM, SCM, BPMS, B2B, КИУС и др.).

### 5.1. Корпоративные информационно-управляющие системы (КИУС)

В настоящее время задача автоматизации бизнес-процессов является актуальной практически для каждого предприятия. Уже не стоит вопрос: “Надо или не надо заниматься автоматизацией?” Возникла проблема: “Как, каким образом это осуществить”. Проблематика построения комплексных систем автоматизации бизнес-процессов (корпоративных информационных систем – КИС) за последние годы привела к созданию самостоятельного направления науки об управлении и развитию целой отрасли наукоемких технологий.

Экономическими предпосылками создания и использования КИС являются:

- обеспечение гибкости рыночно-продуктовой стратегии;
- эффективное взаимодействие с партнерами;
- эффективная работа с клиентами;
- эффективное управление ресурсами и процессами;
- оперативное получение достоверной информации;
- анализ больших информационных объемов.

Корпоративная информационная система (КИС) - информационная система, поддерживающая оперативный и управленческий учет на предприятии и поставляющая информацию для принятия управленческих решений.

Основные требования, предъявляемые к современным КИС:

1. Функциональность. Реализация принципа функциональности подразумевает непрерывное соответствие КИС потребностям предприятия на протяжении жизненного цикла системы и обеспечивает возможность ее расширения и модернизации.

2. Комплексность. Принцип комплексности предполагает интеграцию и учет в системном проекте всех смежных функциональных задач, источников и пользователей информации, с которыми прямо или косвенно взаимодействует КИС. Реализация данного принципа обеспечивает единство и целостность информационного пространства.

3. Стандартизация. Реализация принципа стандартизации подразумевает соответствие международным и национальным стандартам в области информатизации, отраслевым стандартам и нормативам, а также стандартам и нормативам, которые будут приняты в рамках создания КИС. Реализация данного принципа обеспечит возможность интеграции каждой функциональной задачи в сложные иерархические системы.

4. Масштабируемость. Данный принцип обеспечивает возможность поэтапного наращивания КИС путем подключения и ввода в действие новых функциональных модулей, расширяющих область применения системы, и пользователей (подразделений), включенных в совместную работу.

5. Преимущество. Предполагает эволюционное развитие всего комплекса информационно-технологических средств. На каждом новом этапе развития системы обеспечивается максимальное сохранение и использование действующих модулей, алгоритмов, правил, данных и их форматов, а также технических средств. В процессе развития системы ее существующие элементы должны не только сохраняться, но и их функциональность (эффективность использования) должна по возможности увеличиваться за

счет повышения комплексности системы в целом и полноты использования ее возможностей.

6. Экономическая эффективность. Вложения в информационные технологии – это долгосрочные вложения в бизнес, которые не только его поддерживают, но и развивают, переводя его на качественно новый уровень. Информатизация не только снижает затраты предприятия, но и создает дополнительную прибыль за счет повышения качества, управляемости, увеличения конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности.

Основными тиражируемыми (типовыми) компонентами КИС являются:

- системы управления предприятиями (MRP-II - Manufactory Resource Planning / KRP - Enterprise Resource Planning);
- системы управления активами и фондами (БАМ - Enterprise Asset Management);
- системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM - Customer Relations Management);
- системы управления цепочками поставок (SCM - Supply Chain Management);
- информационно-аналитические системы (НАС);
- системы расчета зарплаты и учета кадров и др.

Наполнение предметной части КИС существенно зависит от профиля деятельности предприятия. В качестве примеров таких компонентов можно привести:

- отраслевые и специализированные учетные системы, назначением которых является поддержка выполнения учетных функций на предприятии с ориентацией на его специфику (если правила бухгалтерского учета являются едиными для предприятий всех видов деятельности, то методы производственного, торгового, складского и кадрового учета могут существенно отличаться не только по отраслям, но и по отдельным предприятиям в рамках отрасли);

- системы автоматизированного проектирования (САПР) - назначением которых является автоматизация работ по подготовке новых технологических решений, инженерных расчетов, графической проектной документации (чертежей, схем, эскизов), моделированию проектируемых объектов.

Основными различиями между зарубежными и российскими КИУС являются следующие:

1. Зарубежные системы ориентированы на хорошо структурированную иерархическую систему бизнес-процессов предприятия.

2. Зарубежные системы, как правило, опираются на наборы стандартов, которым процессы должны удовлетворять,

3. Зарубежные системы, направленные на автоматизацию управления, поддерживают полный набор управляющих функций: планирование - контроль отклонений (учет) - регулирование.

4. Российские системы более полно учитывают национальные особенности, российскую учетную специфику.

5. Логика российских систем близка российским управленцам.

6. Российские системы более удобны в случае работы с неполными, недостоверными или конфиденциальными данными.

Значительное число проектов в отечественной практике создания КИС завершается неудачно либо имеет тенденцию неограниченного увеличения сроков внедрения при одновременном отсутствии значимых результатов. При этом объяснение причины неудачи является традиционным - «предприятие не готово к внедрению». На самом деле основные причины неудач лежат в несколько иной плоскости.

1) Фактически не система настраивается под предварительно реорганизованные бизнес-процессы конкретного предприятия, а наоборот, предприятие перестраивается под систему. При этом зачастую и сам выбор системы осуществляется не на основе детальных функциональных требований к соответствующей компоненте КИС, а попросту навязывается поставщиком.

2) Фактически настройки осуществляются членами проектной группы самого предприятия (бухгалтерами, экономистами, плановиками и т.п.), прошедшими короткое обучение, консультанты лишь отвечают на их конкретные вопросы и решают вставшие перед ними проблемы.

В качестве примеров КИУС на российском рынке можно привести следующие: “Галактика” (корпорация “Галактика”), “Цефей” (комплекс “Эталон”), “Алеф Консалтинг и Софт” (система Алеф-бухгалтерия), “Гроссмейстер” (система “Учет и анализ финансово-хозяйственной деятельности крупной корпорации”), “Ай Ти” (комплексная ИС “Босс-Корпорация”). Западные системы для крупного бизнеса: “R/3” и “Scala” (управление бизнесом в транснациональных корпорациях), “SunSystems” (ведение консолидированного учета зарубежных филиалов), “Platinum ERA” (выполнение разnosки нескольких тысяч операций в минуту с одновременной работой до 200 пользователей и поддержки электронной коммерции).

## **5.2. Автоматизированные системы управления предприятиями**

### **5.2.1. Системы управления ресурсами предприятий (MRP/ERP)**

Системы управления ресурсами предприятий предназначены для управления и планирования производственного процесса (существенно, что учетные функции выполняют вспомогательную роль). Системы данного класса часто ориентированы на одну или несколько отраслей и/или видов производства: серийное сборочное (электроника, машиностроение), малосерийное и опытное (авиация, тяжелое машиностроение), дискретное (металлургия, упаковка), непрерывное (нефтедобыча, газопереработка). Имеют значение также и типы организации производственного процесса: циклическое повторное производство (планирование выполняется на определенный срок - квартал, месяц, год), производство на заказ (планирование выполняется только при поступлении заказа), разработка на заказ (самостоятельная разработка нового заказа с последующим производством), производство на склад, смешанное производство. Такая специализация отражается в наборе функций системы и регламентируется наличием бизнес-модели типа производства, являющейся ядром производственной системы и аккумулирующей рекомендации по производственному управлению. В настоящее время существует четыре свода таких рекомендаций, по которым должны производиться планирование и контроль различных этапов производственного процесса:

- Material Requirements Planning (MRP) включает только планирование материалов для производства;
- Manufacturing Resource Planning (MRP-II) позволяет планировать все производственные ресурсы;
- Enterprise Resource Planning (ERP) позволяет объединять все ресурсы предприятия;
- Customer Synchronized Resource Planning (CSRP) охватывает также и взаимодействие с клиентами.

Концепция управления производством и запасами MRP-II стандартизована, последняя редакция соответствующего стандарта (MRP-II Standard System) была опубликована в 1989 г. Американской ассоциацией управления производственными ресурсами (APICS). Принадлежность программного решения к классу MRP-II означает функциональную поддержку выполнения следующего единого цикла:

- планирование заказов клиентов;
- планирование потребности в сырье и материалах для выполнения заказов;
- планирование производственных ресурсов;
- контроль за исполнением производственной программы.

Главной целью концепции ERP является распространение принципов классического MRP-II на управление современными предприятиями - не внося революционных изменений в механизм планирования производственных ресурсов, она позволяет решить ряд дополнительных задач, связанных с комплексным управлением предприятием. ERP-система представляет собой решение, поддерживающее полный цикл планирования производства согласно стандарту MRP-II, а также имеющее следующие дополнительные возможности:

- планирование производства для сложных (многофилиальных структур, холдингов, групп компаний) объектов;

- управление финансами;
- управление персоналом;
- референсные, типовые, отраслевые решения.

В настоящее время на рынке представлено большое количество систем управления ресурсами предприятий (отличающихся стоимостью, количеством поддерживаемых функций, специализацией по отраслям и/или видам производства, средствами анализа и формирования отчетности и т.п.), характеризующихся управлением практически всеми видами деятельности и всеми видами ресурсов, первичностью производственных процессов (а не бухгалтерского учета), возможностью охвата корпораций, холдингов и т.п., а не отдельных предприятий. Перечислим наиболее значимые критерии выбора такой системы:

- соответствие требованиям вышеперечисленных общепринятых стандартов и методологий управления производством;
- наличие отраслевой специфики;
- удовлетворение корпоративным стандартам (стандартам уровня предприятия);
- наличие высокоуровневых средств разработки, позволяющих добавлять новую функциональность и/или модифицировать существующую;
- возможность интеграции с другими приложениями (в том числе и с унаследованными системами);
- наличие реализованных проектов для аналогичных предприятий;
- практический опыт реализации проектов компанией, осуществляющей внедрение.

### 5.2.2. Системы управления активами и фондами (EAM)

EAM (Enterprise Asset Management) представляет собой интегрированный ориентированный на активы/фонды подход к управлению производственной деятельностью, позволяющий предприятиям с большими вложениями в основные средства значительно увеличить чистую прибыль. Системы управления активами и фондами предприятия - это новая и быстро растущая категория систем, отвечающая специфическим требованиям к технологиям капиталоемких предприятий. В табл. 5.1 приведены основные отличия подхода EAM от MRP/ERP.

Таблица 5.1.

#### Основные отличия подхода EAM от MRP/ERP

| MRP/ERP  | EAM   |
|--|---|
| Ориентация на продукт  | Ориентация на процесс   |
| Производство оборудования  | Эксплуатация оборудования   |
| Материалы, необходимые для производства новых товаров  | Материалы, требуемые для поддержания существующих активов   |
| Рабочие задания инициируются необходимостью создать новые изделия                                  | Рабочие задания инициируются необходимостью в ремонте, перестройке или техническом обслуживании активов |
| Статичный лист заказа материалов - маленькие изменения в типах материалов в зависимости от задания | Динамичный список заказа, основанный на различных типах проектов, работ и конфигурации оборудования     |
| Большие объемы относительно небольшого количества деталей от нескольких производителей             | Небольшие объемы очень большого числа деталей от многих производителей и поставщиков                    |

| <b>MRP/ERP</b>   | <b>EAM</b>  |
|--|---|
| В производстве людей занято больше, чем в техническом обслуживании                 | В техническом обслуживании людей занято больше, чем в производстве  |
| Материалы закупаются на основе прогноза продаж                                     | Материалы закупаются на основе спланированного технического обслуживания, ремонтной истории и статистики использования материально-производственных запасов |
| Относительно простой список материалов, определяемый заказами на отделку продукции | Крайне сложный список материалов для разных типов оборудования и работ  |
| Легко предсказать потребность в материалах на основе прогноза продаж               | Трудно предсказать потребность в материалах на основе выходов из строя и состояния оборудования   |

Под активами и фондами понимается все, что требуется для обеспечения работы предприятия (люди, деньги, оборудование, машины, материально-производственные запасы, здания и сооружения, инструменты и т. д.).

EAM-системы применяются в таких отраслях, как горнодобывающая промышленность, обрабатывающая промышленность, транспорт и перевозки, оборонная промышленность, а также на предприятиях по эксплуатации инженерных коммуникаций, коммунальных предприятиях, вырабатывающих, поставляющих и распределяющих газ, воду, электроэнергию и т.п. Они обеспечивают управление полным жизненным циклом фондов/активов с использованием управления прогнозированным и превентивным техническим обслуживанием, управления материалами, кадрами, производственной и финансовой деятельностью. Обычно такие системы включают следующие основные модули:

- управление производственной деятельностью, техническим обслуживанием и ремонтом;
- управление материалами;
- управление персоналом;
- управление финансами.

### **5.2.3. Системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM)**

Системы управления взаимоотношениями с клиентами предназначены для автоматизации сбора и анализа данных по субъектам рынка (клиентам, партнерам, конкурентам, контактными лицам) и их взаимоотношениям с предприятием, интерактивного взаимодействия с ними, поддержки принятия решений по привлечению и удержанию наиболее прибыльных клиентов для получения устойчивого роста доходов предприятия. В основе таких систем лежит соответствующая стратегия управления взаимоотношениями с клиентами CRM (Customer Relationship Management), основанная на применении современных управленческих и информационных технологий, с помощью которых предприятия аккумулируют знания о клиентах для выстраивания взаимовыгодных отношений с ними. Стратегия CRM определяет взаимодействие с клиентами во всех организационных аспектах; она касается рекламы, продажи, доставки и послепродажного обслуживания, дизайна и производства продукта, выставления счетов и т.п. Она основана на следующем:

- наличия единого информационного хранилища сведений о всех случаях взаимодействия с клиентами;
- синхронизации управления каналами взаимодействия с клиентами за счет применения соответствующих регламентирующих организационных процедур;

- постоянном анализе собранной информации и принятии соответствующих решений (ранжирование клиентов, формирование индивидуального подхода и т.п.).

Создание стратегии CRM обуславливалось следующими факторами:

- около 80% дохода предприятия обеспечивается 20% ее клиентов (принцип Парето);
- при продажах промышленных товаров в среднем требуется от десяти обращений к новым потенциальным покупателям, чтобы продать единицу товара, и лишь два-три обращения к уже существующим клиентам;

- заключить сделку с уже имеющимся клиентом легче (и, следовательно, дешевле) в 5-10 раз, чем с новым покупателем;

- среднестатистический клиент, разочарованный в поставщике, рассказывает о своих злоключениях десяти знакомым;

- увеличение доли постоянных покупателей на 5% выражается в общем увеличении объемов продаж более чем на 25%.

Отсюда, собственно, и вытекают следующие три основные задачи, на решение которых направлена стратегия CRM:

- удержание клиентов (снижение отсева клиентов на основе использования модели предпочтений, выявление склонности клиентов к различным каналам продаж, учет изменений в поведении покупателей, определение ценности клиентов);

- привлечение клиентов (интеграция данных о клиентах из всех доступных источников, привлечение новых клиентов на основе использования модели предпочтений, выявление клиентов, наиболее расположенных к покупке, обучение правильному общению с клиентами);

- обеспечение прибыльности по клиентам (выявление групп клиентов, приносящих наибольшую прибыль, изучение склонностей наиболее ценных клиентов в части покупки продуктов, оценка оптимальных затрат на маркетинг).

Основная функциональность большинства CRM-систем оформляется в виде следующих самостоятельных компонентов:

- автоматизация продаж (Sales Force Automation - SFA);
- автоматизация маркетинга (Marketing Automation - MA);
- автоматизация обслуживания клиентов (Customer Service & Support - CSS);
- средства анализа и построения отчетов.

Компонент автоматизации продаж включает в себя ведение календаря событий и планирование работ, управление контактами, работу с клиентами на базе истории взаимодействия, мониторинг потенциальных продаж, правление циклом продаж, повышение точности прогнозов продаж, автоматическую подготовку коммерческих предложений, предоставление информации о ценах, предоставление актуальной информации о состоянии дел и т.п. Эффект от внедрения SFA заключается в увеличении прибыли, повышении точности прогнозов и вероятности заключения сделки, снижении издержек на продажи, повышении производительности труда сотрудников отдела продаж.

Компонент автоматизации маркетинга обеспечивает поддержку организации (планирования, разработки, проведения и анализа) маркетинговых компаний (как традиционных, так и через Интернет), создания и управления (например, автоматическая рассылка) маркетинговых материалов, создания списков потенциальных клиентов и их распределения между торговыми подразделениями, отслеживания бюджетирования и прогнозирования результатов маркетинговых компаний, ведения репозитория маркетинговой информации о продуктах, ценах и конкурентах. Эффектом ее внедрения является адресный маркетинг, совершенствование управления и увеличение количества маркетинговых каналов.

Компонент автоматизации обслуживания клиентов обеспечивает мониторинг потребностей клиента, прохождение заявок и мобильных продаж, ведение базы знаний по клиентам, контроль за исполнением сервисных соглашений, управление запросами клиентов с использованием системы приоритетов. Эффект от ее внедрения заключается в снижении издержек на службу поддержки, улучшении предоставляемого сервиса, повышении степени

удовлетворенности клиентов, переходе службы поддержки из группы затратных в группу прибыльных подразделений.

Таким образом, CRM позволяет вести учет характеристик клиентов, их предпочтений, поведения, истории взаимоотношений с предприятием. Ее применение позволяет не только изучить желания потребителей, но и работать с каждым клиентом в отдельности и выделенными целевыми группами. Также осуществлять аналитическую работу с рынком, получая при этом максимально возможную информацию о клиентах и их потребностях и строя на базе этих данных собственную стратегию производства, рекламы, продаж, дизайна, обслуживания и т.д.

Современные классификации выделяют три следующих типа CRM-систем:

- оперативная CRM - обеспечивает оперативный доступ к информации по конкретному клиенту в процессе взаимодействия с ним в рамках традиционных бизнес-процессов продажи и послепродажного обслуживания. Ее функциональность охватывает маркетинг, продажи и сервис, что соответствует стадиям привлечения клиента, акта совершения сделки и послепродажного обслуживания, т.е. все те точки контакта, где осуществляется взаимодействие предприятия с клиентом;

- аналитическая CRM - обеспечивает синхронизацию разрозненных массивов данных и поиск статистических закономерностей в этих данных для выработки наиболее эффективной стратегии маркетинга, продаж, обслуживания клиентов и т.п.

- коллаборационная CRM - предоставляет клиенту возможность непосредственного участия в процессе дизайна, производства доставки и обслуживания продукта (сбор предложений клиентов при дизайне продукта, доступ клиентов к прототипам продукции и возможность обратной связи, реверсивное ценообразование - когда клиент описывает требования к продукту и определяет цену, которую он готов заплатить, а производитель реагирует на эти предложения).

В настоящее время прослеживается тенденция включения функциональности CRM-компонентов в ERP-системы различного класса (от систем, предназначенных для крупных предприятий, до систем, ориентированных на средние и мелкие). Подобная интеграция позволяет:

- обеспечить совместное использование данных о клиенте, собираемых разными компонентами;

- расширить рамки системы управления ресурсами предприятия, включив в нее заказчиков, поставщиков, партнеров и, как следствие, снизить издержки предприятия на продажи, поставки, маркетинг;

- ориентировать бизнес-процессы предприятия на наиболее полное и оперативное удовлетворение потребностей клиента за счет включения его заказов в систему производственного планирования;

- улучшить каналы взаимодействия клиента с предприятием, сделав их максимально удобными и предоставив клиенту возможности персонального обслуживания и самообслуживания.

#### **5.2.4. Системы управления цепочками поставок (SCM)**

Системы управления цепочками поставок SCM (Supply Chain Management) поддерживают технологию управления, реализующую концепцию CSRP (Customer Synchronized Resource Planning), которая предполагает наличие возможностей управления внешними по отношению к предприятию элементами производственной цепочки, а именно системой материальных потоков в сети поставщиков сырья и комплектующих. В ведении SCM-систем находится рассмотрение логистических операций на протяжении полного жизненного цикла изделия, т.е. процесс разработки, производства, продажи и послепродажного обслуживания.

Следует отметить, что управление цепочками поставок является одним из наиболее сложных и трудоемких бизнес-процессов в условиях многопрофильных предприятий. Интеграция поставщиков, производителей продукции, дилеров, транспортных и финансовых

компаний, участвующих в цепочках поставок, оказывается крайне затруднительной из-за несовместимых организационных, управленческих, информационных и других систем.

Идея управления цепочками поставок достаточно проста, в ее основе лежат следующие очевидные факты:

- стоимость товара формируется на протяжении всей цепочки поставок;
- на стоимость товара оказывает влияние не только и не столько эффективность операций по конкретной продаже, сколько общая эффективность операций по всей цепочке поставок;
- наиболее управляемыми с точки зрения стоимости являются начальные звенья цепочки поставок, связанные с производством товара, а наиболее чувствительными заключительные звенья, связанные с его продажей.

Поэтому в SCM-системах акцент делается на поддержке процессов планирования производства и дистрибуции (проектирование сети цепочек, планирование и прогноз спроса, планирование снабжения и сбыта, планирование и составление графиков производства), а также поддержке процессов обеспечения выполнения поставок с ориентацией на ежедневное управление сбытом (ресурсы, перевозки, логистика, склад). Традиционная функциональность SCM-системы включает в себя:

- планирование и прогнозирование спроса;
- выбор поставщиков и управление закупками;
- обработку/выполнение заказа и послепродажное обслуживание;
- управление складами;
- управление отгрузкой и транспортировкой;
- производственную логистику;
- расчеты;
- анализ эффективности отдельных элементов системы поставок.

Внедрение SCM-систем позволяет предприятию сократить стоимость и время обработки заказа, время выхода товара на рынок, затраты на закупки сырья и комплектующих, уменьшить складские запасы, сократить производственные затраты и в конечном счете увеличить прибыль.

### **5.3 Корпоративные Интернет-порталы**

На сегодняшний день на рынке отчетливо прослеживаются тенденции укрупнения компаний, слияния и поглощения бизнесов. Растут масштабы компаний, количество сотрудников, объемы информации и количество информационных источников. В этих условиях особенно важной становится задача структуризации, накопления и правильного распространения информации внутри корпорации.

Широкое использование современных Интернет-технологий и корпоративных информационных систем должно обеспечить решения следующих насущных бизнес-задач:

- систематизировать корпоративную информацию, организовать единую корпоративную базу информационных ресурсов (документы, оргструктура, персонал, проекты, бизнес-процессы и т.д.)
- обеспечить процесс управления знаниями (накопление, структуризация и распространение знаний)
- обеспечить для сотрудников единую точку доступа ко всем корпоративным информационным ресурсам Компании (принцип «единого окна»).
- автоматизировать процессы административно-хозяйственной деятельности: оформление заявок на получение канцтоваров, оформление заявок на заказ транспорта, резервирование переговорных комнат, организация командировок (билеты, гостиницы, трансферы) и др.

Простейшим средством электронного взаимодействия предприятия с внешним миром является корпоративный Интернет-сайт (ИС) компании. На первых порах он используется как интерактивный информационный канал для создания положительного образа компании и продвижения ее товаров и услуг на рынок.

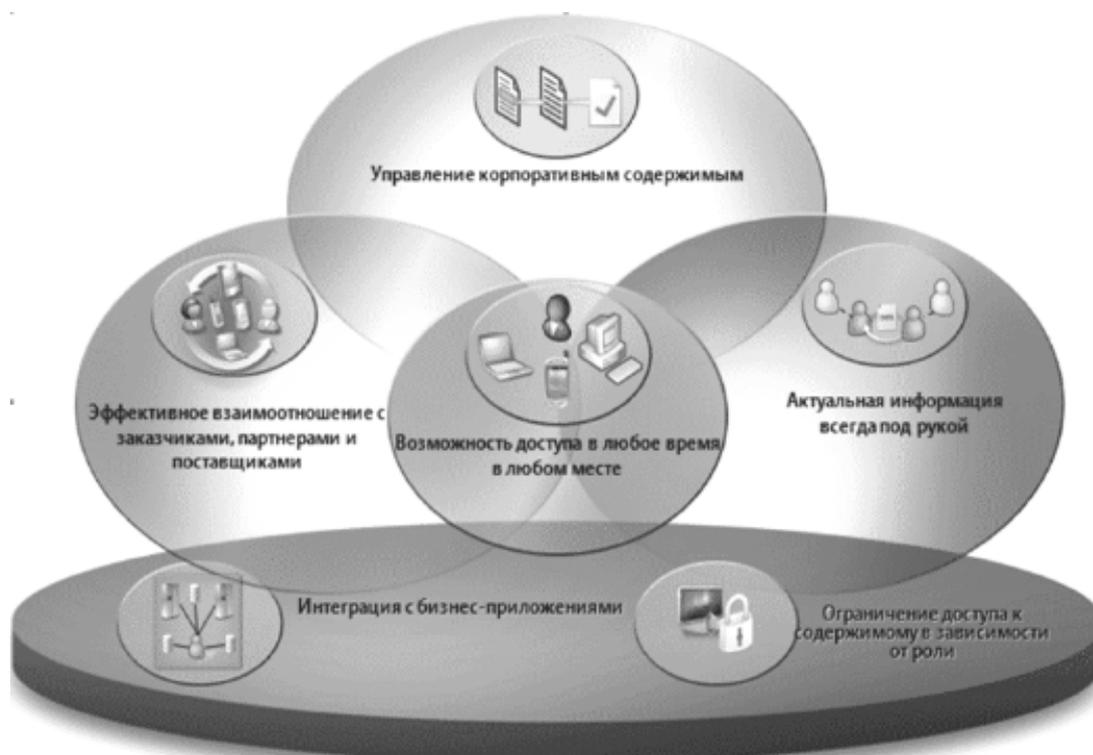
*Корпоративный Интернет-портал* – это одна из форм управления информацией и реализацией проектов B2B для успешного ведения электронного бизнеса (B2B – сектор межкорпоративной торговли).

Основная идея портала заключается в том, чтобы предоставить посетителю как можно больше услуг, начиная с возможности поиска необходимой информации и заканчивая электронной почтой, страховыми и банковскими услугами, а так же обеспечить доставку продуктов и услуг. Портал ориентирован на предоставление клиенту полного комплекса услуг с тем, чтобы он получил весь спектр ответов на свои запросы без использования других Интернет-ресурсов.

По направленности корпоративные порталы бывают двух видов:

- 1) ориентированные во внешнюю среду для обслуживания клиентов и партнеров;
- 2) ориентированные во внутрь, предназначенные для решения задач корпорации и интегрированные в Интранет-систему.

На рис. 5.1 представлена схема решения по построению корпоративных порталов любого масштаба и уровня сложности.



*Рис. 5.1. Решение по построению корпоративных порталов любого масштаба и уровня сложности*

Корпоративный Интернет портал является одним из современных решений для внедрения электронного документа оборота в западных компаниях. Портал можно разрабатывать поэтапно, постепенно наращивая дополнительные возможности по мере развития бизнеса или роста его потребностей.

Руководство фирмы может разместить на Интернет-портале (ИП) различные документы для общего доступа – в результате значительно облегчается доступ к ним сотрудников.

В Интернет-портале могут размещаться аналитическая информация с использованием различных средств ее представления и визуализации, а также электронные таблицы. Для хранения данных создается корпоративное информационное хранилище, в определенную часть которого может быть организован парольный доступ. Портал может использоваться и как современное средство коммуникации. Существует возможность проведения виртуальных социологических опросов практически в кратчайшие сроки без затрат средств и времени.

## 5.4. Корпоративные торговые площадки и электронная коммерция

Электронная коммерция (ЭК) - это ускорение большинства бизнес-процессов за счет проведения их электронным образом. В этом случае информация передается напрямую к получателю, минуя стадию создания бумажной копии на каждом этапе.

Термин "электронная коммерция" объединяет в себе множество различных технологий, в числе которых - EDI (Electronic Data Interchange - электронный обмен данными), электронная почта, Интернет, Интранет (обмен информацией внутри компании), экстранет (обмен информацией с внешним миром). Таким образом, электронную коммерцию можно характеризовать как ведение бизнеса через Интернет.

Как видно из определения, электронная коммерция, по сути, состоит из трёх тесно связанных компонент: бизнес-субъектов (участников), процессов, и сетей (посредством которых связываются участники и обеспечиваются процессы). Взаимосвязи основных компонентов ЭК показаны на рис. 5.2.



Рис. 5.2. Составляющие электронной коммерции

Рассмотрим подробнее участников (субъектов) электронной коммерции. Между кем происходит взаимодействие? На рис. 5.3 выделено три класса таких субъектов.

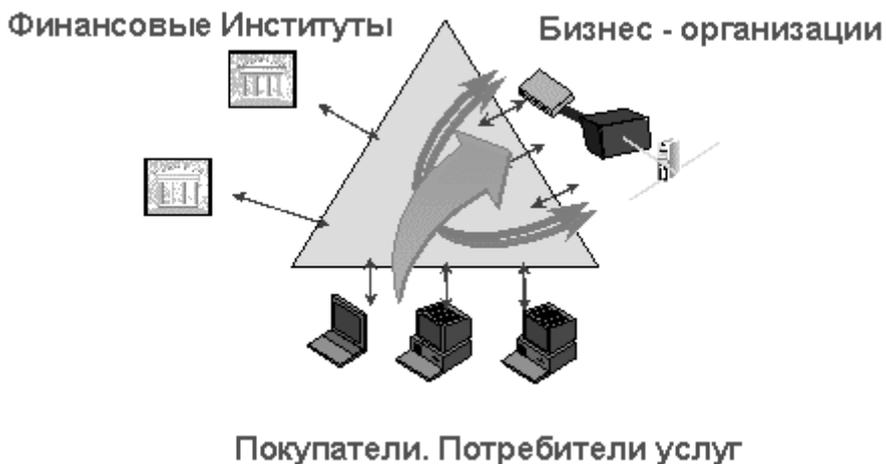


Рис. 5.3. Субъекты электронной коммерции

Финансовые институты - организации, оказывающие услуги, связанные с финансами, в первую очередь это банки, т.к. именно в них все остальные субъекты электронной коммерции имеют счета, по которым производится реальное движение средств, соглашение

о котором тем или иным способом декларируется в одной из платежных схем для Интернет-коммерции.

Бизнес-организации - любые организации, взаимодействующие через Интернет. В более узком смысле это организации, что-либо продающие или приобретающие через Интернет, т.е. осуществляющие торговые операции.

Клиенты - покупатели или потребители услуг. Раньше этого третьего класса не было в числе субъектов электронной коммерции.

Все стандарты EDI рассчитаны на взаимодействие между бизнес-организациями (на рисунке это показано дугообразной стрелкой) и только это и называлось электронной коммерцией. Сейчас это только один из секторов рынка электронной коммерции, представляющий связи "бизнес-бизнес" (business-to-business, B2B).

В этом секторе возможен очень широкий спектр взаимоотношений между организациями: производитель товара пытается его продать через своих поставщиков или через дистрибьюторов, которые в свою очередь работают через дилеров и реселлеров.

Системы электронной коммерции можно разделить на два класса - системы для организации розничной торговли (B2C - системы бизнес для потребителя) и системы для взаимодействия с деловыми партнерами (B2B - бизнес для бизнеса).

К системам B2B относятся решения, включающие все уровни электронного взаимодействия на уровне компаний с использованием специальных технологий и стандартов электронного обмена данными.

В Интернет такие системы представлены торговыми площадками, биржами, аукционами и порталами. Основная цель всех Интернет-решений B2B - максимально упростить поиск партнёра и обеспечить заключение и выполнение сделки.

Когда конечный покупатель-клиент покупает что-либо для себя, т.е. реализуются взаимоотношения показанные стрелкой, направленной снизу - вправо, то такой сектор рынка называется розничным сектором Электронной Коммерции, что олицетворяет связи "бизнес-потребитель" (business-to-consumer, B2C). Торговые компании, работающие на этом секторе рынка, предлагают на продажу широкий спектр товаров от разных поставщиков для широкой массы населения.

К системам B2C на сегодняшний день относят:

- Web-витрины, размещённые в Сети каталоги продукции или товаров компании, имеющие минимальные средства оформления заказа.
- Интернет-магазины содержат кроме витрины всю необходимую бизнес-инфраструктуру для управления процессом электронной торговли через Интернет – back-office.
- Торговые Интернет-системы (ТИС), представляющие собой Интернет-магазины, back-office которых полностью интегрирован с торговыми бизнес-процессами компаний.

Финансовый сектор электронной коммерции состоит из:

- Сектора "Клиент-Банк" - предоставление банковских услуг организациям.
- Сектора "Home banking" - предоставление услуг по обслуживанию частных лиц.

Есть также межбанковский сектор, для него есть несколько подходов в рамках стандарта FinancialEDI, но банки обычно используют уже традиционные стандарты SWIFT или прибегают к решениям каких-то клиринговых компаний.

Главная задача систем ЭК - повышение эффективности взаимодействия компаний и потребителей. Основные типы систем ЭК представлены в табл. 5.2.

Под термином B2B обычно понимается широкая сфера услуг, оказываемых в режиме on-line, в которых, так или иначе, участвуют не столько частные лица, сколько предприятия и компании. В секторе B2B представлены товары и услуги, которые компании предоставляют друг другу. При этом товарный и денежный оборот происходит в корпоративной среде и практически не выходит на потребительский рынок. Этот сектор в большей степени определяется потребностями бизнеса, чем предпочтениями субъекта хозяйственной деятельности. Системы B2B можно условно подразделить на два класса: корпоративные системы и электронные торговые площадки.

**Основные типы систем электронной коммерции**

| Системы электронной коммерции   |   |                                     |  |   |
|---|---|-------------------------------------|--|---|
| B2B-торговля<br>Бизнес-структур   |   | Платежные<br>системы                | B2C-<br>взаимо-<br>действие<br>бизнеса с<br>потребителем | Электронные<br>коммуникаци<br>и<br>частных лиц    |
| Электронные<br>торговые<br>площадки:<br><br>• Независимые;<br>• Отраслевые;<br>• Частные. | Корпоративные<br>системы:<br>• Интернет-портал;<br>• Системы взаимо-<br>действия с<br>поставщиками;<br>• Системы взаимо-<br>действия с<br>покупателями. | Интернет-<br>банкинг                | Электронный<br>магазин                                   | C2B-<br>предложения<br>частных лиц<br>для бизнеса |
|   |   | Интернет-<br>трейдинг               | Торговые<br>интернет-сайты                               | C2C-<br>взаимо-<br>действие<br>частных лиц        |
|   |   | Электронные<br>расчетные<br>системы |  |   |

*Корпоративные системы B2B.* Ядром систем B2B являются корпоративные автоматизированные управленческие информационные системы (АУИС), которые автоматизируют взаимодействие между подразделениями внутри предприятия, а также являются движущей силой реструктуризации и оптимизации бизнес-процессов для повышения эффективности производства и взаимодействия с поставщиками и клиентами.

Типовыми подсистемами АУИС являются модули, обеспечивающие управление финансами, производством, складскими запасами, взаимоотношениями с поставщиками и клиентами, а также кадрами и делопроизводством. Но для системы электронной коммерции B2B требуется создание расширенного или адаптированного варианта АУИС, хотя некоторые ее модули вполне могут выполнять ряд функций по торгово-закупочной деятельности предприятия.

*Электронные торговые площадки (ЭТП)* предназначены для организации коммерческой деятельности предприятий-участников. Торговые площадки B2B по принципам создания можно разделить на три основные группы: независимые, отраслевые и частные.

Электронные торговые площадки отличаются формой владения, функциональными возможностями, направленностью деятельности, выбором партнеров и преимуществами, предоставляемыми участникам. По типу управления различают три вида торговых площадок B2B:

- независимая торговая площадка (Independent trading marketplace);
- отраслевая торговая площадка (Industry sponsored marketplace);
- частная торговая площадка (Private marketplace).

Независимые торговые площадки создаются преимущественно вновь созданными Интернет-компаниями для обслуживания определенных отраслей промышленности или товарных групп. Они предлагают участникам решение проблем поиска торговых партнеров, единое место для ведения бизнеса, виртуальное управление деловыми взаимоотношениями и возможность сравнивать цены различных поставщиков.

Отраслевые торговые площадки создаются крупнейшими промышленными компаниями и призваны обеспечить их преимуществами бизнеса в режиме on-line и управлять процессами развития B2B-коммерции в своем секторе экономики.

Частные торговые площадки создаются крупными фирмами в целях максимального использования возможностей онлайн-технологий для углубления интеграции со своими торговыми партнерами. Частные торговые площадки объединяют существующие внутренние информационные системы участников для улучшения работы цепочек поставок и сокращения издержек на транзакции между ними.

Каждая из моделей организации онлайн-торговой площадки имеет свои преимущества и недостатки. Отраслевые и частные онлайн-торговые площадки могут создаваться как поставщиком, заинтересованным в упрощении процесса продажи и доставки своей продукции (sell-side marketplace), так и покупателем, желающим оптимизировать процесс закупки комплектующих и материалов (buy-side marketplace).

Примерами российских отраслевых торговых площадок являются информационно-торговая система e-Metex.ru, которая объединила практически всех отечественных производителей труб, в совокупности владеющих 90 % рынка, а также система Metalcom.ru, учредителями которой стали семь организаций, входящих в Российскую ассоциацию металлоторговцев. Примерами российских частных торговых площадок являются системы Dealine и RSI Dealers Network.

Электронная торговая площадка представляет собой портал, предоставляющий единую схему доступа для индивидуальных потребителей и корпоративных клиентов к разнородным распределенным ресурсам (например, к различным Web-магазинам) и предоставляющий службы электронного бизнеса (оплата, доставка с возможностью возврата и пр.).

Электронные торговые площадки обычно специализируются на определенной отрасли и продукции (вертикальные узлы) или на бизнес-процессе (горизонтальные узлы).

Вертикальные (отраслевые) ЭТП обслуживают вертикальные рынки (машиностроение, металлопрокат, нефтепродукты). Они предоставляют специфическую для данной отрасли информацию и учитывают специфику взаимоотношений, сложившихся в ней. Успеху вертикальных узлов способствуют следующие факторы:

- увеличение фрагментации среди продавцов и покупателей;
- снижение эффективности действующих систем поставок;
- глубокое знание специфики рынка и взаимоотношений между участниками;
- создание каталогов и удобной системы поиска;
- наличие сопутствующих вертикалей, балансирующих клиентскую базу.

Функциональные ЭТП выполняют конкретные функции или автоматизируют некоторый бизнес-процесс (логистика, страхование, проведение платежей) для различных отраслей. Их опыт легко трансформируется на различные вертикальные рынки. Успеху способствуют следующие факторы:

- стандартизация бизнес-процессов;
- глубокое знание процесса и опыт его автоматизации;
- адаптивность процесса к особенностям и требованиям различных отраслей.

Организация взаимодействия между продавцами и покупателями может базироваться на различных моделях: с фиксированными ценами (например, каталоги) и динамического ценообразования (аукционные, биржевые или бартерные).

Важную роль в развитии Интернет-торговли играют системы класса B2C (Business to Consumer - бизнес для потребителя), ориентированные на предоставление торговых услуг конечному потребителю. Деятельность системы нацелена на прямые продажи потребителям, что на настоящий момент является одной из наиболее успешных форм электронной коммерции. B2C-коммерция создает новую технологию продаж, которая облегчает доставку товаров и услуг потребителям в любой части мира. B2C-системы достаточно эффективно устраняют различия между крупными городами и удаленными регионами в смысле доступности товаров и услуг для потребителя после решения в регионах проблем доступа в Сеть, повышения надежности работы платежных систем и служб доставки. Еще один плюс B2C - прямые продажи с минимальным количеством посредников, что дает возможность устанавливать конкурентные цены на местах.

## 5.5. Специализированные ИАСУ

Идеи интеграции систем находят сегодня свое воплощение в самых различных отраслях: нефтехимии, нефтепереработке, металлургии, энергетике, химии и др. Для каждой отрасли есть свои специфические реализации. Некоторые из них обрели форму программно-технических комплексов. Примерами таких комплексов являются следующие комплексы.

*ПТК "Интегратор"* является совместной разработкой АО "Мосэнерго", АО "Газавтоматика", ЗАО РТСофт и предназначен для решения задач обеспечения совместимости и взаимодействия подсистем АСУ ТП от различных производителей в едином комплексном проекте. Он позволяет обеспечить поэтапную модернизацию систем автоматизации с сохранением взаимодействия с существующими подсистемами.

Отличительной особенностью "Интегратора" является его масштабируемость как по функциям, так и по оборудованию. Не составляет больших проблем то, чтобы добавить в действующую систему новые алгоритмы обработки данных или новые подсистемы. Это свойство позволяет проводить поэтапную модернизацию производства и постепенную замену старых подсистем или даже отдельных интерфейсов и контроллеров, постепенно повышая тем самым эксплуатационные качества системы.

Идеология "Интегратора" позволяет включать в единую систему нестандартные контроллеры или подсистемы. Для этого достаточно добавить к "Интегратору" соответствующий интерфейс и разработать программный модуль поддержки соответствующего коммуникационного протокола. С помощью "Интегратора" можно также решать проблемы резервирования, надежности, вынося на его уровень функции арбитра для основных и резервных каналов. При этом друг друга могут резервировать совершенно разные коммуникационные каналы, например, такие как PROFIBUS и Ethernet.

Различные варианты ПТК "Интегратор" нашли свое применение в системах автоматизации газокompрессорных станций, в системах нефтедобычи. Он выступает в качестве базового комплекса управления и контроля тепловых станций.

*ПТК "Машинист"*. Данная разработка представляет собой плод совместного труда ЗАО РТСофт и АО "Башкирэнерго" с использованием опыта совместных разработок с ИВЦ АО Мосэнерго. Отличительное свойство ПТК - это распределенная архитектура, гибкое конфигурирование и возможность настройки под условия любого энергетического объекта, а также полная совместимость с открытыми технологиями и международными стандартами.

ПТК "Машинист" представляет собой совокупность программно-технических средств, а также правил построения АСУ ТП тепловых электростанций и является хорошим примером реализации идей интеграционного сервера АСУ ТП.

*ПТК "Диспетчер"*. Аппаратно-программный комплекс "Диспетчер" является разработкой ЗАО РТСофт и представляет собой наиболее полное воплощение идей системной интеграции. В нем используются современные интеграционные технологии: от промышленных сетей до систем управления основными фондами предприятия. На сегодняшний день область применения данного решения - это создание АСОДУ (Автоматизированная система оперативно-диспетчерского управления) и ИАСУ для нефтеперерабатывающих, нефтехимических и газоперерабатывающих заводов.

*Интегрированные системы управления производством.* Успех управления предприятием зависит, в первую очередь, от производственной системы, которая в конечном итоге и определяет ключевые показатели эффективности: себестоимость, производительность, качество. Основные способы повышения эффективности:

- замена оборудования;
- создание автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП);
- создание автоматизированной системы управления всей производственной цепочкой (от сырья до готовой продукции) для решения управленческих задач на уровне цехов.

Первый путь зачастую неприемлем в силу огромных затрат. Внедрение АСУ ТП в последнее время идет активно. Однако даже при оснащении АСУ ТП всех технологических

установок не удается обеспечить согласованное взаимодействие цехов, отделов, участков, что не позволяет повысить эффективность производства в целом, поэтому необходимо внедрять интегрированные системы управления производством с использованием таких программных продуктов как система *ERP*, *MES* система, система *Optegra*.

Интеграция АСУ ТП и системы управления промышленным предприятием на примере Магнитогорского металлургического комбината. Акционерное общество Магнитогорский металлургический комбинат (ОАО ММК) - крупнейший в России металлургический комплекс с полным производственным циклом.

В рамках корпоративной системы управления предприятием решаются такие задачи управления технологическими процессами, как управление технологией производства, управление качеством продукции, управление производством продукции под заказ.

Информационная система состоит из подсистемы АСУ ТП, управленческой подсистемы, бухгалтерской системы, системы управления кадрами и других систем. Назначение и цели АСУ ТП и управленческой систем:

- своевременное представление информации руководителям всех уровней;
- информация о количестве выхода на каждом этапе технологического цикла (например, подведение баланса металла по каждой плавке);
- получение гарантированного качества готовой продукции;
- прогнозирование возможных отклонений параметров технологических процессов;
- снижение затрат на производство;
- повышение точности исполнения заказов;
- соблюдение сроков исполнения заказов.

Основными требованиями к технологиям построения информационной системы являются:

- работа в режиме реального времени;
- обеспечение высокой скорости обработки данных;
- поддержание ведения транзакций;
- обеспечение возможности ведения распределенных баз данных;
- предоставление доступа из используемых операционных сред (QNX, MS Windows);
- обеспечение интеграции с различными СУБД (Oracle, MS SQL);
- подключение неограниченного числа пользователей;
- возможность управления распределением потоков информации в системе.

Для решения поставленных задач на ММК введено в эксплуатацию в части цехов и продолжает расширяться на другие цеха следующее предложение. В зависимости от имеющегося портфеля заказов формируются задания в производственные цеха и определяются ключевые параметры технологических процессов. При реализации этого предложения выделяются уровни управления.

*Первый уровень* - системы управления отделениями цехов и слежения за потоками металла внутри цехов. С помощью датчиков снимаются параметры технологического процесса. Параметры с датчиков через соответствующие контроллеры попадают на SCADA станцию. После чего они в режиме реального времени фиксируются в БД Adaptive Server Anywhere, работающей на платформе QNX. Отсюда, в реальном масштабе времени посредством Sybase Replication Server по каналам связи информация реплицируется в БД цеха. В ходе технологического процесса некоторые параметры, определяемые визуально, в ручном режиме вводятся в БД Adaptive Server Anywhere и по той же схеме реплицируются в БД цеха.

*Второй уровень* - системы управления производством в цехах. В зависимости от хода процесса делается оперативный вывод о соответствии продукции требуемым параметрам и возможности исполнения конкретного заказа. При отрицательном результате анализа производится выборка из пакета существующих заказов, и металл направляется по иной технологической цепочке, т.е. на реализацию иного заказа. Параллельно заинтересованные подразделения отслеживают ход исполнения заказов в рамках цеха, оперативно перераспределяя материальные ресурсы.

*Третий уровень* - система планирования и управления производством на уровне комбината. Служба маркетинга, транспортная служба, служба работы с заказчиками имеют оперативную информацию для работы с клиентами, для планирования деятельности, для формирования паспорта продукции и работы с рекламациями.

В случае использования системы автоматизации управленческой деятельности предприятия, полученные данные автоматически реплицируются в соответствующую БД для обеспечения систем поддержки принятия решений. На ММК - это несколько АСУ, работающих на разных платформах, они обеспечиваются оперативной информацией о ходе исполнения заказов с помощью технологий Sybase.

Параллельно с решением задач АСУ ТП решена задача информационной поддержки технологических процессов, в рамках которой решаются задачи: полного информационного обеспечения производственного, технологического и контрольного персонала данными:

- о заказе;
- о полуфабрикатах;
- о готовой продукции;
- о технологических режимах и параметрах обработки в темпе с продвижением заказов по технологическим маршрутам, а также формирования:
  - технологических баз данных;
  - сквозных паспортов обработки продукции;
  - предоставление информации по запросам потребителей.

Система построена с использованием следующих продуктов Sybase: Adaptive Server, Adaptive Server Anywhere, Replication Server и набор модулей Replication Agent, SQL Remote, Power Dynamo.

*Интегрированная автоматизированная система управления процессом изготовления деталей и узлов газотурбинных двигателей.* Сегодня в России руководители различных организационных структур вынуждены постоянно сталкиваться с решением сложных задач, связанных с характерной для рыночной экономики спецификой управления.

Жесткая конкуренция между авиадвигателестроительными фирмами обусловила необходимость разработки и реализации программ создания критических технологий изготовления газотурбинных двигателей (ГТД), которые невозможны без создания и внедрения комплексной автоматизированной системы управления процессом изготовления ГТД.

Для разработки интегрированной автоматизированной системы управления процессом изготовления деталей и узлов ГТД (ИАСУПП) по жизненному циклу создания двигателя от нулевого цикла до реализации готового изделия необходимо установить простой, легко контролируемый общий показатель, характеризующий эффективность работы каждого звена, участвующего в работе по созданию нового изделия и производству отлаженных ГТД. В качестве показателя эффективности был выбран такой показатель, как общее количество цехопередач рассматриваемого месяца, создающих отрицательный остаток в цехе, к общему количеству цехопередач.

Использование показателя эффективности долевого участия каждого подразделения в создании нового изделия ГТД позволило значительно сократить численность управленческого аппарата наряду с повышением уровня качества готового изделия, сокращением бракованных узлов и оперативном решении проблемных ситуаций по провалу коэффициента на отдельных этапах производства.

Система ИАСУПП включает в себя общий уровень серверов, состоящий из серверов управления Novelware и Microsoft Windows NT и представляющий собой вертикальный блок интегрированной АСУ ПП, а также уровень оборудования, уровень клиентских мест и доступа, представляющий собой вертикальный блок систем. Такое построение системы обеспечивает горизонтальную и вертикальную интеграцию всех групп подразделений, участвующих в создании изделия от заготовительного производства до реализации готовой продукции со склада предприятия.

Система состоит из основных блоков:

- АСУП - автоматизированная система управления предприятием;
- САПР - система автоматизированного проектирования;
- АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическими процессами;
- АСУ ТПП - автоматизированная система управления технологической подготовкой

производства.

Описанная выше интегрированная автоматизированная система управления процессом производством реализована на ОАО "Рыбинские моторы" при изготовлении деталей и узлов основного производства ГТД.

*Система управления предприятием "ВИРТУОЗ"* - интегрированная система, предназначенная для автоматизации процессов планирования, управления, учета и анализа финансово-хозяйственной деятельности средних и крупных предприятий, а также корпоративных структур. Этот программный продукт разработан компанией МИРАТЕХ-ПРО и ориентирован на отечественный рынок, при этом уровень используемых технологий и функциональность системы отвечает международным стандартам систем управления предприятием.

"ВИРТУОЗ" служит основой для построения распределенных информационных систем корпорации. Система поддерживает единую информационную среду корпорации на основе собственного метода объектной репликации распределенных баз данных. Консолидация данных выполняется на уровне отдельных хозяйственных операций путем передачи первичных документов. При этом используется любой канал передачи данных - локальная сеть, выделенная линия, электронная почта и т.д., и соответственно обеспечиваются режимы интеграции как Online, так и Offline. Передача в корпоративную базу полной аналитической детализации операций каждого предприятия позволяет получить корпоративную отчетность в различных аналитических срезах, а также дает возможность проследить историю формирования того или иного показателя вплоть до конкретной хозяйственной операции на конкретном предприятии.

"ВИРТУОЗ" - система, поддерживающая полный доступ к объектам, документам, отчетам с использованием сетей Intranet и Internet. Таким образом, полноценный доступ к рабочей среде системы может осуществляться через глобальные сети (WEB-доступ), а не только с локальной рабочей станции. Это удобно для руководителей компаний, которые во время отсутствия на рабочем месте имеют возможность отслеживать бизнес-процессы, происходящие на предприятии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С точки зрения системного подхода, все организации весьма похожи друг на друга. В структуру каждой из них, независимо от рода деятельности, входят многочисленные подразделения, непосредственно осуществляющие тот или иной вид деятельности организации, а также дирекция, бухгалтерия, канцелярия и т.д. Подразделения организации пронизаны вертикальными и горизонтальными связями, они обмениваются между собой информацией, а также выполняют отдельные части одной «большой работы». При этом некоторые из подразделений, например дирекция, финансовые и снабженческие службы, взаимодействуют с внешними партнерами (банк, налоговая инспекция, поставщики сырья, комплектующих, энергии и т.д.), а также филиалами самой организации. Таким образом, любая организация – это совокупность взаимодействующих элементов (подразделений), каждый из которых может иметь свою структуру. Элементы связаны между собой функционально, т.е. они выполняют отдельные виды работ в рамках единого бизнес процесса, а также информационно, обмениваясь документами, факсами, письменными и устными распоряжениями и т.д. Кроме того, эти элементы взаимодействуют с внешними системами, причем их взаимодействие также может быть как информационным, так и функциональным. И эта ситуация справедлива практически для всех организаций, каким бы видом деятельности они ни занимались - для правительственного учреждения, администрации территориального органа, банка, промышленного предприятия, коммерческой фирмы и т.д.

Такой взгляд на организацию позволяет сформулировать некоторые общие принципы построения интегрированных автоматизированных систем управления предприятиями (ИАСУ), т.е. информационных систем в масштабе всей организации (предприятия).

В течение последних лет значительная часть дискуссий, касающихся развития ИАСУ, протекает в ракурсе практического применения современных информационных технологий. Проблема построения комплексных управленческих систем выросла в отдельную ветвь науки об управлении и стала причиной развития целой отрасли высоких технологий. При этом иногда складывается впечатление, что все нынешнее информационное изобилие развивалось и продолжает развиваться таким образом, что становится способным ввести в заблуждение не только неподготовленных читателей, но и самих специалистов в области управления. С одной стороны, это не удивительно, если подходить к данной проблеме с научной точки зрения, так как для любых дисциплин на первоначальном этапе развития характерны отсутствие единой системы терминов и понятий, наличие принципиально разных научных школ и подходов, а также масса других недостатков, вызванных отсутствием достаточного практического опыта. Однако если принимать во внимание интересы всех существующих и потенциальных заказчиков информационных систем, на предприятиях которых производятся дорогостоящие и зачастую плачевные опыты по обкатке и адаптации существующих решений, то фокус необходимо сместить из научно-методической области в область бизнеса.

В учебном пособии подробно рассмотрены общие вопросы автоматизации управленческой и производственной деятельности предприятий на основе применения современных интегрированных систем управления. Описаны принципы создания, структура и особенности функционирования интегрированных автоматизированных систем управления (MRP II / ERP, EAM, CRM, SCM, КИУС и др.), а также перспективные направления их развития и области применения. Рассмотрены основные этапы проектирования и внедрения интегрированных автоматизированных систем управления. Описаны базовые компоненты интегрированных систем управления, к которым относятся: АСУ ТП, АСУГПС, АСУП, АСУ ТПП, АСНИ, САПР. Приведены примеры реализации интегрированных систем управления.

В учебном пособии также рассмотрены основные задачи и особенности системного подхода к автоматизации управления предприятием, описаны преимущества и недостатки различных подходов к автоматизации, используемых в настоящее время. Подробно обсуждаются общие вопросы и технологические аспекты создания и функционирования

интегрированных систем управления. Рассмотрены теоретические и практические аспекты выбора системы комплексной автоматизации и приведены примеры применения современных информационных технологий для реализации элементов интегрированной системы управления предприятием.

Разработанное учебное пособие предназначено для студентов, аспирантов и преподавателей технических университетов и экономических ВУЗов, финансистов, аналитиков, руководителей предприятий и организаций. Вместе с тем, пособие может быть рекомендовано менеджерам и производителям, заинтересованным в использовании современных информационных технологий и интегрированных автоматизированных систем управления для поддержания и развития бизнеса. Оно также предназначено для специалистов в области информационных технологий, которые ориентируются на разработку и внедрение автоматизированных бизнес-систем с использованием своих специальных знаний и навыков в прикладных сферах.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированные системы управления предприятиями и объединениями / под ред. Н.А. Соломатина.- М.: Экономика, 1985. - 248 с.
2. Афанасьев, В.Н. Математическая теория конструирования систем управления / В.Н. Афанасьев, В.Б. Колмановский, В.Р. Носов. - Изд.2, доп., 1998. - 576 с.
3. Балагин, В.В. Теоретические основы автоматизированного управления.- Минск: Высш. шк., 1991.- 252 с.
4. Бек, В.В. Интегрированные системы терминального управления / В.В. Бек, Ю.С. Вишняков, А.Р. Махлин. - М.: Наука, 1989. - 224 с.
5. Бирюков, В. Введение в CRM / В. Бирюков, В. Дрожжинов // PC Week/RE. - 2001. - № 25. - С. 9-12.
6. Браверманн, Э.М. Математические модели планирования и управления в экономических системах. - М.: Наука, 1976. - 368 с.
7. Вендров, А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. - М.: Финансы и статистика, 2000. - 267 с.
8. Винокуров, А.Ю. Основы построения автоматизированных информационных систем. - 2006. - 88 с.
9. Гаврилов, Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. - СПб.: Питер, 2002. - 320 с.
10. Гайфулин, Б.Н. Автоматизированные системы управления предприятиями стандарта ERP/MRP II / Б.Н. Гайфулин, И.А. Обухов. - М.: Богородский печатник, 2001. - 104 с.
11. Галкин, В.А. Автоматизированные системы управления. Лабораторный практикум по техническим средствам / В.А. Галкин, В.М. Гасов, В.И. Виноградов.- 1986.- 280 с.
12. Гламаздин, Е.С. Управление корпоративными программами: информационные системы и математические модели / Е.С. Гламаздин, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. - М.: ИПУ РАН, 2003. - 159 с.
13. Глицкий, А.Б. Применение автоматизированных систем бухгалтерского учета на предприятии. - М.: Финансы и статистика, 2002.- 320 с.
14. Данильченко, И.А. Автоматизированные системы управления предприятиями / И.А. Данильченко, В.А. Мясников, В.Н. Четвериков. - М.: Машиностроение, 1984. - 360 с.
15. Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. - 2004.- 832 с.
16. Дружинин, Г.В. Надежность автоматизированных систем. Изд.3, перераб. - 1977.- 536 с.
17. Зиндер, Е.З. Бизнес-реинжиниринг и технологии системного проектирования: учеб. пособие.- М.: Центр Информационных Технологий, 1999. -267 с.
18. Информационные системы бухгалтерского учета / под ред. В.И. Подольского. - М.: ЮНИТИ, 1998. – 195 с.
19. Калянов, Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов: учеб. пособие / Г.Н. Калянов. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 240 с.
20. Калянов, Г.Н. Теория и практика реорганизации бизнес-процессов.- М.: СИНТЕГ, 2000.- 254 с.
21. Карминский, А.М. Информатизация бизнеса: концепции, технологии, системы / А.М. Карминский, С.А. Карминский, В.П. Нестеров, Б.В. Черников / под ред. А.М. Карминского. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 624 с.
22. Ковалева, В.Д. Интегрированные системы маркетинговой информации: формирование и проектирование. - М.: Финансы и статистика, - 2006. – 168 с.
23. Кольцов, А.С. Автоматизированные системы управления учебным процессом / А.С. Кольцов, Е.Д. Федорков. - М.: Финансы и статистика, 2007. - 176 с.
24. Криницкий, Н.А. Автоматизированные информационные системы / Н.А. Криницкий, Г.А. Миронов, Г.Д. Фролов / под ред. А.А. Дородницына. - М.: Наука, - 1982. - 384 с.
25. Кулибанов, Д.Н. Автоматизированные системы управления на транспорте. - М.: Финансы и статистика, 2003.- 180 с.

26. Лазарев, В.Г. Управление процессами и ресурсами в распределенных системах / В.Г. Лазарев, В.Г. Черняев. - М.: Наука, -1989. - 176 с.
27. Лазарева, Т.Я. Интегрированные системы проектирования и управления. Структура и состав: учеб. пособие / Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе. М.: Машиностроение-1, 2006. - 172 с.
28. Маслобоев, А.В. Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учеб. пособие / А.В. Маслобоев. – Апатиты: Изд-во КФ ПетрГУ, 2008. – 127 с.
29. Мищенко, С.В. Автоматизированная система научных исследований из стандартных компонентов / С.В. Мищенко, В.Е. Подольский, А.А. Чуриков // Промышленная теплотехника. 1988. - №10(5). - С. 101-103.
30. Насакин, Р. Плюсы и минусы В2В Интернет-коммерции // Sales. 2005.- № 3.- С. 56-60.
31. Овчинников, В.Г. Методология проектирования автоматизированных информационных систем: основы систем. - М.: Наука, - 2005. - 288 с.
32. Ойхман, Е.Г. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информационных технологий / Е.Г. Ойхман, Э.В. Попов.- М.: Финансы и статистика, 1999.- 198 с.
33. Павлов, А.А. Основы системного анализа и проектирования АСУ / А.А. Павлов, С.Н. Гриша, В.Н. Томашевский / под общ. ред. А.А. Павлова.- Киев: Высш. шк., 1991. - 367 с.
34. Петров, А.В. Разработка САПР. Кн. 1. Проблемы и принципы создания САПР: Практ. пособие / А.В. Петров, В.М. Черненький. - М.: Высш. шк., 1990.- 143 с.
35. Программное обеспечение систем автоматизации // Автоматизация в промышленности.- 2003.- № 1.- С. 7– 10.
36. Погонин, В.А. Интегрированные системы проектирования и управления. Корпоративные информационные системы: учеб. пособие / В.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе. - Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 2006. - 144 с.
37. Пуртов, С.Г. Автоматизированная система управления предприятием: учеб. пособие для студентов технических специальностей вузов / С.Г. Пуртов.- 1980.- 192 с.
38. Седегов, Р.С. АСУ сегодня и завтра / Р.С. Седегов, А.С. Гринберг, Ю.В. Строцев, К.И. Усенко. Минск: Беларусь, 1988.- 28 с.
39. Сеницын, Н.В. Автоматизированные системы научных исследований / Н.В. Сеницын, А.А. Петраповловский, А.М. Никитин.- М.: Знание, 1987. - 64 с.
40. Смилянский, Г.Л. Справочник проектировщика АСУ ТП (Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими процессами) / Г.Л. Смилянский, Л.З. Амлинский, В.Я. Баранов.- 1983. - 528 с.
41. Смирнова, Г.Н. Проектирование экономических информационных систем / Г.Н. Смирнова, А.А. Сороин, Ю.Ф. Тельнов.- М.: Финансы и статистика, 2001. - 512 с.
42. Соколов, Н. Скромное обаяние ERP II. Тенденции развития ERP-систем // Компьютера.- 2002.- № 12.- С. 5-8.
43. Судов, Е.В. CALS-технологии или информационная поддержка жизненного цикла продукта // PC Week.- 1998.- № 45.
44. Сумительнов, В.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы. - М.: Финансы и статистика,- 2007.- 164 с.
45. Титоренко, Г.А. Автоматизированные информационные технологии в экономике: учебник / Под ред. проф. Г.А. Титоренко. М.: ЮНИТИ, 2000. - 400 с.
46. Уколов, И.С. Интегрированные системы активного управления. Методы алгоритмической интеграции / И.С. Уколов, В.В. Бек, А.Р. Махлин. - М.: Наука, 1986.- 182 с.
47. Уотерс, Д. Логистика. Управление цепью поставок / Д. Уотерс. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 503 с.
48. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе: Пер. с англ. / М. Хаммер, Д. Чампи.- СПб.: СПбГУ, 1997. - 332 с.
49. Хетагуров, Я.А. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОУИ): учеб. пособие для студентов и инженеров занимающихся проектированием АСОУИ / Я.А. Хетагуров. - Тверь: ТГТУ, 2006.- 224 с.

50. Шендерович, Е.М. Научные основы создания автоматизированных систем управления технологическими процессами в металлургической промышленности. - М.: Наука, 2004.- 404 с.
51. Шуремов, Е.Л. Автоматизированные информационные системы бухгалтерского учета, анализа, аудита. - М.: Перспектива, 2001. - 363 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Маслобоев Андрей Владимирович** – 1983 г.р., окончил Петрозаводский государственный университет (2006 г.), кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики Кольского филиала Петрозаводского государственного университета, научный сотрудник Института информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского научного центра РАН, член ведущей научной школы РФ НШ-8249.2006.9 «Разработка и развитие информационных технологий поддержки управления региональным развитием», автор более 50 печатных научных работ. Область научных интересов: моделирование информационных процессов в региональных информационно-вычислительных системах, методы проектирования распределенных информационных систем, моделирование и автоматизация бизнес-процессов, искусственный интеллект, в частности, технология многоагентных систем, агентно-ориентированное моделирование, системы распределенных вычислений на базе GRID-технологий, интеллектуальные системы планирования в задачах управления образованием и региональным инновационным развитием.  
E-mail: [masloboev@iimm.kolasc.net.ru](mailto:masloboev@iimm.kolasc.net.ru).



*А. В. Маслобоев*

Основные публикации и подробная информация расположены на сайте Института информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН: <http://www.iimm.net.ru> или на сайте Кольского филиала Петрозаводского государственного университета: <http://www.arcticsu.ru> .

*Учебное издание*

МАСЛОБОЕВ Андрей Владимирович

*Учебное пособие для вузов*

## **ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

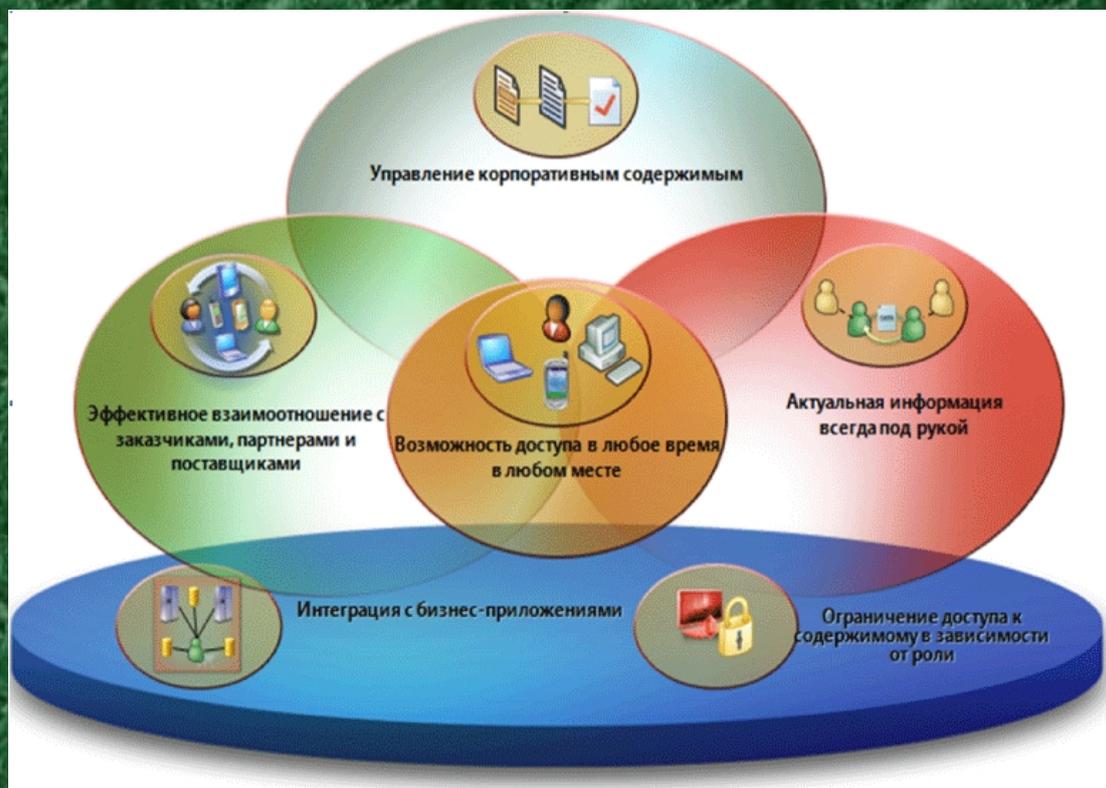


Редактор Мигулян С.И.

Подписано в печать 15.01.2009. Формат 60x84/16  
Бумага типографская. Офсетная печать. 13,8 усл.-печ.л.  
Заказ № 1. Тираж 100 экз.

Издательство Петрозаводского государственного  
университета, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33.

Отпечатано подразделением оперативной полиграфии  
Кольского филиала ПетрГУ  
184209, г. Апатиты, ул. Космонавтов, д. 3.



В учебном пособии рассматриваются следующие вопросы:

- структура и состав интегрированных систем управления;
- общие принципы функционирования и методология построения интегрированных систем управления;
- основные компоненты интегрированных систем управления (АСУТП, АСУ ГПС, АСУП, АСУ ТПП, АСНИ, САПР);
- примеры реализации интегрированных систем управления;
- автоматизированные информационные системы управления предприятиями (MRP II / ERP, EAM, CRM, SCM, B2B, КИУС и др.).

