## Введение

Полем деятельности менеджера является организация.

Под **организацией** понимается группа людей объединенных общими целями. Такими целями в менеджменте являются получение прибыли и решение уставных задач организации.

В качестве организации могут выступать предприятия, учреждения, а также объединение нескольких организации. Организации, как правило, имеют правовой статус юридического лица (см. главу 1). Любая организация предполагает определенное расположение ее на территории и в рамках отведенного для нее там места, конкретную структуру – составные части и их взаимодействие (иерархию, взаимосвязь), а также разделение между этими частями предусмотренных для них обязанностей – функций.

**Характеристика** каждой **организации** должна предусматривать:

– основные цели и задачи;

– составные части (подразделения);

– распределение функций между подразделениями;

– используемые ресурсы;

– внешнюю и внутреннюю среду;

– систему управления;

– объем управленческой деятельности.

**Целью организации** (конечной задачей) является получение прибыли (для коммерческих организаций) и выполнение своего уставного предназначения (для некоммерческих организаций). Задачи организации характеризуют шаги, ведущие к достижению этой цели. В соответствии с целями и задачами организации и потребностями эффективного управления создаются необходимые подразделения.

**Деятельность организации** предусматривает использование различных ресурсов: природных (пахотная земля, полезные ископаемые, водные ресурсы); капитала (материальная и интеллектуальная собственность); трудовых (физические и умственные способности персонала); управленческих (способность рационально распорядиться ресурсами, организовать работу). В процессе деятельности организации происходит целенаправленная переработка материалов, энергии и информации.

**Внешнюю среду организации** образуют экономика страны, рыночная конъюнктура, законодательство, органы власти, государственного и муниципального управления, общественные организации, партнеры, конкуренты, средства массовой информации, уровень техники и технологии, моральные ориентиры общества и т. п.

**Внутренняя среда организации** это ее миссия, цели, задачи, персонал, структура, технологии управления, производства, работы с информацией.

**Система управления** является важнейшей характеристикой организации. Эта система предполагает наличие и функционирование руководителей и объектов управления, каналов для передачи командной информации и информации состояния (обратной связи), целенаправленную переработку этой информации, деятельность по подготовке и принятию управленческих решений.

**Объем управленческой деятельности** напрямую связан с составом, содержанием и масштабом решаемых организацией задач и может в зависимости от этого выполняться следующим образом:

– при ограниченном круге задач организацией может руководить один из их исполнителей;

– расширение круга задач требует выделения для управления организацией специального человека – менеджера;

– дальнейшее увеличение поля деятельности организации, связанное с умножением и усложнением стоящих перед ней задач, требует создания линейной иерархии и функциональной специализации руководства, появления профессионального управления – менеджмента.

Создание организации предусматривает проведение обширного комплекса исследовательских и прикладных мероприятий, получившего название организационного проектирования.

**Организационное проектирование** исходит из следующих характеристик организации (рис. 3.1):

– характера деятельности;

– сферы деятельности;

– отраслевой принадлежности;

*–* отношения к власти;

– государственной принадлежности;

– степени самостоятельности;

– формы собственности;

– организационно-правовой формы;

– наличия юридического лица;

– численности работающих;

– времени функционирования;

– отношения к коммерческой деятельности (получаемой прибыли);

– степени формализации;

– отношения к бюджету;

– организационной структуры;

– построения системы управления.

По *характеру деятельности* организации могут быть общественные и хозяйственные. *Общественные* организации – добровольные объединения граждан, создаваемые для удовлетворения их духовных и иных нематериальных потребностей. Это политические партии, творческие союзы, профессиональные союзы и т. д. *Хозяйственные* организации создаются для удовлетворения материальных и социальных потребностей человека и общества и получения предпринимательской прибыли. Это предприятия и их объединения.

Деятельность организаций может осуществляться в *экономической, политической, социальной, военной и других сферах.* В экономической сфере работают предприятия различных отраслей народного хозяйства, банки, биржи и т. п. В политической сфере заняты учреждения государственного и местного управления, политические партии и т. д. В социальной сфере действуют учреждения образования, здравоохранения, культуры, социальной поддержки населения.

По *отраслевой принадлежности* различают промышленные, транспортные, сельскохозяйственные, торговые организации.

По *отношению к власти* организации могут быть правительственными и неправительственными. *Правительственные* организации создаются органами власти для решения свойственных им задач. Они имеют официальный статус и соответствующие права и привилегии. Это могут быть, например, научно-исследовательские учреждения, комиссии, делегации и т. п. *Неправительственные* организации создаются на инициативной основе физическими или юридическими лицами для решения частных задач и никакими особыми правами или привилегиями не обладают.

В зависимости от *государственной принадлежности* различают национальные (отечественные) организации и организации, созданные с участием иностранных физических и юридических лиц (например, предприятия с иностранными инвестициями).

По *степени самостоятельности* организации могут быть головными (материнскими) и дочерними. Головные организации обладают правом независимого принятия управленческих решений, хозяйственно-финансовой самостоятельностью. Дочерние организации такой независимостью и самостоятельностью не обладают и работают под руководством головной организации.

В зависимости *от форм собственности* организации могут быть частными, государственными, муниципальными и иных форм – общественных и религиозных организаций, объединений и т. д. (см. главу 1).

В зависимости *от организационно-правовых характеристик* организации могут иметь форму государственного или муниципального предприятия, производственного кооператива (артель) или потребительского кооператива, хозяйственного товарищества или общества, общественной или религиозной организации, объединения или союза, учреждения, фонда (см. главу 1).

В зависимости *от наличия юридического лица* организации могут создаваться как с образованием юридического лица, так и без образования юридического лица.

По *численности* работающих различают организации малой численности (малые предприятия), средней и большой численности.

По времени *функционирования* организации могут быть постоянные, временные (сезонные), периодически действующие.

По *отношению к коммерческой деятельности* (получаемой прибыли) организации делятся на коммерческие и некоммерческие.

В зависимости от *оформления* в органах власти организации могут быть как формальными (зарегистрированными в установленном порядке), так и не формальными (не нуждающимися в регистрации).

В зависимости от *отношения к бюджету* различают бюджетные организации (финансируемые из государственного или местного бюджета) и небюджетные (финансирующиеся самостоятельно).

В зависимости от *организационной структуры –* построения подразделений органов управления и их взаимосвязей – различают организации линейной, звездной, кольцевой и других структур (см. далее в этом параграфе).

В зависимости от *особенностей построения и функционирования системы управления* организацией, организации различаются по характеру субъектов и объектов управления, количеству уровней управления, используемым при управлении системным принципам (см. далее в этой главе).

В качестве научного аппарата, описывающего построение и функционирование организаций, выступает теория систем.

## 1. Организация как сложная система

Под **системой,** в самом широком смысле слова, принято понимать замкнутое объективное единство связанных друг с другом элементов, упорядоченных по определенному закону или принципу (рис. 3.2). Основой упорядочения системы является, как правило, цель ее функционирования.

Теорией систем занимается один из разделов кибернетики – *системология* или *системотехника.* Последнее наименование употребляют в тех случаях, когда технические аспекты, связанные с проектированием систем, выступают на первый план. Понятие системы противопоставляется бессистемности или хаосу.

С математических позиций система – это множество, на котором реализуется заранее данное отношение *R* с фиксированными свойствами *Р*. В качестве такого отношения обычно выступают требования определенного порядка, связи между элементами системы: события, происходящие в одном из элементов системы, определенным образом влияют на события в других элементах.

Любая система размещается и функционирует в некоторой вполне определенной внешней среде. Взаимодействие системы с внешней средой осуществляется через вход и выход системы. Под входом при этом понимается точка или область воздействия на систему извне; под выходом – точка или область воздействия системы вовне.

Система может находиться в различных состояниях. Состояние любой системы в определенный момент *t* можно с определенной точностью охарактеризовать совокупностью значений внутренних параметров состояния *m:*

*m = m1, m2,…m\* .*

Для описания состояний системы весьма удобен метод пространства состояний или, в другой терминологии,– метод фазового пространства. Параметры состояния при этом носят название фазовых координат системы.

Состояние системы может быть изображено точкой в многомерном пространстве, где по координатным осям отложены значения соответствующих фазовых координат. Если состояние системы меняется во времени, то отображающая точка перемещается в многомерном фазовом пространстве по некоторой кривой, которая называется фазовой траекторией системы. Таким образом, описание поведения системы, часто весьма сложного, можно заменить описанием поведения точки в фазовом пространстве.

В реальных системах координаты, как правило, могут принимать значения, лежащие в определенных интервалах.

Вследствие этого всякая система характеризуется некоторой областью значений фазовых координат, в пределах которой можно говорить о системе как о едином целом. Такая область называется областью существования системы или областью возможных траекторий.

Если координаты системы могут принимать в пределах области существования любые значения, то системы называются *непрерывными.* Если фазовые координаты могут принимать только конечное число фиксированных значений, то системы называются *дискретными.*

Таким образом, система характеризуется тремя группами переменных:

*входные,* которые генерируются системами, внешними относительно исследуемой:

*x = x1, x2,…x\*;*

*выходные,* интегрируемые исследуемой системой, определяющие воздействие системы на окружающую среду:

*y = y1, y2,... y\*;*

*координаты состояния,* характеризующие динамическое поведение исследуемой системы:

*т = т1, т2,... т\*.*

Все три группы величин предполагаются функциями времени:

*x(t); y(t); m(t)* (1)

Вывод уравнений состояния системы является начальным, но весьма важным этапом анализа и синтеза в современной теории управления. Воздействуя на входы системы, мы переводим ее из одного состояния в другое и тем самым получаем изменения на выходах, что фиксирует новое состояние системы.

Перевод системы из одного состояния в другое сопровождается затратами вещества, энергии, времени. Управление принято называть оптимальным, если перевод системы из одного состояния в другое, соответствующее достижению цели, будет сопровождаться минимальными затратами вещества, энергии или времени.

Для управления реальными процессами приходится создавать **системы управления,** в которых информация циркулирует весьма сложным образом, в пределах совокупности контуров, определяющих структуру данной системы.

Все многообразие связей между контурами в системе можно свести к двум основным видам: связь, устанавливающая взаимное подчинение контуров и передачу информации между старшими и младшими контурами, и связь, определяющая передачу информации между контурами, стоящими на одном уровне. Для удобства рассмотрения этих связей на схемах будем называть их соответственно связью «по вертикали» и связью «по горизонтали» (рис. 3).

Примером связи «по вертикали» может быть связь между контуром «директор объединения — директор предприятия» и контуром «директор предприятия — начальник цеха». Примером связи «по горизонтали» — связь между контуром «плановый отдел предприятия — плановое бюро цеха» и контуром «отдел главного технолога предприятия — технологическое бюро цеха». Путь прохождения информации в системе в основном определяется организацией системы и задачей, которую система решает в данный момент. Иногда этот путь проходит через несколько контуров, охватывая каждый из них целиком или частично. Поэтому при исследовании решения конкретных задач важное значение приобретает последовательность прохождения информации через элементы контуров, входящих в систему, и учет соответствующих преобразований, которым подвергается при этом информация.

Путь прохождения информации в системе при решении определенной задачи, включающей элементы одного или нескольких контуров, называется цепью прохождения (циркуляции) информации в системе.

На входы системы поступают те или иные значения входных параметров, изменяя значения которых можно изменять текущее состояние системы. Его можно проследить, наблюдая за состоянием выходных параметров на выходах системы. Так, если в качестве примера системы взять предприятие, то входами могут служить укомплектованность и обученность персонала, состав и качество оборудования, сырья, топлива, фонд зарплаты. Выходами системы, характеризующими текущее состояние предприятия, будут количество и качество продукции, расходы денежных и материальных ценностей и др.

В зависимости от степени взаимного влияния системы и внешней среды системы делятся на открытые и закрытые (замкнутые).

В *открытых системах* внутренние процессы существенно зависят от условий среды и сами оказывают на ее элементы значительное влияние. В связи с этим функционирование таких систем определяется как внешней, так и внутренней информацией. Примером может служить автоматизированная система управления предприятием.

В *закрытых (замкнутых) системах* внутренние процессы слабо связаны с внешней средой. Вследствие этого функционирование закрытых систем определяется главным образом внутренней информацией, т. е. той, что вырабатывается внутри самой системы. Примером такой системы могут служить любые автономные автоматические устройства, в которых управление осуществляется на основании сигналов, поступающих от элементов, входящих в ту же систему. Замкнутость системы означает строгое ограничение ее состава и сферы деятельности определенными рамками, позволяющими учитывать изменение состояний. Если система не замкнута, ее состояние нельзя строго учесть.

В зависимости от характера связи между элементами системы и событиями, происходящими в ней, различают детерминированные и вероятностные (стохастические) системы.

В *детерминированной системе* связи между элементами и событиями носят однозначный, предопределенный характер. Примером такой системы может служить передача командной информации.

В *вероятностной (стохастической) системе,* в отличие от детерминированной, связи между элементами и событиями носят неоднозначный характер: одни и те же изменения элементов системы в каждом отдельном случае могут привести к различным событиям. Однако и здесь нет места хаосу – связи между элементами и событиями существуют в форме вероятностных закономерностей. Например, изменение в технологии производства приводит к определенному изменению общего количества бракованных изделий, однако заранее однозначно определить, будет ли данная деталь с браком или нет, нельзя. На практике строго детерминированных систем не существует. Даже в приведенном примере с выключателем тока всегда существует вероятность того, что устройство включения не сработает и результат действия не совпадет с ожидаемым. Поэтому правильнее определить детерминированные системы как частный случай вероятностных, у которых вероятность ожидаемого события близка к единице.

Современное производственное предприятие относится к сложным динамическим системам. Под сложной системой в отличие от простой понимается такая система, которая не может рассматриваться как сумма составляющих ее частей (свойство эмерджентности). При анализе сложной системы наряду с рассмотрением поэлементно, в расчленном виде, необходимо ее изучение также в целом, во всей совокупности связей.

*Динамический характер системы* определяется тем, что она находится в состоянии непрерывного изменения, в динамике. Этим она отличается от статической системы. Поскольку, однако, систем, находящихся в статике, практически не существует, динамическими системами, в отличие от статических, обычно называют такие, переход которых в новое состояние не может совершаться одномоментно, а требует некоторого времени и осуществляется в результате определенного процесса. Примером динамической системы может служить любая система управления.

*Сложные системы* характеризуются следующими наиболее важными признаками:

– наличием единой цели функционирования;

– наличием нескольких уровней управления, иерархически связанных;

– наличием подсистем, каждая из которых имеет цель функционирования, подчиненную общей цели функционирования всей системы и управляемых единой системой управления;

– наличием большого числа связей между подсистемами, внутри каждой подсистемы и необходимостью разветвленной сети связи управления;

– комплексным составом системы – наличием людей, машин и природной среды;

– устойчивостью к воздействию внешних и внутренних возмущающих факторов и наличием элементов самоорганизации.

Сложная система всегда состоит из подсистем.

*Подсистемы* можно выделять, если каждая из них имеет:

– цель функционирования, подчиненную общей цели функционирования всей системы;

– комплекс элементов, составляющих систему;

– свою систему управления, входящую в общую систему управления.

В этом смысле термины «система», «подсистема», «элемент» носят относительный характер. Определенная система может представлять собой подсистему в системе более высокого уровня. И наоборот, эта же система может включать в себя системы более низкого уровня.

Деление системы на подсистемы может быть различным в зависимости от принципа, принятого за основу.

Большинство сложных систем функционирует в условиях действия большого числа случайных факторов. Поэтому предсказать поведение сложной системы можно только вероятностно, т. е. определить вероятность наступления ожидаемого состояния системы, получить законы распределения или некоторые числовые характеристики случайных величин, отражающих поведение сложной системы.

При построении систем управления любой степени сложности необходимо учитывать следующие основные **принципы (или законы) кибернетики.**

***Закон необходимого разнообразия.*** Сущность этого закона заключается в том, что разнообразие сложной системы требует управления, которое само обладает достаточным разнообразием. Закон необходимого разнообразия обосновывает необходимость многовариантного планирования, выработку оптимальных решений. Управление, которое основывается на рассмотрении единственного варианта плана, не может быть признано научным.

Оптимальное управление, построенное на рассмотрении различных вариантов, является, наоборот, научным управлением, соответствующим закону необходимого разнообразия. И чем сложнее, а значит, и разнообразнее сама система, тем большее значение приобретает оптимальность в управлении.

***Закон отличия целого от частного (закон эмерджентности).*** Этот закон заключается в наличии у системы целостных свойств, т. е. таких свойств системы, которые не присущи составляющим ее элементам. Чем больше система и чем больше различие в масштабах между частью и целым, тем выше вероятность того, что свойства целого могут сильно отличаться от свойств частей. Эмерджентность является одной из форм проявления диалектического принципа перехода количественных изменений в качественные.

Известны многочисленные проявления закона эмерджентности. Эффективность крупного производства, социальные последствия урбанизации, возможность реализации крупных мероприятий в области фундаментальных исследований (космос, ядерная энергия), промышленности, обороны.

Закон отличия целого от частного показывает различие между локальными оптимумами отдельных подсистем и глобальным оптимумом всей системы. Этот закон показывает необходимость интегрального рассмотрения системы, достижения общего оптимума.

При синтезе систем управления принято считать, что общие (эмерджентные) интересы сосредоточены в центре системы, в центральном органе, на верхней ступени иерархии, в то время как частные, внутренне присущие (имманентные), локализуются в соответствующих элементах.

***Закон внешнего дополнения.*** В сложных системах прогноз состояния среды и выработка управляющих воздействий формальными методами могут быть осуществлены лишь приближенно. Вследствие этого всегда необходим содержательный контроль работы формализованной схемы управления и корректировка ее с помощью дополнительных (внешних) неформально принимаемых решений. Такие корректировки можно рассматривать как результат функционирования черного ящика, встроенного между выходом формализованной подсистемы управления и входом управляемой подсистемы.

Отклонения, «неучтенные» при планировании и создании систем, будут тем закономернее, чем сложнее система. Система управления поэтому должна иметь соответствующие резервы, компенсаторы и регуляторы для корректировки таких «неучтенных» отклонений.

Совокупность неформальных процедур корректировки алгоритмически (формализованно) получаемых управляющих воздействий и задания различных параметров называют внешним дополнением, а теоретическую необходимость подобной неформальной компенсации – принципом или законом внешнего дополнения.

***Закон обратной связи*** требует построения системы с использованием замкнутых контуров. Для экономики это означает необходимость сосредоточения плана и учета в одних руках.

***Закон антиэнтропийности*** сводится к тому, что управление системой всегда направлено на уменьшение неопределенности в знаниях о построении и поведении управляемой системы за счет усиления информационной осведомленности при принятии решения. Управление всегда связано (при заданной степени системной сложности) с ограничением степеней свободы системы, необходимым для определения целенаправленного поведения системы.

Организацию как сложную систему характеризует многообразие структур. Основными типами структур являются (рис. 4) линейные, кольцевые, звездные, многосвязные, сотовые, пирамидальные, комбинированные.

При *линейной* структуре каждый элемент системы (подразделение) связан с двумя смежными. Проходящие через систему командная информация и информация состояния становятся достоянием всей системы. Все связи здесь равноценны. Иерархические взаимоотношения отсутствуют. Выпадение любого элемента разрушает систему, ибо никаких других связей, кроме как с соседями, не предусмотрено.

*Кольцевая* структура отличается от линейной лишь тем, что крайние элементы связываются друг с другом. Это дает возможность вести управление в двух противоположных направлениях и тем самым повысить его надежность. Иерархические взаимоотношения отсутствуют.

*Звездная* структура представляет собой дальнейшее развитие кольцевой. Здесь появляется центральное подразделение, через которое информация может быстро коммутироваться в любое другое. Центральный элемент системы, как правило, является иерархически выше остальных.

*Многосвязная* структура предполагает наличие связей каждого элемента системы с каждым. Как правило, связи равноценны и иерархия отсутствует. Такая система обеспечивает максимальную надежность передачи информации.

*Сотовая* структура создается тогда, когда появляется необходимость канализации информации по ряду различных, связанных между собой направлений и сохранения при этом высокой надежности системы.

*Пирамидальная* структура строится по иерархическому принципу: каждый вышестоящий элемент системы является старшим по отношению к нижестоящему. Такая структура имеет ряд уровней, причем чем уровень выше, тем больше у него подчиненных.

*Комбинированная* структура представляет собой сочетание из двух или более структур со всеми их свойствами. Например, комбинация многосвязной и кольцевой структур дает структуру «колесо», в которой, с одной стороны, возможно равнозначное управление в обе стороны кольца, а с другой – появляется центральный элемент, обеспечивающий иерархию в системе.

Любая структура может быть оценена с помощью следующих основных **характеристик** – объема, надежности, размещения, упорядоченности, централизации, оперативности.

*Объем* структуры характеризует ее количественный состав: число уровней, элементов, связей между ними.

*Надежность* структуры показывает ее живучесть, способность выполнять свои функции в различных условиях.

*Размещение* структуры описывает положение ее элементов в пространстве и времени: соответствующее взаимосвязи, подчиненность, отведенные роли.

*Упорядоченность* структуры показывает степень формализации ее построения и функционирования, возможности и механизмы изменения структуры.

*Централизация* структуры говорит о распределении функций между центром и периферией системы и объемами соответствующих полномочий.

*Оперативность* структуры означает возможность реакции системы на изменения обстановки, временные показатели этой реакции и ее цену.

Типичным примером организации как сложной системы является **производственно-экономическая система (ПЭС).**

Основным видом производственно-экономических систем является **предприятие.** Приведем, применительно к промышленному предприятию, некоторые необходимые сведения из теории сложных систем.

Современное промышленное предприятие представляет собой единый производственно-хозяйственный комплекс, объединенный общей задачей – выпуском продукции заданного вида.

Состав образующих предприятие цехов, участков и служб (склады, транспорт, связь и т. д.), а также формы их взаимосвязи в процессе создания продукции составляют производственную структуру предприятия. Производственная структура входит в общую структуру предприятия, которая включает кроме нее еще различные общезаводские службы (транспортную, складскую и другие) и хозяйства – жилищно-коммунальное, столовую, больницу, стадион и др.

Для управления огромным и сложным комплексом, образующим промышленное предприятие, создается необходимая структура управления. Об управлении речь пойдет в следующей главе. Здесь только отметим, что эта структура управления охватывает все звенья производства – от рабочего места до предприятия в целом; все направления деятельности предприятия – производственную, финансовую, капитальное строительство, материально-техническое снабжение, сбыт и др.

Важнейшей характеристикой промышленного производства, во многом определяющей его машинную вооруженность и структуру управления, является **тип производства.** Различают массовое, серийное и единичное производства. Они отличаются объемом производства и периодичностью выпуска продукции.

*Массовое производство* отличается большим объемом выпуска продукции при строго ограниченной номенклатуре (изготовление часов, автомобилей, электродвигателей и т. п.). Это дает возможность использовать высокопроизводительное специализированное оборудование и оснастку. Данный тип производства – наиболее эффективный: здесь достигается высокая производительность труда, значительная рентабельность, низкая себестоимость продукции.

Для *серийного производства* характерно изготовление изделий ограниченной и периодически повторяющейся номенклатуры. Этот тип производства, в зависимости от номенклатуры и объема выпуска продукции, в свою очередь делится на крупносерийное и мелкосерийное производство. Для серийного производства характерна сравнительно небольшая номенклатура, что создает возможность использования как универсального, так и специального оборудования. Серийное и особенно крупносерийное производство позволяет в значительной мере реализовать преимущества специализации. Цехи здесь, как правило, организуются по предметному признаку. Данный тип производства распространен в радиотехнической промышленности, приборостроении, станкостроении и т. д. Единичное производство характеризуется изготовлением разнообразных изделий определенного назначения в небольших количествах. Оборудование и технологическая оснастка здесь во многих случаях универсальные, удельный вес ручных работ по сравнению с другими типами производства существенно выше. Этот тип производства менее экономичен, чем массовое и серийное. Он оправдывает себя лишь в том случае, если обеспечивает народно-хозяйственную потребность в данном виде продукции. Единичное производство преобладает на опытных предприятиях, при изготовлении уникальных мощных машин и агрегатов – мощной радиоаппаратуры, прокатных станов, судов, турбин и т. д.

Промышленное **предприятие** в качестве объекта управления **характеризуют** следующие основные черты:

1. *Многообразие структуры,* которое выражается в большом количестве разнообразных структурных элементов, таких, как цеха, хозяйства, лаборатории. Различие природы элементов, которое, как известно, является одним из существенных признаков сложных систем, здесь очень ярко выражено.

2. *Многосвязность элементов* производственно-экономической системы, которая выражается в наличии множества самых разнообразных связей между элементами. Передача различных деталей по ходу технологического процесса, передача различных видов энергии, обеспечение производственного процесса ремонтом и инструментом, информационные связи, транспортные коммуникации, социальные связи между членами коллектива -– таков далеко не полный перечень различных видов связи элементов. Связи и отношения элементов отличаются устойчивостью, постоянной пропорциональностью.

3. *Динамичность,* выражающаяся в постоянной смене состояний производственно-экономической системы: в цикличности производственного процесса, изменении его во времени, колебаниях структуры и связей его элементов, множестве внешних и внутренних воздействий.

4. *Многокритериальность,* которая является одним из характернейших свойств производственно-экономических систем. С одной стороны, имеется множество критериев, таких, например, как номенклатура изделий, общий объем реализованной продукции, сумма прибыли, рентабельность, выполнение заданий по новой технике, по производительности труда. Только совместная оценка подобных показателей дает характеристику системы. С другой стороны, все подсистемы на разных уровнях иерархии могут характеризоваться своими частными критериями, образующими в совокупности дерево целей и критериев.

5. *Вероятностный характер производственных процессов.* Природа функционирования любого производства носит вероятностный характер: производство постоянно подвержено влиянию многочисленных случайных факторов. Приведем некоторые характерные примеры. В любое время случайно могут выйти из строя те или иные элементы оборудования и производство потеряет определенную часть активных основных фондов. Случайно возникает брак как в своем производстве (технологический брак), так и за счет поставок (покупной брак), что приводит к трудовым потерям. Так же случайно возникают потери в рабочей силе из-за текучести кадров, болезней и других аналогичных факторов. Характерны случайные срывы поставок комплектующих изделий и материалов. Случайными величинами являются длительности всех производственных операций, что влияет на длительность производственного цикла. Этот перечень можно было бы продолжить. Подобные явления приводят к задержке планов выпуска продукции, к увеличению незавершенного производства.

Многообразные сложные задачи предприятия требуют выделения целого ряда **направлений деятельности.** Прежде всего, проводится комплекс мероприятий по обеспечению необходимого *технико-организационного* уровня производства, ритмичного и бесперебойного хода производственного процесса. Особое внимание уделяется обеспечению устойчивости технологических режимов и операций по показателям производительности, надежности, безопасности, точности и стабильности в соответствии с требованиями нормативной и технической документации при эффективном использовании производственных ресурсов.

Для установления научно обоснованных внутризаводских пропорций, норм и заданий подразделениям предприятия в соответствии с планом экономического и социального развития, выпуска высококачественной продукции, эффективного использования ресурсов, охраны окружающей среды осуществляется перспективное и текущее *технико-экономическое и социальное планирование.*

Для повышения организационно-технического уровня производства методами и средствами стандартизации проводятся работы по *стандартизации.*

Для обеспечения эффективности производства и качества продукции, достижения высокой маневренности и гибкости производства, сокращения длительности цикла «исследование – проектирование – освоение новой продукции» ведется *техническая подготовка производства.*

Для своевременного выполнения календарного плана производства продукции заданного качества, а также поддержания материальных потоков производства в запланированном режиме ведется *оперативное планирование* производства.

Для своевременного достижения единства и точности измерений параметров изделий, материалов и сырья, режимов технологических процессов, характеристик оборудования и инструментов осуществляется *метрологическое обеспечение.*

Для предупреждения производства и предотвращения выпуска (поставки) продукции, не соответствующей установленным требованиям, для своевременного получения достоверной информации о фактическом качестве разрабатываемой и выпускаемой продукции ведутся *технический контроль и испытания изделий.*

Для повышения производительности и качества труда и уровня социального развития коллектива методами и средствами научной организации труда (НОТ), для совершенствования системы оплаты труда осуществляются мероприятия по *организации труда и заработной платы.*

Для обеспечения предприятия рабочими и специалистами, создания условий для повышения их профессионального мастерства и квалификации ведется *работа с кадрами.*

Для своевременного и комплексного обеспечения предприятия сырьем, материалами, полуфабрикатами, комплектующими изделиями, оборудованием, инструментом и другими материальными ценностями с минимальными затратами осуществляется *материально-техническое снабжение.*

Для обеспечения предприятия заказами и своевременной поставки продукции потребителям в соответствии с плановыми заданиями и заключения договоров поставок при соблюдении номенклатуры, требований к качеству и комплектности организуется *сбыт продукции.*

Для обеспечения ввода в действие основных фондов, производственных мощностей и объектов, повышения эффективности строительного производства и качества строительных работ ведется *капитальное строительство.*

Для планомерного и рационального использования финансовых ресурсов и банковского кредита в интересах достижения целей предприятия и выполнения его финансовых обязательств организуется необходимая *финансовая деятельность.*

Обеспечение руководства предприятия достоверными данными, характеризующими ход и результаты всех видов производственно-хозяйственной деятельности, для своевременного принятия решений требует налаженного *учета и отчетности.*

Наконец, выявление экономических результатов различных сторон деятельности предприятия для оценки работы подразделений, вскрытия резервов и подготовки текущих и перспективных управленческих решений невозможно без тщательного *экономического анализа.*

В зависимости от природы элементов на предприятии можно выделить следующие **подсистемы.**

***Техническая подсистема*** представляет собой взаимосвязанный, взаимообусловленный, находящийся в согласованном пропорциональном состоянии комплекс оборудования (машины, механизмы, станки и группы станков, поточные линии), предназначенный для решения определенной задачи. Согласование заключается в выравнивании пропускных способностей основного производственного процесса, в соответствии техники, обслуживающей основной и вспомогательный производственные процессы, современным требованиям.

***Технологическая подсистема*** представляет собой набор правил, определяющих последовательность операций и процессов производства, в ходе которых создается продукция с определенными параметрами и качеством. Технологическая подсистема требует строгого выполнения указанных правил на всех стадиях производственного процесса. Управление в технологической подсистеме заключается в тщательной разработке технологии, дальнейшем ее совершенствовании по мере необходимости и внимательном контроле за качеством выполнения работы на всем ее протяжении.

***Подсистема совместного труда*** представляет собой необходимую его организацию для достижения определенной цели, количественные и качественные пропорции отдельных видов труда, их расчленение и взаимные связи в процессе производства.

***Экономическая подсистема*** представляет собой единство экономических процессов и экономических связей всех сторон производства. Механизм действия экономических законов проявляется на предприятии в процессе движения его фондов в их денежной, производственной и товарной форме. Движение фондов предприятия является материальной основой технико-технологического и социально-экономического процесса на предприятии.

***Социальная подсистема*** представляет собой связь людей в процессе производства. Связь людей является основой существования производственно-экономических систем. Общие экономические интересы коллектива ПЭС состоят в увеличении прибыли предприятия в результате деятельности коллектива. Поскольку ПЭС выступает в процессе производства как относительно самостоятельный коллектив, то у этого коллектива появляются свои специфические экономические интересы, которые не противоречат интересам всего общества или отдельной личности. Но отдельные группы и члены этого коллектива внутри предприятия, исходя из особенностей технологии и организации производства, решают разные задачи и имеют определенную дифференциацию целей и интересов.

Поскольку коллектив предприятия является его основной и активной силой, в нем должны решаться не только технико-экономические задачи, но и задачи воспитания людей, повышения культурно-технического уровня, образования, знаний и т. п.

***Подсистема организации производства*** позволяет рационально использовать людей, оборудование, предметы труда, заводские площади, создает условия для повышения эффективности производства в пределах заданных ресурсов.

Все перечисленные подсистемы взаимосвязаны и только в своем единстве составляют предприятие как систему.

Рассмотрим **структуру предприятия** как объекта управления.

Для производства необходимы, как известно, следующие элементы: предмет труда, средства производства и труд человека, его целесообразная деятельность.

Подготовительная фаза производства включает следующие процессы:

– финансирование;

– создание модели продукта и программы его изготовления;

– подбор и подготовку кадров;

– обеспечение предприятия средствами производства;

– материально-техническое снабжение.

Для реализации процессов непосредственного изготовления продукции наряду с подготовкой необходимо обеспечение производства. Оно прежде всего включает обеспечение оборудованием и инструментом, ремонтное обеспечение, энергообеспечение и т. п. В эту же группу следует отнести процессы, направленные на обеспечение высокого и стабильного качества продукции. Наконец, в данную группу войдут также процессы, связанные с обеспечением охраны труда и техники безопасности.

Процессы транспортного и хозяйственного обслуживания составляют самостоятельную группу. По аналогии с подготовительными процессами, процессы реализации находятся на стыке сферы производства и сферы обращения. Для первой они являются конечным актом, для второй – начальным.

Предприятие как сложная динамическая система постоянно развивается. На многих предприятиях имеются свои научные базы (исследовательские лаборатории, конструкторские бюро и т. д.), которые наряду с внешними научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями ведут научные разработки по дальнейшему развитию производства. На предприятиях также, как правило, осуществляются работы по техническому перевооружению производства.

На предприятиях ведется также большая работа по социальному развитию коллектива.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что к элементам управляемой системы следует отнести процессы развития предприятия – научного, технического и социального.

С точки зрения системного подхода управляемую (производственную) систему предприятия можно разделить в соответствии с процессами на подсистемы – развития производства, подготовки производства, основного производства, обеспечения и обслуживания производства, реализации продукции (рис. 5). В то же время каждую из подсистем можно рассматривать как систему.

## 2. Управление сложной системой

*Управление в широком понимании* есть функция некоторой системы, направленная либо на сохранение основного качества системы (потеря которого приводит к ее разрушению), либо на выполнение программы, обеспечивающей устойчивость функционирования системы и достижение ею заданной цели, либо на развитие системы.

Управление является необходимым условием нормального функционирования всякой системы. Любой процесс, безотносительно к его природе, может осуществляться в нужном направлении только при наличии управляющих воздействий со стороны органов управления.

Возникновение управления как особого вида общественной деятельности обусловлено прежде всего появлением и развитием разделения общественного труда. Общественное разделение труда проявляется в двух основных формах – в образовании крупных специализированных производств и дифференциации в их границах технологических процессов. В результате дробления конкретного труда на специализированные части образуется широкая сеть периферийных ячеек производства, каждая из которых представляет экономическую клеточку. Разделение и обособление специализированных частей труда обусловливает количественную зависимость между всеми частями производства, и в результате образуется сеть экономических связей, которая тем шире, чем глубже разделение труда.

**Управление в производственной сфере** можно определить как целенаправленное воздействие на коллективы людей для организации и координации их деятельности в процессе производства.

Можно выделить три основные области управления:

– управление системами машин и технологическими процессами;

– управление процессами, происходящими в живых организмах;

– управление деятельностью человеческих коллективов, решающих ту или иную задачу.

Внимательное рассмотрение процессов управления во всех областях выявило их общие закономерности, что позволяет установить для управления единую теоретическую основу. Этой проблемой занимается *кибернетика* – наука об общих законах управления в природе, живых организмах и машинах. С позиций кибернетики системам управления различной природы – биологическим, техническим, социальным – присущи общие закономерности. Все эти системы управления объединяет в принципе одинаковая структура: математическое описание процессов, протекающих в системах управления различной природы, оказывается подобным.

Кибернетика рассматривает управление как *циклический информационный процесс, осуществляемый в замкнутом контуре для достижения установленной цели действий.* Управление всегда протекает в определенной материальной среде. В процессе управления участвуют орган управления, объект управления и соединяющие их каналы связи. От органа управления к объекту управления проходит канал прямой связи для передачи управляющих воздействий. От объекта управления к органу управления проходит канал обратной связи для передачи сведений о состоянии объекта управления, среды и других факторов обстановки.

Цель действий достигается функционированием объекта управления. Для достижения цели действий объект управления должен быть приведен в необходимое состояние с помощью управляющего информационного воздействия.

Сведения о состоянии объекта управления, субъекта воздействия и среды принято называть информацией состояния. Управляющие воздействия представляют собой информацию о том, что, как и когда надлежит сделать объекту управления, и их принято называть командной информацией.

*Контуром управления* называют замкнутую цепь, состоящую из органа управления и объекта управления, связанных каналами прямой и обратной связи, по которым циклически циркулирует соответственно командная информация и информация состояния (рис. 7).

Командная информация в общем зависит от информации состояния.

Функция органа управления заключается в преобразовании информации состояния в командную информацию в соответствии с поставленной целью действий. Функция объекта управления состоит в реализации командной информации, заключающейся в определении действия для достижения поставленной цели, а также в сборе информации состояния. Функция каналов прямой и обратной связи заключается в передаче информации состояния от объекта управления к органу управления и командной информации в обратном направлении.

Поскольку основой управления являются информационные процессы, то определение количества информации, необходимой для выработки управляющих воздействий, перечня величин, их размерности, моментов поступления, дискретности, средств передачи, быстроты и надежности передачи информационных сигналов приобретает первостепенное значение.

Сущность процесса *переработки информации* в системе управления составляет то, что мы обычно называем выработкой и принятием *решения.* Исходя из поставленной задачи – цели управления и данных – информации об объекте управления и состоянии внешней среды, руководитель по определенным правилам принимает единственное, избранное из многих возможных, воздействие на объект.

В качестве непосредственной цели управления выступает достижение системой показателей, характеризующих состояние и функционирование системы. В качестве таких показателей - целевых функций или критериев эффективности могут выступать: плановое задание по выпуску продукции, рентабельность, прибыль, производительность труда.

Достижение заданных значений критериев эффективности осуществляется путем выбора органом управления управляющих воздействий на объект управления. Этот выбор и является основным содержанием переработки информации в системе управления. На его основании в органе управления принимается решение. Выработка решения происходит по определенным правилам – алгоритмам. Формализация сводится к созданию на базе содержательного, смыслового описания этого процесса его модели, связывающей целевую функцию управления с параметрами – исходными данными системы.

Для нормальной работы система управления производством должна располагать следующими данными:

– целью управления;

– идеальной моделью будущего функционирования объекта, рассчитанной так, чтобы цель достигалась оптимальным образом;

– моделью фактического состояния объекта для сравнения ее с идеальной моделью и нахождения отклонений;

– информацией, направленной на устранение отклонений фактического состояния модели от идеального.

Наличие этих данных обеспечивается выполнением трех основных **фаз управления:** 1) планирования, 2) учета и анализа, 3) регулирования.

*Планирование* делится на технико-экономическое и оперативно-производственное. Первое объединяет перспективное и текущее планирование и строится применительно к отдельным элементам объекта управления (производственные мощности, трудовые ресурсы, материальные ресурсы и т. д.). Оно обосновывает конечные результаты и потребные ресурсы. Второе ставит своей главной задачей спланировать осуществление производственных процессов (разработку календарных нормативов, выдачу заданий на рабочие места и т. д.) с целью увязки во времени и пространстве отдельных элементов производства.

Фаза планирования является в управлении ведущей, ибо с ее помощью предприятиям задаются цель, смысл и методы управления. Через нее осуществляется связь предприятия с внешней средой, увязка с хозяйственной политикой в стране, системами финансирования, стимулирования и т. д.

От планирования зависят учет и регулирование: *учет* ведется по показателям плана, а *задачей регулирования* является постоянное поддержание фактических показателей объекта на уровне плановых заданий. Планирование носит директивный характер.

Выполнение плана гарантируется фазой регулирования. Смысл этой фазы сводится к устранению текущих рассогласований (возмущений) в производстве. Фаза регулирования связана с планирующей через учет.

Анализ фаз планирования и регулирования показывает, что организация производственных процессов многовариантна. Одно и то же планирование может быть проведено в жизнь множеством различных, далеко не равноценных между собой по результатам, способов. То же можно сказать и про фазу регулирования: устранение возмущений может идти разными, более и менее эффективными путями. И среди множества вариантов планирования и регулирования производства, как правило, имеется наилучший, оптимальный. Нахождение его является одной из главных задач управления. Выбор наилучшего варианта решения требует переработки огромного количества разнообразной информации.

Рассмотрим в качестве примера роль и место информации на предприятиях приборостроения и машиностроения.

Для предприятий приборостроения (радиотехнические предприятия, предприятия средств связи и т. п.) обычно характерны следующие признаки: массовый характер основного производства, большой удельный вес сборочных операций, короткий производственный цикл, частая смена выпускаемых моделей, малая номенклатура выпускаемых изделий. Период оборачиваемости оборотных средств – один-полтора месяца. На указанном предприятии наблюдаются высокая скорость сборочного конвейера (такт 19 с), значительные темпы роста выпуска продукции, большое количество поставщиков (более тысячи) при их постоянной смене. Сроки и объемы поставок внутри планового периода достаточно неопределенные. Количество потребителей может достигать многих тысяч.

В этих условиях для производственных целей необходима следующая *информация:*

*–* конструкторская спецификация деталей, узлов, соединений; карты заимствованных, стандартизованных и унифицированных деталей и узлов; комплектовочные ведомости; спецификация тары;

– технологические маршруты прохождения деталей и узлов по цехам и участкам с перечнем операций, выполняемых в каждом из них;

– типы и виды оборудования, степень их загрузки для выполнения отдельных операций;

– режимы резания, которые определяются числом оборотов детали или инструментов в минуту, подачей, глубиной резания или числом двойных ходов прессового оборудования;

– спецификация инструмента и специальной оснастки, нормы их расхода на единицу изделий;

– нормы расходования сырья, материалов и покупных полуфабрикатов (подетальные, пооперационные и спецификационные);

– нормы затрат живого труда (времени или выработки);

– установленные расценки, нормативы численности вспомогательных рабочих;

– ведомости трудоемкости изделий;

– нормы расхода топлива, электроэнергии, сжатого воздуха, пара;

– план-график проведения предупредительных ремонтов;

*-* методы контроля качества деталей, узлов, изделий (сплошной, выборочный, статистический);

– ценник на материалы, систематизированный по группам, подгруппам и видам.

Получение, обработка и использование всей этой информации «вручную» неприемлемы по следующим основным причинам:

– работа с информацией осуществляется крайне медленно, не успевая за реальными процессами и потребностями производства; отсюда большие потери в эффективности за счет неоптимального использования возможностей предприятия;

– информационная сфера требует все больших затрат труда, а значит, и увеличения численности работающих;

– малая скорость обмена информации между органами управления и управляемыми объектами (по вертикали), а также между взаимодействующими объектами (но горизонтали) нарушает управление и не может не сказаться на его эффективности;

– затрудняется использование информации – своевременная выборка необходимых для управления данных; нарушается оперативность управления;

– неизбежно дублирование информации, что приводит к удорожанию управления;

– руководители производства перегружаются информацией, которую не в состоянии использовать.

Попытки передать отдельные информационные задачи вычислительной технике приводят лишь к механизации обработки информации, не решая всех упомянутых выше проблем. Преодоление указанных трудностей лежит на путях комплексной автоматизации управления производством.

Сходные трудности с информационными процессами управления существуют и на предприятиях машиностроения, автомобилестроения, например на Волжском автозаводе, где проектная мощность предприятия 660 тысяч автомобилей в год и общая численность промышленного производственного персонала 66 тысяч человек. Длина сборочного конвейера составляет здесь более 150 километров. Огромному по масштабу производству сопутствуют и соответствующие потоки информации. Так, номенклатура изделий только внутреннего производства достигает 7,5 тысяч наименований деталей и сборочных единиц. Для изготовления их применяются десятки разнообразных сложных технологических процессов: механическая и термическая обработка, литье и обработка давлением, сварка, пайка, окраска, нанесение мастик, защитных и полимерных материалов, гальванопластика, химическое покрытие, сборка и т. д. При этом завод потребляет около 4 тысяч наименований технологических материалов и комплектующих изделий. Что касается общей номенклатуры используемых в процессе производства материальных ресурсов, включая материалы для ремонтно-эксплуатационных нужд, запасные части и оборудование, инструмент и оснастку, то она достигает 400 тысяч наименований! Выход из положения здесь, как и в приборостроении, радиостроении, – создание современной системы управления предприятием.

Чтобы глубже разобраться в этой системе, вернемся к понятию управления.

Управление – весьма емкое, многоплановое понятие. Оно объемлет и руководство предприятием-гигантом, и вождение легкового автомобиля. Управление государством и станком, войсками и собственными поступками – все это управление. В чем же общий смысл столь разных проявлений этого слова?

Прежде всего, любой целенаправленный процесс всегда состоит из двух типов операций – рабочих и операций управления. Например, обработка металлов резанием. Рабочие операции – снятие стружки, собственно резание металла; операция управления – последовательная установка резца в такие положения, чтобы в результате резания получилась деталь определенной формы. Даже такое простое дело, как колка дров, требует как хорошего удара – рабочая операция, так и правильного направления топора при ударе – операция управления.

Для реализации рабочих операций существует технологическое или техническое оборудование: станки, роботы, транспортные устройства и их совокупности, объединенные в участки, цеха, заводы. Но сами по себе они бесполезны. Суппорты станков должны двигаться по определенным траекториям, транспортные устройства вовремя подавать к станкам заготовки и инструмент, в определенном порядке должны запускаться в производство различные партии деталей. И все эти операции должны быть взаимоувязаны между собой, а также в пространстве и во времени. Иначе говоря, все это многообразие требует управления.

Для определения всего того, что для своей целесообразной деятельности требует управления, в кибернетике существует термин **«объект управления».** И действительно, управляют всегда чем-нибудь: предприятием, цехом, станком, самолетом – объектом управления.

Все реальные системы можно грубо разделить на три группы:

– системы, составляющие элементы которых не связаны между собой, например группа отдельных разнородных деталей;

– системы, элементы которых связаны между собой жестко, когда положение, а в общем случае поведение каждого элемента однозначно определяется положением (поведением) другого, например металлоконструкция;

– системы, занимающие промежуточное положение. Изменение состояния отдельных элементов свободно в границах, определяемых состоянием другого элемента. Точка на ободе колеса может принимать любое положение, однако в пределах одного условия: расстояние ее до оси всегда должно быть одинаковым.

Очевидно, что управлять можно только системами третьего типа. Ни металлоконструкцией, ни беспорядочно сложенной кучей деталей управлять нельзя.

Таким образом, любой объект управления должен прежде всего иметь переменные характеристики. Изменение этих характеристик определяет поведение объекта управления. Между этими характеристиками должна быть постоянная связь. Связи определяют структуру объекта. И наконец, должна существовать возможность изменять некоторые переменные непосредственно извне.

В каждый конкретный момент времени переменные объекта управления принимают определенные значения. Эти значения, или «состояния», определяют общее состояние объекта управления.

Среди переменных обычно выделяют:

*входные* переменные – на которые можно непосредственно действовать извне;

*выходные* – на которые непосредственно воздействовать извне нельзя, но которые доступны для контроля (измерения);

*внутренние –* переменные, на которые нельзя воздействовать извне и которые трудно, сложно или невозможно вообще контролировать.

Входные переменные изменяются под действием возмущающих или управляющих воздействий. Управляющие воздействия, или «управления», – это то, чем можно распоряжаться в процессе управления. Возмущающие воздействия мешают процессу управления, пользоваться ими, влиять на них нельзя.

Среди выходных переменных выделяют группу управляемых переменных, определяющих цель управления – желаемое поведение объекта управления, например: скорость вращения шпинделя, перемещения суппорта, технико-экономические показатели производства.

Формальные зависимости, отражающие совокупность структурных связей между входными, внутренними и выходными переменными, называют математической моделью объекта управления.

Очевидно, что желаемого поведения управляемых переменных можно достичь только путем целенаправленного изменения управляющих воздействий. Целенаправленного, потому что при этом необходимо не только учитывать желаемое поведение, но и знать характер связей между входными и выходными переменными, возможные изменения возмущающих воздействий. Мало знать, что должно быть на выходе объекта управления, нужно уметь это получить. Действительно, сложность управления определяется не только наличием возмущающих воздействий, но и сложностью причинно-следственных и временных связей между входными и управляемыми переменными. Если бы не было этой сложности, надобность в теории управления, в кибернетике отпала бы. И недаром так высоко ценятся хорошие методы и алгоритмы управления, а там, где управление до сих пор формализовать не удается, мы ценим хороших управляющих, обладающих опытом, навыками, позволяющими интуитивно учитывать эту сложность.

Таким образом, **задача управления** – *целенаправленно, с учетом цели, свойств объекта и возмущений, вырабатывать управляющие воздействия.*

Если эта задача выполняется человеком, то тогда мы говорим о ручном управлении, если техническим устройством – об автоматическом управлении. Если в выработке «управлений» участвуют и люди, и технические устройства, то такое управление называют автоматизированным. В любом случае существует что-то или кто-то, что (или кто) вырабатывает управления. Для обозначения этого «что» в теории автоматического управления принят термин «управляющее устройство», или «блок управления», в более общем случае его называют блоком принятия решений.

Термины «управляющее устройство», «блок управления» в наше время, когда для управления применяются вычислительные машины, обеспечивающие за счет режимов разделения времени одновременное управление несколькими объектами, плохо соответствуют реальному положению вещей. Они остались нам в наследие от тех времен, когда управление каждым объектом управления обеспечивалось одним реальным техническим устройством – релейно-контактным блоком, регулятором. Предпочтительнее использовать термин **«элемент управления».** Под ним будем понимать совокупность формальных правил, по которым информация, используемая для управления, перерабатывается в управляющие воздействия.

Эти правила называют *алгоритмами* или *законами управления.* Алгоритмом – если управляющие воздействия вырабатываются с помощью многошагового процесса, законом – если одноэтапно.

Закон обычно выражается формулой или таблицей. Формула может включать как алгебраические и интегрально-дифференциальные зависимости, так и логику. Любой закон может быть представлен алгоритмом, и поскольку любую формулу можно представить в виде последовательности более простых операций. Однако не всякому алгоритму можно противопоставить закон. Существуют методы выработки решений (управляющих воздействий), которые, по существу, в силу различных причин носят характер последовательности отдельных этапов: методы линейного и динамического программирования, метод ветвей и границ и т. п.

Для выработки управляющих воздействий в общем случае используется информация о текущих значениях:

– управляемых переменных;

– задающих воздействий – переменных, определяющих желаемое поведение объекта управления;

– возмущающих воздействий. Задающие воздействия вырабатываются, как правило, вне системы управления, на верхнем уровне. В тех случаях, когда эта информация заранее записывается в памяти и используется для управления в нужный момент, в состав системы управления включают задающее устройство (в программно-логическом управлении – программатор).

Подобную схему можно найти сегодня в начале большинства книг по управлению самыми различными системами, как социально-экономическими (предприятие, цех, участок), так и техническими (станок, робот, транспортное средство). Основа схемы – два прямоугольника. Один из них – то, чем нужно управлять. Это может быть завод, цех, участок производства, технологический агрегат. Другой прямоугольник – то, что должно управлять объектом, – элемент управления. На заводе – это администрация предприятия, использующая автоматизированную систему управления (АСУ), на участке – АСУ технологическим процессом, применительно к технологическому агрегату – рабочий или автоматическое устройство управления агрегатом. Прямоугольники – элемент и объект управления – связаны двумя линиями – прямой и обратной связью. По линиям циркулирует информация: по одной – туда, по другой – обратно. Туда, на объект управления, идет от элемента управления командная информация: что, когда и как нужно сделать. Обратно, в элемент управления, поступает с объекта информация о его состоянии – доклад о том, что, когда и как сделано, в каком положении находятся элементы станка, робота и т. п. Это сведения о выполнении заданий, наличии материалов, инструмента, работе станков и т. п. В элементе управления информация состояния перерабатывается в командную информацию. На основе этой переработки рождаются указания о дальнейшей работе объекта, команды на перемещение и т. п.

Итак, *первое:* управление – это воздействие органов или устройств управления на объекты управления.

*Второе:* воздействие на объект управления осуществляется в соответствии с принятыми органами управления решениями.

*Третье:* целенаправленная переработка информации, составляющая основу управления, это интеллектуальная, умственная задача. Сегодня она все чаще и во все большем объеме поручается электронным вычислительным машинам.

В связи с тем, что изменения некоторых переменных в системе управления по различным причинам могут иметь кратковременный характер, а информация об этих изменениях влияет на выбор управляющих переменных, элемент управления должен включать в себя еще и память – устройство для фиксации событий, имевших место в предшествующие моменты времени.

Система управления – понятие не материальное. Это совокупность математических моделей реального объекта управления и модели элемента управления – алгоритма или закона управления. Основная задача этого понятия – формальная или формализованная разработка закона или алгоритма управления по известной модели объекта.

Реальная система управления производственным комплексом представляет собой совокупность контуров управления, расположенных на различных уровнях управления, связанных между собой как по вертикали, когда система нижнего уровня представляет собой объект управления для системы верхнего уровня, так и по горизонтали, если для управления переменными одного объекта необходима информация о состоянии одной или нескольких переменных другого.

Для управления реальной производственной системой (участком, цехом, заводом) необходимо управлять очень большим количеством переменных, как производственных, так и технологических. Управление каждой из них не обязательно требует информации о всех остальных. Как правило, для каждой из переменных нужно учитывать не более пяти-шести переменных. Действительно, любой технологический комплекс состоит из относительно обособленных технологических и вспомогательных агрегатов, как правило связанных друг с другом через одну, редко две переменные. Кроме того, задачи управления на различных уровнях управления характеризуются различными по своему характеру и сущности объектами управления. На нижних уровнях переменные представляют собой, как правило, параметры технологического оборудования: положение, скорость движения, температура, давление и т. п., на верхних – параметры материальных потоков: обрабатываемых материалов, инструмента, оснастки, готовых продуктов и т. п.

Все системы различаются между собой как по типу объекта, так и по способу управления.

Если математическая модель объекта управления отражает связь между установившимися значениями переменных, т. е. инерционными характеристиками объекта можно пренебречь, то такой объект называют *статическим* и систему управления соответственно *статической.* Например, задачи распределения обработки по технологическим агрегатам.

Если же инерционными характеристиками объекта пренебречь нельзя и модель включает время, то объект управления и систему управления называют *динамическими.* К динамическим системам относят широко известные системы регулирования параметров технологических агрегатов.

Если объект и внешние воздействия (возмущающие и задающие) могут быть описаны детерминированными математическими зависимостями, то такие системы называют *детерминированными,* в противном случае – *стохастическими,* или *вероятностными.*

Переменные модели объекта могут иметь *непрерывный* характер или *дискретный.* Непрерывность или дискретность переменных определяется как физическими свойствами объекта, когда объект имеет ограниченное число устойчивых состояний, а параметры переходов из одного устойчивого состояния в другое не интересуют, так и целями управления. Если для цели управления достаточно знать, что переменные объекта находятся в определенных пределах, то используются модели с дискретными переменными.

*Непрерывные системы –* системы с непрерывными переменными описываются алгебраическими и дифференциальными зависимостями. К ним относятся системы автоматического регулирования.

*Дискретные системы* описываются средствами дискретной математики – множествами, отношениями, графами, матрицами, формулами алгебры, логики.

По принципам управления системы делятся *на работающие в реальном масштабе времени* и *работающие по предварительно разработанному плану,* программе. Иногда говорят, что последние работают в «отсроченном режиме».

Отличить первые от вторых можно по следующему признаку. Как известно, для управления необходимо выполнить три группы операций: собрать информацию, выработать на ее основе управляющие воздействия (решения) и, наконец, реализовать, применить эти управляющие воздействия к объекту. Если эти три группы можно во времени разделить, то мы имеем дело с управлением по предварительно разработанной программе или плану. Это понятие несколько шире, чем общепринятое понятие «планирование». Под него подпадают и такие программы, как последовательность опорных точек при обработке на станках с числовым программным управлением (ЧПУ), и так называемые шаблоны плавок, и программы тепловой обработки, т. е. все случаи, когда управляющие воздействия можно заранее определить и распределить по порядку или во времени.

Процесс управления носит периодический характер, разделен на этапы планирования. Очевидно, что разработка плана или программы возможна, если достаточно достоверно известны или хорошо прогнозируются результаты предыдущего этапа планирования, задающие и возмущающие воздействия. Характерная черта планирования – *пошаговое управление,* причем принятие решения на каждом последующем шаге производится с учетом результатов управления на предыдущем шаге. Вторая особенность планирования – сравнительно сложные *многошаговые методы выработки управляющих решений,* как правило связанные с конструированием и оценкой вариантов или проигрыванием их на модели.

Системы планирования широко распространены не только на верхних уровнях управления производством, но и в процессах управления технологическим оборудованием. Если же все три группы операций: сбор информации, выработка решений и их реализация – неразделимы во времени, то такое управление относят к управлению в реальном времени.

Процесс в таких системах практически непрерывный: сбор информации, выработка решения и его реализация выполняются слитно и непрерывно. Такое управление применяется для управления и инерционными, динамическими объектами. Реакция на непосредственно предшествующие команды или решения на момент выработки последующих еще не известна, прогноза об изменении возмущающих и задающих воздействий, как правило, нет: используется информация о текущих значениях управляемых переменных, задающих и возмущающих воздействиях. В некоторых случаях при наличии в управляющем устройстве памяти используется информация о предшествующих значениях этих переменных и воздействий.

Если процессы быстротекущие, времени на проигрывание вариантов нет. Единственный выход – на каждую ситуацию управления заранее подготовить соответствующий набор управляющих воздействий. Это задача сложная, поскольку ситуаций может быть очень много. Облегчается она тем, что в большинстве случаев между ситуациями и целесообразными, т. е. ведущими к цели управления, управляющими воздействиями существует функциональная зависимость – закон управления. Эта зависимость устанавливается на основе следующего подхода: контур управления в целом рассматривается как динамическая система, поведение которой определяется как характеристиками объекта, так и характеристикой устройства управления – законом управления.

Выбором соответствующего закона управления можно добиться желаемого поведения системы. Например, в системах непрерывного управления (регулирования) выбором закона управления обеспечиваются устойчивость и качество переходного процесса. Более сложным законом управления можно обеспечить максимальное быстродействие и т. д. Для дискретных систем закон управления выражается в форме логических соотношений. Выбором логической функции можно добиться реализации циклического процесса (цикловое управление). Значение этой функции (управляющее воздействие) может определиться сразу, практически одномоментно (так называемая аппаратурная реализация), а может в результате последовательного алгоритмического процесса. Это зависит от сложности функции и имеющихся технических средств.

Необходимо отметить, что четкой границы или признака, отличающего оба типа управления, не существует. Различие заключается в отношении между быстродействием элемента управления и скоростью протекания процесса в объекте управления.

В чистом виде эти два типа управления встречаются редко. Как правило, реальные системы управления используют оба принципа. В системах планирования производства предусматривают механизмы корректировки планов, или «регулирование» производства. В системах регулирования и программно-логического управления, когда возможно, используют заранее запрограммированные режимы.

И наконец, в особый класс выделают так называемые *оптимальные системы* управления. Дело в том, что задача управления, как правило, допускает не одно решение: имеется несколько способов достижения цели управления. Каждому способу соответствуют свои затраты (энергии, времени и т. д.) или характеристики (точность, надежность). Опенка этих показателей называется критерием качества управления. Управление, обеспечивающее наряду с достижением цели минимальные (или максимальные) значения критерия качества, называется оптимальным управлением.

**Оптимизация управления** достигается в основном двумя способами.

Первый способ – планирования или программирования – используется в тех случаях, когда, во-первых, параметры модели объекта управления достоверно известны и не меняются в процессе управления; во-вторых, характер возмущающих и задающих воздействий достоверно известен и не меняется в процессе управления. Тогда существует принципиальная возможность априорного расчета управляющих воздействий, обеспечивающих оптимальный процесс.

К оптимальному типу управления относится управление, использующее алгоритмы линейного, нелинейного и динамического программирования, принцип максимума.

Второй способ применяется тогда, когда параметры модели достоверно неизвестны или меняются во времени либо неизвестен характер возмущающих или задающих воздействий и пренебречь ими нельзя. Оптимизация обеспечивается в процессе реализации управляемого процесса, в реальном времени. Такой принцип называют *принципом адаптации,* а системы управления соответственно – *адаптивными.*

система управление детерминированный вероятностный

**Библиографический список**

1. Основы выработки решений. – М.: ВОК, 2009. – 55 с.

2. Основы исследования операций. – М.: ВОК, 2007.-316 с.

3. Теория риска. – М.: Судостроение, 2009. – 148 с.

4. Выработка решений в системе управления предприятием. - М.: ЛИМТУ, 2008. - 86 с.

5. Карманный бизнес-самоучитель. – СПб.: Дело, 2009.-92 с.