

А. Г. СХИРТЛАДЗЕ, Т. Я. ЛАЗАРЕВА, Ю. Ф. МАРТЕМЬЯНОВ

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Допущено

*Учебно-методическим объединением по образованию в области
автоматизированного машиностроения в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению
подготовки «Автоматизированные технологии и производства»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2010

УДК 658.512(075.8)
ББК 30.2я73
С922

Рецензенты:

зам. директора Института конструкторско-технологической информатики
РАН, д-р техн. наук, проф. *В. Г. Митрофанов*;
зав. кафедрой «Компьютерные системы управления» МГТУ
«Станкин», д-р техн. наук, проф. *Г. М. Мартинов*

Схиртладзе А. Г.

С922 Интегрированные системы проектирования и управления : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. Г. Схиртладзе, Т. Я. Лазарева, Ю. Ф. Мартемьянов. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 352 с.
ISBN 978-5-7695-6457-4

Изложены общие принципы и методология построения интегрированных систем проектирования и управления. Рассмотрены структура и состав этих систем, даны краткие характеристики их компонентов и обеспечивающих подсистем. Приведены примеры интегрированных автоматизированных систем управления.

Для студентов высших учебных заведений.

УДК 658.512(075.8)
ББК 30.2я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Схиртладзе А. Г., Лазарева Т. Я., Мартемьянов Ю. Ф.,
2010

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2010

ISBN 978-5-7695-6457-4

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2010

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- А — абонент
- АПК — аппаратно-программный комплекс
- АРМ — автоматизированное рабочее место
- АС — автоматизированная система
- АСВОК — автоматизированная система ведения общесистемных классификаторов
- АСНИ — автоматизированная система научных исследований
- АСОПУ — автоматизированная система оперативно-производственного управления
- АСОЭУ — автоматизированная система организационно-экономического управления
- АСР — автоматическая система регулирования
- АСУ — автоматизированная система управления
- АСУ ГПС — автоматизированная система управления гибкими производственными системами
- АСУП — автоматизированная система управления предприятием
- АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическим процессом
- АСУ ТПП — автоматизированная система технической подготовки производства
- БД — база данных
- БДРВ — база данных реального времени
- ГАЛ — гибкая автоматизированная линия
- ГАП — гибкое автоматизированное производство
- ГАУ — гибкий автоматизированный участок
- ГАЦ — гибкий автоматизированный цех
- ГПМ — гибкий производственный модуль
- ГПС — гибкая производственная система
- Д — датчик
- ДУ — дистанционное управление
- ЕСКД — единая система конструкторской документации
- ЕСКК — единая система классификации и кодирования
- ЕСТПП — единая система технической подготовки производства
- ЗУ — загрузочное устройство
- ИМ — исполнительные механизмы

- ИО — информационное обеспечение
- ИСИО — информационная система информационного обеспечения
- ИСУиП — интегрированная система управления и проектирования
- К — контроллер
- КВ — контрольное воздействие
- ККУ — критерий качества управления
- КПТО — комплекс программ технического обслуживания
- КСАП — комплекс средств автоматизированного проектирования
- КТС — комплекс технических средств
- ЛВС — локальные вычислительные сети
- ЛР — локальный регулятор
- ЛТС — локальные технологические станции
- МР — многоканальные регистраторы
- МТС — материально-техническое снабжение
- НП — нормирующий преобразователь
- НСИ — нормативно-справочная информация
- НТУ — научно-технический уровень
- ОЗУ — оперативное запоминающее устройство
- ОО — организационное обеспечение
- ОПО — общее программное обеспечение
- ОС — операционная система
- ОСРВ — операционная система реального времени
- ОУ — объект управления
- ПЗУ — постоянное запоминающее устройство
- ПК — позиция контроля
- ПМК — программно-методический комплекс
- ПО — программное обеспечение
- ППБ — планово-производственное бюро
- ППП — пакеты прикладных программ
- ППР — планово-предупредительный ремонт
- ПТК — программно-технический комплекс
- ПУ — пульт управления
- ПЭВМ — персональная электронная вычислительная машина
- РО — регулирующий орган
- САП — средства автоматизации программирования
- САПР — система автоматизированного проектирования
- СОИ — средства отображения информации
- СПО — специальное программное обеспечение
- СПУ — сетевое планирование и управление
- СУ — система управления
- СУБД — система управления базами данных

- ТЗ — техническое задание
- ТО — техническое обеспечение
- ТП — технологический процесс
- ТПП — техническая подготовка производства
- ТПР — типовое проектное решение
- ТЭО — технико-экономическое обоснование
- ТЭП — технико-экономические показатели
- УВ — управляющее воздействие
- УВК — управляющий вычислительный комплекс
- УВМ — управляющая вычислительная машина
- УКП — управление качеством продукции
- УС — устройство сопряжения
- УСО — устройство связи с объектом
- УЧ — управляющая часть
- ЦВК — центральный вычислительный комплекс
- ЦУ — центральный узел
- ЦУС — центральное устройство связи
- ЧПУ — числовое программное управление
- ЭВМ — электронная вычислительная машина
- ЭИС — экономическая информационная система

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время для всех предприятий независимо от формы собственности актуальной является задача повышения эффективности производства и качества выпускаемой продукции, а также обеспечения нового уровня управляемости за счет создания единого информационного пространства предприятия. Достичь этого можно, лишь обладая полной достоверной оперативной информацией о всех объектах производства.

Реальным инструментом для достижения поставленной цели является комплексная интеграция отдельных подсистем всего предприятия.

Актуальность интеграционных процессов на предприятии обусловлена следующим:

- 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 системы проектирования и управления (ИСПиУ).

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.

Интегрированные автоматизированные системы управления изучаются студентами специальности «Автоматизация технологических процессов и производств» в курсе «Интегрированные системы проектирования и управления».

В данном учебнике приведены общие принципы и методология построения ИСПиУ, рассмотрены структура и состав этих систем, дана общая характеристика их основных компонентов — автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), автоматизированных систем управления гибки-

ми производственными системами (АСУ ГПС), автоматизированных систем управления производством (АСУП), автоматизированных систем управления технической подготовкой производства (АСУ ТПП), автоматизированных систем научных исследований (АСНИ), систем автоматизированного проектирования (САПР).

Кроме того, освещены вопросы интеграции обеспечивающих подсистем: информационного, программного, технического, математического, организационного и правового обеспечения, — указаны средства проектирования интегрированных систем, рассмотрена эволюция автоматизированных систем управления, дана характеристика рынка систем и компонентов ИСПиУ, приведены примеры реализации интегрированных систем управления.

СТРУКТУРА И СОСТАВ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

1.1. Основные понятия интегрированной системы проектирования и управления

В настоящее время на предприятиях автоматизируется все большее число процессов. Однако автономная автоматизация не дает существенных улучшений в работе предприятия. Дальнейшее повышение эффективности отдельных автоматизированных систем управления связано с их интеграцией и созданием ИСПиУ.

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

Системой называется совокупность взаимосвязанных элементов. Необходимым условием ее существования являются подчиненность функций отдельных элементов системы функциям системы в целом, т.е. единство цели функционирования, и согласованная периодичность взаимодействия элементов, т.е. единство режима функционирования.

Система как совокупность взаимодействующих элементов представлена на рис. 1.1.

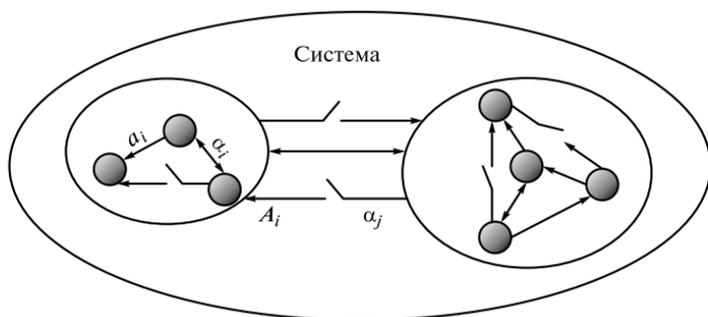


Рис. 1.1. Система как совокупность взаимодействующих элементов:
 A_i — подсистема; a_i — элемент; α_i, α_j — параметры взаимодействия соответственно элементов и подсистем

Изменение связей элементов системы и параметров их взаимодействия в процессе управления показано на рис. 1.2.

На вход системы поступают 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 подразделяются на управляемые и управляющие, так как и те и другие несут информацию.

Элементы системы подразделяются на управляющие, которые преобразуют входной информационный поток в выходной и реализуют процесс управления, и исполнительные (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 (рис. 1.3) 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.

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 обеспечивают стабильность движения материального потока. Такого рода программные и специальные воздей-



Рис. 1.2. Изменение связей элементов системы и параметров их взаимодействия в процессе управления

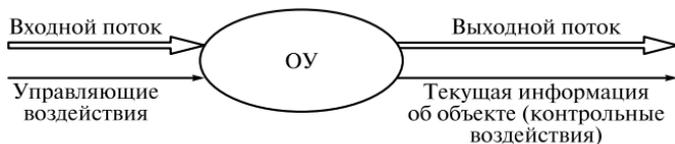


Рис. 1.3. Объект управления

ствия на ОУ называются управляющими. Для их получения необходима информация о возникающих возмущениях, которую, как правило, объект не в состоянии определить. Иногда он даже не может распознать сам факт появления возмущений, поэтому передает всю текущую информация о себе.

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

- *производственный процесс* — совокупность взаимосвязанных процессов труда, направленных на изготовление определенной продукции (в состав производственного процесса входят основные, вспомогательные и обслуживающие процессы);
- *средства производства* — совокупность средств и предметов труда, участвующих в процессе производства;
- *технология* — совокупность приемов и способов получения, обработки сырья (материалов, изделий), осуществляемых в различных отраслях хозяйства, или операций добычи (обработки, переработки, транспортирования, складирования, хранения), являющихся составными частями производственного процесса.

По временным характеристикам производство подразделяют на длительное, среднее, краткосрочное; по последовательности выполнения технологических операций — на последовательное, параллельное, последовательно-параллельное.

Структурной единицей любого производственного процесса является технологическая операция, представляющая собой часть процесса. Технологические операции принято подразделять на рабочие и управленческие. Под рабочими операциями понимают непосредственную обработку материала, информации, преобразование энергии; под управленческими операциями — координацию выполнения рабочих операций, поддержание режимов работы оборудования, обеспечение выполнения заданной программы. Основными принципами организации производственного процесса являются принципы специализации, пропорциональности, параллельности, прямоочности, непрерывности и ритмичности.

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.

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.

Параллельное выполнение отдельных операций производственного процесса сокращает длительность производственного цикла. *Параллельность* проявляется в структуре технологических операций, совмещении основных и вспомогательных операций.

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

Принцип *непрерывности* заключается в том, что перерывы в производстве (межоперационные, внутрисменные) необходимо устранять или уменьшать.

Производственный процесс должен быть организован так, чтобы в равные интервалы времени выпускались равные количества продукции и через эти интервалы времени повторялись все фазы процесса, т. е. производство должно работать *ритмично*.

Еще одним из основных понятий ИСПиУ является понятие «управляющая часть».

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. 1.4).

Объединение объекта управления и управляющей части образует систему, которая и называется системой управления (СУ). Структурная схема системы управления представлена на рис. 1.5.

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 воздей-

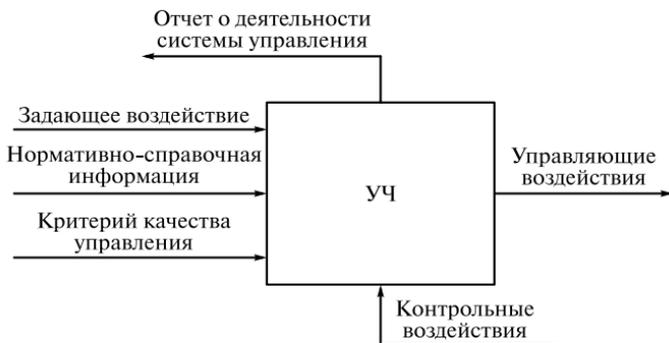


Рис. 1.4. Управляющая часть системы

ствия от более общей системы; критерий качества управления (ККУ), позволяющий оценить эффективность достижения цели управления и определяющий ограничения, учет которых обязателен при выборе варианта управляющего воздействия; нормативно-справочная информация (НСИ), являющаяся неизменной при преобразовании входной информации в выходную и обобщающая результаты статистической обработки потоков текущей информации в прошедших процессах.

Выходными потоками УЧ являются: управляющее воздействие (УВ) на ОУ, определяющее требуемые взаимосвязи и параметры взаимодействия элементов ОУ; отчет 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 α_i , действующими с периодичностью T_i .

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

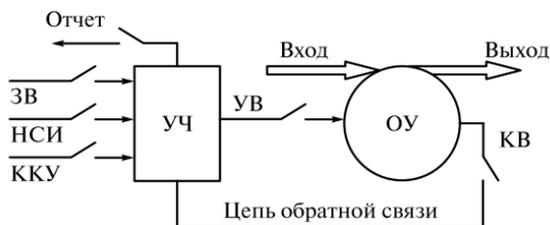


Рис. 1.5. Структурная схема системы (подсистемы) управления

При построении системы управления 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;
- при управлении динамической системой учитывать запаздывание результатов управления;
- 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 или программу работы ОУ;
- полную характеристику элементов материального потока ОУ и УЧ, в том числе возможные варианты их взаимосвязи и параметры взаимодействия;
- состояние материального потока и объекта управления в данный момент времени.

Управляющие элементы могут быть двух видов. Элементы первого вида осуществляют управление подчиненными элементами и в то же время являются управляемыми (аналогия: начальник, являющийся подчиненным вышестоящего начальника). Элементы второго вида осуществляют только выдачу управляющих воздействий (аналогия: начальник).

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

1.2. Иерархия систем

С понятием системы управления неразрывно связано понятие *иерархии управления*, под которой подразумевается порядок подчинения элементов одного уровня элементам другого уровня в рамках всей системы управления.

В системах управления существуют подсистемы, элементы которых могут быть управляющими и управляемыми и иметь особенности, характерные как для управляющих, так и для исполнительных элементов.