

Системы обработки информации и управления в образовании



**ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ
ПОСТРОЕНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

**Автоматизированные
системы управления**

ОСНОВНЫЕ СФЕРЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

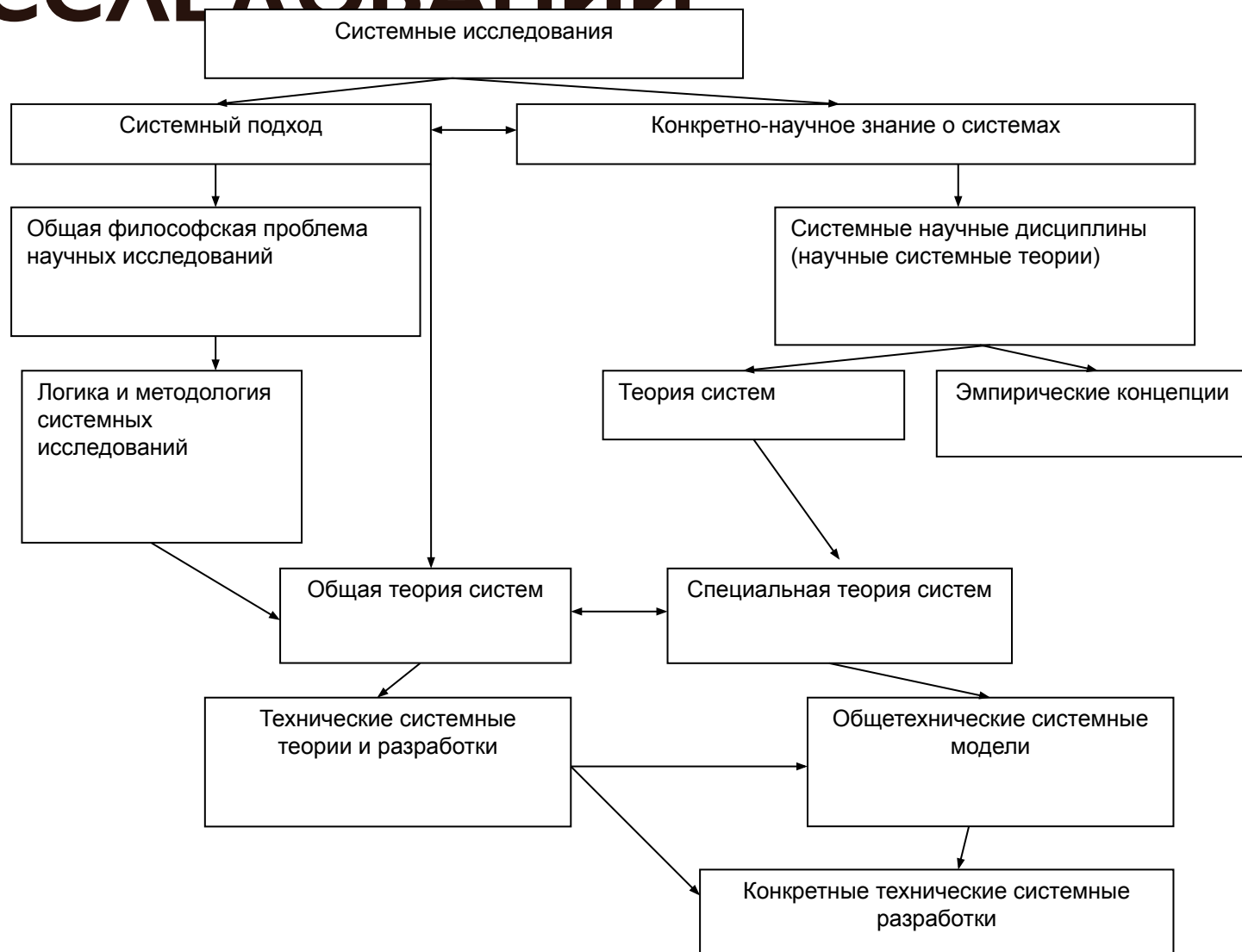
Одну из первых попыток в этом направлении предпринял Л. фон Берталанфи. В своих работах 40-х годов он понимал общую теорию систем как некую обобщенную междисциплинарную науку, которая ставит перед собой **задачу анализа систем** (главным образом биологических и им подобных) с помощью аппарата "теории открытых систем".

ОСНОВНЫЕ СФЕРЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В одной из своих последних работ Л.фон Берталанфи, рассматривая всю совокупность системных идей, как они представлены в современной науке, технике, организации производства, различает:

- системную науку, включающую системные концепции в различных научных дисциплинах - в физике, биологии, психологии, социальных науках;
- общую теорию систем как доктрину, призванную сформулировать принципы, применимые ко всем системам или к определенным подклассам систем;
- системную технику, то есть практическое применение системных идей в современной технике и для решения социальных проблем;
- "философию систем" как определенную переориентацию способов научного мышления и общего понимания мира, вызванную введением понятия "система" как новой научной парадигмы (противоположной аналитической, механистической, линейно-причинной парадигме классической науки).

ОСНОВНЫЕ СФЕРЫ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- во-первых, различение реальной научно-технической **практики** системных исследований и их теоретического осознания, **теоретической рефлексии** по поводу исследований такого рода и,
- во-вторых, выделение двух смыслов понятия "научно-технические исследования" - с одной стороны, процесса целенаправленного исследования, то есть некоторого вида **деятельности** и, с другой стороны, **результатов этого процесса**, иначе говоря, полученной в итоге этого процесса суммы знаний и технических результатов - совокупности фактов, законов, теорий, технических конструкций и изделий, человекомашинных систем и т.д.

Автоматизированные системы управления



ТЕОРИЯ СИСТЕМ

ТЕОРИЯ СИСТЕМ

Необходимость изучения и развития общей теории систем, ее важность для разработки теории ИСУ достаточно очевидны. Не может быть полноценного понимания проблем, связанных с системами управления, если не выяснено их место среди других возможных систем или не определена иерархия систем, а, следовательно, и не введены критерии их сравнения. во-вторых, выделение двух смыслов понятия "научно-технические исследования" - с одной стороны, процесса целенаправленного исследования, то есть некоторого вида **деятельности** и, с другой стороны, **результатов этого процесса**, иначе говоря, полученной в итоге этого процесса суммы знаний и технических результатов - совокупности фактов, законов, теорий, технических конструкций и изделий, человекомашинных систем и т.д.

Две общие теории систем

Итак, фактически существуют два подхода, две общие теории систем (ОТС) - по М.Месаровичу и по фон Берталанфи

- **Первая** из них изначально ориентирована на **создание теоретического фундамента “частных теорий”** и развивается в сторону систем с характеристиками интеллектуальности за счет рассмотрения кибернетики как собирательного направления, моделирующего живое в машине.
- Вторая является **программой исследований незамкнутых систем, направленной на поиск методов доказательства существования определенных черт живого в системах, начиная с некоторого уровня их системной сложности**

Две общие теории систем

Согласно работам фон Берталанфи, ОТС представляется как теория описания **любых систем**, где на первом месте стоит **иерархическая классификация систем** и далее, каждый уровень иерархии **анализируется с использованием того аппарата**, той степени абстракции, которые допустимы на данном уровне системной сложности для достижения конкретной цели текущего исследования.

Иерархия систем Боулдинга

1. Первый уровень - **уровень статической структуры**. Он мог бы называться уровнем “оснований” или “остовов”.

Описание этой структуры служит началом систематизированных теоретических знаний, так как невозможно создать точную функциональную или динамическую теорию, не имея достоверного описания статических взаимоотношений. Это уровень статических систем, существование которых **не предопределяется потоками информации**.

2. Второй уровень иерархии систем представляет собой **уровень простой динамической системы** с предопределенными, обязательными движениями. Он может быть назван уровнем “часового механизма”. Большая часть теоретических положений в физике, химии и ряде других наук относятся к этой категории. Это уровень динамических систем, существование которых **не связано с переработкой потоков информации**.

Иерархия систем Боулдинга

3. Третьим является уровень механизма управления или, другими словами, **системы с управляемыми циклами обратной связи**, причем его можно назвать уровнем «термостата». Он отличается от простой системы устойчивого равновесия главным образом тем свойством, что **передача и анализ информации составляют существенную часть системы**. Это простейший из всех уровней систем, существующих в мире, где информационные потоки и их переработка могут влиять на систему.

4. Четвертый уровень – “открытая система”, самосохраняющаяся структура. Подчеркиваем, что первое упоминание в классификации К.Боулдинга самосохраняющейся структуры, как характеристики, связанной с информацией, относится к “надкибернетическому” уровню. Это уровень, на котором живое начинает отличаться от неживого, и он может быть назван уровнем “клетки”. Это **уровень зарождения собственного отношения системы к входящей информации**, уровень промежуточный между пассивной и активной реакцией на входную информацию.

Иерархия систем Боулдинга

5. Пятый уровень можно назвать “генетически-общественным” или уровнем “растения”. Здесь речь идет о **специфической форме реакции на возмущающую информацию**, присущую миру растений и связанную, например, с известными степенями приспособляемости и другими реакциями на внешние воздействия.

6. По мере движения в этой иерархии вверх постепенно достигаем нового уровня - уровня “животных”, который характеризуется наличием подвижности, целенаправленным поведением и осведомленностью. Здесь **развиты специализированные приемники информации** (глаза, уши и т.д.), что приводит к значительному увеличению потока входной информации; кроме того, имеются развитые нервные системы, в конечном итоге приводящие к появлению мозга, который **формирует из воспринимаемой информации основные черты явления, или “образ”**.

Иерархия систем Боулдинга

7. Следующий уровень рассматривает отдельного человека как систему и называется “человеческий”. Кроме всех или почти всех характеристик “животных” систем человек обладает **самосознанием**, которое отличает его от простой осведомленности животного. Человеческое воображение помимо того, что оно сложнее, чем у высших животных, обладает свойством самоотражения - **человек не только знает, но и осознает, что он знает.**

8. Общественные (социальные) институты составляют следующий уровень организации... Именно к этому уровню относится подавляющее число систем, организующих научно-производственную и общественную деятельность, т.е. **систем, организующих существование предыдущих уровней**, и без которых существование субъектов как информационно - организованного сообщества было бы невозможно. Положение этого уровня в иерархии систем по К.Боулдингу диктовалось, скорее всего, предположением о том, что система, составленная из объектов определенного уровня, будет в системном смысле сложнее.

Иерархия систем Боулдинга

9. Чтобы завершить построение иерархии систем, необходимо добавить последний уровень - **трансцендентные системы**. Существует конечное и абсолютное, неизбежное и непознаваемое, проявляющее определенную структуру и взаимосвязь. Будет печальным тот день для человечества, когда никто не сможет задать вопросов, на которые не существует никаких ответов. Девятый уровень систем - трансцендентные системы - интересен для прикладной теории интеллектуальных систем управления тем, что он указывает на **возможность существования некоторого еще более сложного класса систем** в том случае, если правомочно утверждение о возможности полного отрыва информации от физического носителя....

Иерархия систем Боулдинга

В классификации К.Боулдинга **основным моментом** является фактическое указание о необходимости упорядочения систем **по смыслу обработки характеризующих их входных информационных потоков**, т.е. по уровням восприятия, переработки и выдачи информации во внешний мир, а, следовательно, и по некоторой качественной оценке возможности обработки информации для каждого уровня.

Классификация К.Боулдинга указывает на процесс непрерывного повышения значимости информационной составляющей по мере роста организационной и поведенческой сложности систем вплоть до трансцендентного уровня.

Автоматизированные системы управления



ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Основы методологии системного анализа

Самым важным процессом в управлении на сегодняшнем уровне развития является процесс автоматизации поиска решений. Причем здесь следует обратить внимание на такие проблемы как представление знаний об ОУ, описание ситуаций и дедуктивный вывод.

Правильному пониманию проблем препятствует традиционный принцип, который можно выразить так: **наука начинается с измерения и вычисления.**

Основы методологии системного анализа

Самым важным процессом в управлении на сегодняшнем уровне развития является процесс автоматизации поиска решений. Причем здесь следует обратить внимание на такие проблемы как представление знаний об ОУ, описание ситуаций и дедуктивный вывод.

Правильному пониманию проблем препятствует традиционный принцип, который можно выразить так: **наука начинается с измерения и вычисления.**

Основы методологии системного анализа

Такие науки, как кибернетика, теория информации, теория управления, теория систем, теория принятия решений, исследование операций и искусственный интеллект обладают одним общим свойством - они имеют дело с такими системными задачами, в которых главенствующими являются **информационные, реляционные и структурные аспекты**, в то время как тип сущностей, образующих систему, имеет значительно меньшее значение.

Системный подход

Системный подход – это подход к исследованию объекта (проблемы, явления, процесса) как к системе, в которой выделены элементы, внутренние и внешние связи, наиболее существенным образом влияющие на исследуемые результаты его функционирования, а цели каждого из элементов определены исходя из общего предназначения объекта.

Отметим основные положения системного подхода, используемые нами в дальнейшем рассмотрении:

- Представление о **целостности** системы. Из этого положения следуют два вывода:
 - Во-первых, система представляет целое лишь в том случае, если она **противостоит** своему окружению - **среде**.
 - Во-вторых, расчленение системы приводит к понятиям части, свойства и функции.
- Представление о **целостности системы** выявляют через понятие **связи**.
- Совокупность и взаимообусловленность составных частей и связей между ними приводит к понятию **структуры системы**.
- Специфическим признаком системы является **иерархичность ее строения**.



На практике для реализации системного подхода необходимо предусмотреть выполнение следующей последовательности действий:

- формулировку задачи исследования;
- выявление объекта исследования как системы из окружающей среды;
- установление внутренней структуры и выявление внешних связей;
- определение (или постановка) целей перед элементами, исходя из проявляющегося (или ожидаемого) результата всей системы в целом;
- разработка модели системы и проведение на ней исследования.

Системные задачи могут быть двух типов: системного анализа и системного синтеза.

Задача анализа предполагает определение свойств системы по известной ей структуре, а **задача синтеза** – определение структуры системы по ее свойствам.

Задачей анализа является изучение свойств уже существующего образования, а задачей синтеза – создание новой структуры, которая должна обладать желаемыми свойствами.

В формулировке задачи исследования различают общий и частный планы.

Общий план определяет тип задачи – анализ или синтез. **Частный план** задачи отражает функциональное предназначение системы и описывает характеристики, подлежащие исследованию.

Системные задачи могут быть двух типов: системного анализа и системного синтеза.

Задача анализа предполагает определение свойств системы по известной ей структуре, а **задача синтеза** – определение структуры системы по ее свойствам.

Задачей анализа является изучение свойств уже существующего образования, а задачей синтеза – создание новой структуры, которая должна обладать желаемыми свойствами.

В формулировке задачи исследования различают общий и частный планы.

Общий план определяет тип задачи – анализ или синтез. **Частный план** задачи отражает функциональное предназначение системы и описывает характеристики, подлежащие исследованию.

Пример

1. Разработать (общий план – задача синтеза) космическую систему, предназначенную для оперативного наблюдения земной поверхности (частный план).
2. Определить возможность (общий план – задача анализа) наблюдения земной поверхности с помощью космической системы (частный план – задача синтеза).

Пусть в качестве задачи исследования сформулирована задача №2.

Между элементами космического аппарата устанавливаются связи, т.е. образуется структура системы. Необходимость выявления (либо создания) той или иной связи определяется степенью ее влияния на исследуемые характеристики: должны оставаться те, которые оказывают существенного влияние.

Пример

Порядок выделения исследуемой задачи (объекта) из внешней среды

| Задача | Элементы системы | Внешние системы | Исходные данные |
|---|---|---|--|
| Определение возможностей наблюдения наземных объектов с помощью космических аппаратов | Подсистема наблюдения. Подсистема управления движением центра масс. Подсистема ориентации и стабилизации. | Наземный специальный комплекс. Объекты наблюдения. Гравитационное поле Земли. Атмосфера Земли. | Параметры движения космического аппарата. Координаты спецкомплекса. Координаты объектов наблюдения и их характеристики. Характеристики атмосферы. |

Автоматизированные системы управления



КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ

Классификация систем

Любая классификация является некой условной моделью представления наших знаний о существующем в природе едином многообразии систем, которая всегда строится на основе классификационного принципа:

- целое делится на части по признакам отличия;
- части объединяются в целое по признакам сходства.

Классификационные признаки систем



Классификация систем

Рассмотрим один из возможных вариантов процедурной классификации систем, которую осуществим на основе следующих предположений:

1. Системы делятся на типы в соответствии с характером основных компонент: элементов и их отношений (в основе лежит описательное определение системы);
2. Каждый компонент системы оценивается по каждому из предлагаемых классификационных признаков (оснований);
3. В пространстве классификационных признаков получается полное множество, в котором описывается исследуемая система.

Классификация систем



Категориально - процедурным признакам, которые в данном случае применялись для классификации систем, можно дать следующую характеристику:

- **по количеству** - если система состоит только из одного элемента и имеет одно отношение, то она является моносистемой, в противном случае - это полисистема;
- **по состоянию** - если система в течение определенного промежутка времени не изменяет своего состояния, то систему считают статической (или меняет его медленно - квазистатически), иначе - динамической;
- **по управлению** - если система управляется лишь извне (контур управления не входит в состав системы), то систему можно определить как разомкнутую по управлению; если же управление системой осуществляется за счет внутреннего контура управления или самоуправления, то систему считают замкнутой по управлению; если же система управляется как извне, так и с помощью внутренних управляющих контуров, то ее называют комбинированной по управлению;
- **по структуре** - если в системе хотя бы один элемент имеет взаимосвязи с внешней средой, то систему называют открытой, а в условиях отсутствия таковых - автономной (закрытой).

Оценка сложности системы

Для примера, рассмотрим простейших подход, связанный с элементарной характеристикой сложности систем (S_S) в виде ее **интегральной оценки по типу элементов**. Такую оценку можно определить следующим образом:

$$S_S = S_1 * K_1 + S_2 * K_2 + \dots + S_N * K_N,$$

где N - число типов элементов в системе; K_i - количество элементов i -ого типа; S_i - сложность элемента i -ого типа, $i=1,2,\dots,N$.

Классификатор систем по управлению



Классификатор систем по управлению

Первый уровень классификатора предназначен для разделения систем по принципу **организации управления**, т.е. поступающего извне системы или формируемого внутри, или осуществляемого частично извне и частично внутри.

Второй уровень классификации, рассматривает задачу продолжения классификации выделенных групп систем в зависимости от **уровня априорной (начальной)** неопределенности:

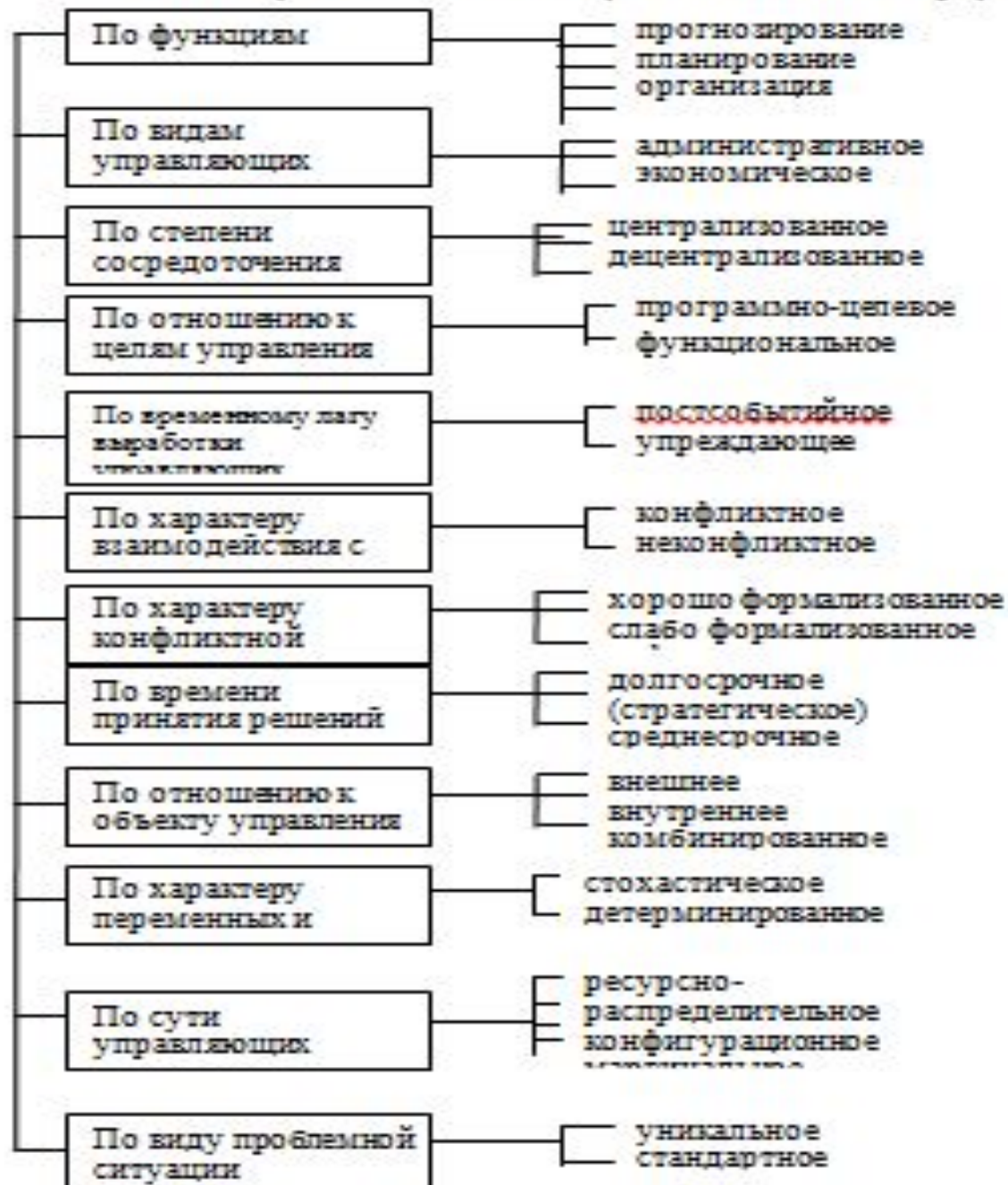
- во-первых, о траекториях, приводящих системы к заданным целям;
- во-вторых, о возможностях систем удерживать объекты на заданных траекториях и выполнять требуемые программы.

Для определенности предмета классификации, далее будем рассматривать только технические системы. В частности, если на втором уровне классификатора выбрать группу адаптивных систем управления, то используя классификационный признак по способу организации управления, получим классификацию систем, показанную на рис.



- Самонастраивающиеся системы (СНС) характеризуются наличием специальных контуров самонастройки, с помощью которых оцениваются свойства системы и формируются такие управления, под действием которых системы самопроизвольно приближается к определенному эталону (желаемой траектории, заданному плану и т.д.).
- Обучающиеся системы управления (ОСУ) характеризуются наличием специальных процессов обучения, которые заключаются в постепенном накоплении, запоминании и анализе информации о поведении системы и изменении законов функционирования в зависимости от приобретаемого опыта.
- Интеллектуальные адаптивные системы (ИАС) используют экспертные процедуры принятия решений для получения наилучшего в некотором смысле притяжения фактической траектории к заданной

Классификация систем организационного управления



- Централизованное управление означает сосредоточение всей власти в одном органе управления, децентрализация означает разделение полномочий между несколькими структурами, не находящимися между собой в прямом подчинении, при этом каждая из структур несет равную ответственность за результаты деятельности. Частичная децентрализация предполагает наделение ряда органов управления конкретными полномочиями, при этом в целом решение принимается на коллегиальном уровне.
- **Безконфликтное** управление ориентировано на достижение **единства целей и интересов всех элементов системы**, в то время как **конфликтным** ситуациям свойственны некоторые **противоречия**.

- **Внутреннее** управление предполагает наличие **единства объекта и системы управления**, в то время как **внешнее** реализуется через **управляющий орган**, находящийся вне системы. Комбинированное управление объединяет в себе рациональное сочетание обоих принципов.
- **Конфигурационными** считаются решения, результатом которых является **модернизация либо изменение внутреннего устройства системы** (изменение структуры, перераспределение функций, отношений между элементами).
- **Маргинальными** называются управляющие воздействия, направленные на **изменение отношений между системой и элементами внешней среды**.

- **Постсобытийное** решение принимается в ситуациях, требующих корректировки деятельности при уже имеющихся отклонениях фактического и планового состояния системы, в то время как упреждающее управление ориентировано на недопущение этих ситуаций. Второй вид управления требует наличия соответствующих моделей прогнозирования и специальной подготовки персонала.
- **Функциональное управление** предполагает рациональное выполнение нормативных функций системы, определенных ее назначением, при этом **считаются постоянными и цели системы и ее структура управления.**
- **Программно-целевое управление** характерно для развивающихся систем, когда под **определенные цели** формируется **множество функций по их достижению**, проектируется структура, определяется множество необходимых ресурсов и других условий.

Автоматизированные системы управления



ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУР СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Структура взаимодействия среды, объекта и системы управления



Структура взаимодействия среды, объекта и системы управления

Среда отличается от ОУ тем, что на нее СУ непосредственно не воздействует, однако может оказывать опосредованное воздействие через ОУ.

СУ получает сведения от среды и объекта через **входной преобразователь D** , а решения СУ поступают на ОУ через **выходной преобразователь R** .

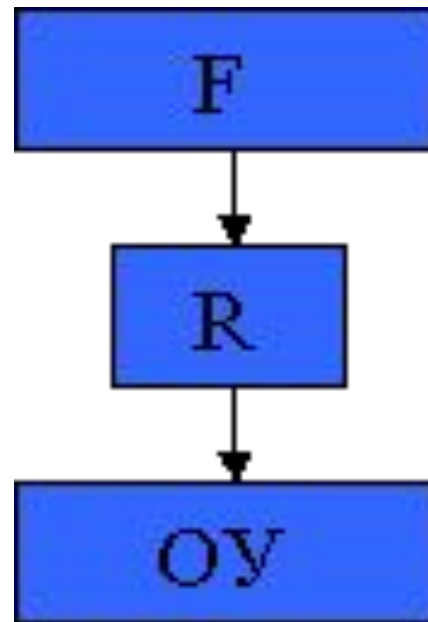
Любая СУ должна строиться на основе знаний об ОУ. Эти знания отражают фундаментальные свойства ОУ, независящие от текущей ситуации.

Аналогично существуют знания о среде. Совокупность знаний об ОУ и среде назовем **моделью знаний (M)**.

В СУ всегда должен быть **механизм порождения решений в виде совокупности определенных процедур (F)**.

Простая разомкнутая система (или система без обратной связи)

Такие системы реализуют процедуру управления, "не интересуясь" тем, что из этого получается.



Простая разомкнутая система (или система без обратной связи)

Формальная модель - автономный конечный автомат (АКА). АКА обладает фиксированным множеством внутренних состояний $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$. Смена состояний происходит в дискретные такты времени t . Работа АКА полностью определяется функцией перехода

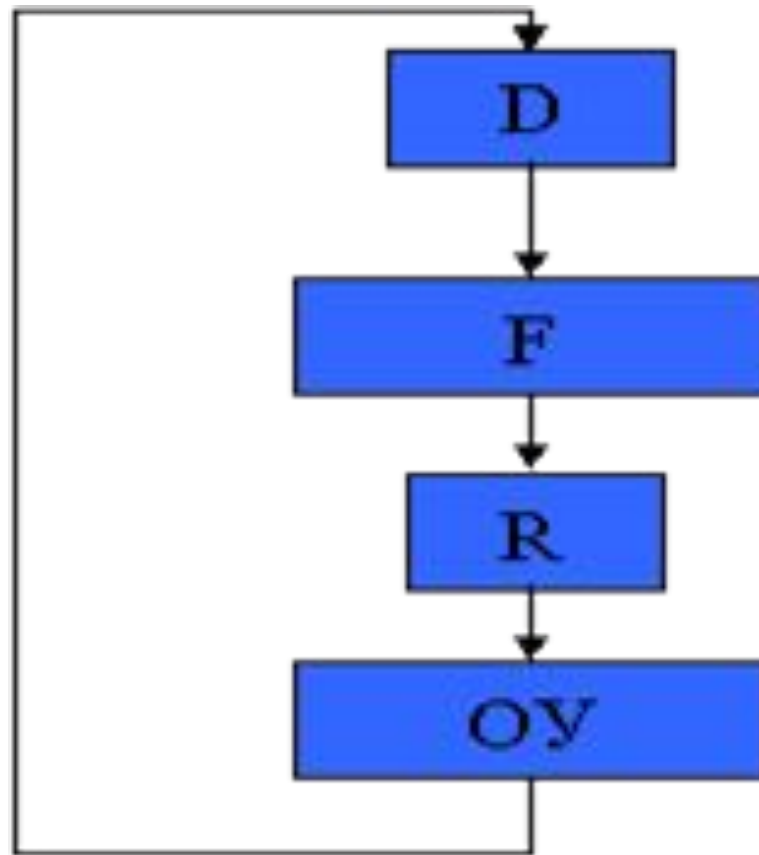
$$Z(t+1) = f [Y(t)]$$

С каждым состоянием автомата однозначно связан выходной сигнал, поступающий на **преобразователь R**.

Для систем непрерывного типа аналогом автомата является устройство, реализующее на выходе периодическую функцию времени.

Вообще же отсутствие обратных связей не типично для управляющих систем. Отметим, что для подобных систем нет смысла говорить о наблюдаемых ситуациях, поскольку их описания внутри системы нет.

Простая система с обратной связью (F-система)



Простая система с обратной связью (F-система)

Работа блока F определяется не только заложенными процедурами, но и наблюдаемыми ситуациями. Появление их внутри СУ определяется обратными связями.

Формальная модель - алгоритм. В частности, автомат с активными входами.

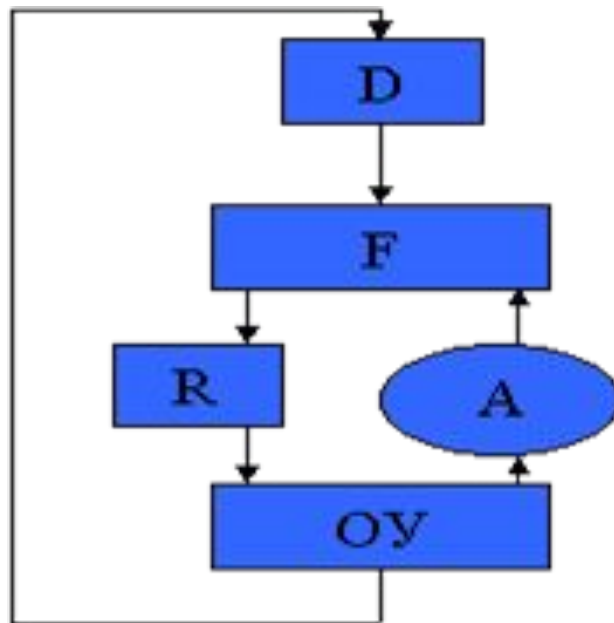
Такой автомат задается **тремя конечными множествами:**

- входов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$,
- состояний $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$,
- выходов $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$

и двумя функциями:

- функцией переходов: $Y_i^{t+1} = f_i(x_1^t, \dots, x_k^t; y_1^t, \dots, y_k^t), i=1, \dots, n$
- функцией выходов: $Z_j^{t+1} = \phi_j(x_1^t, \dots, x_k^t; y_1^t, \dots, y_k^t), i=1, \dots, m$

Система с адаптацией (F-A-система)

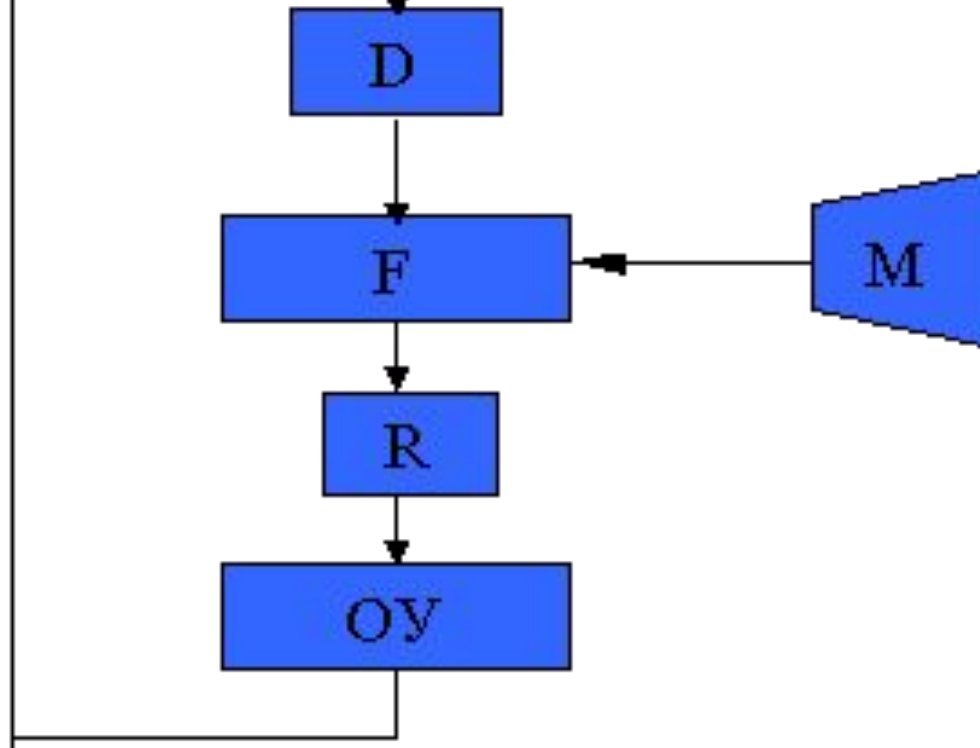


Введем блок **A** -

адаптер.

Назначение адаптера - выбор определенной совокупности процедур, реализуемых в F из множества потенциально допустимых процедур на основании анализа наблюдаемых ситуаций.

Модельные системы управления (F-M-системами)

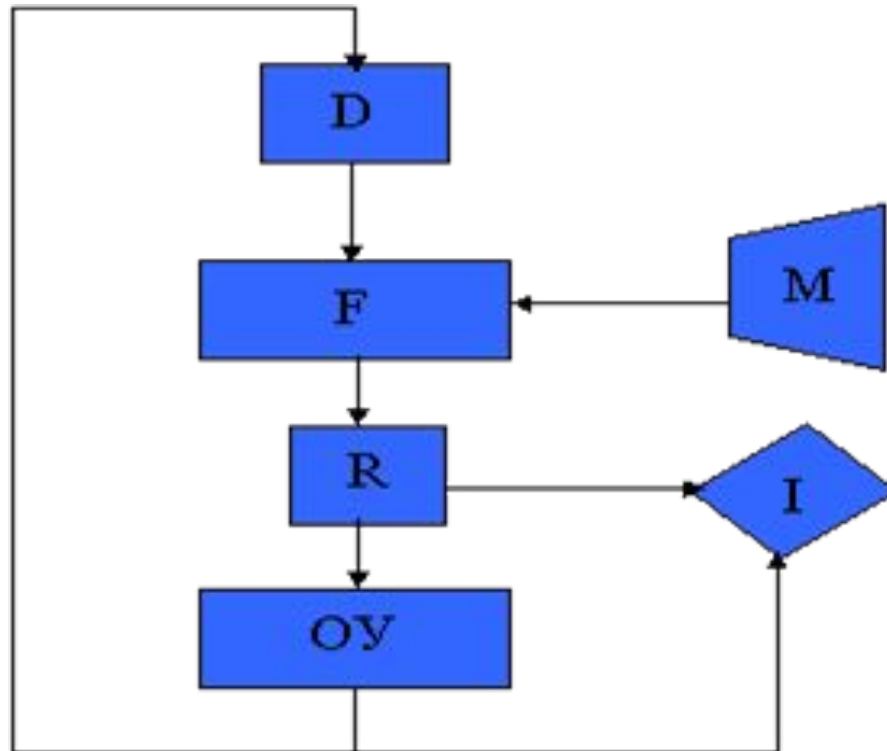


Включим новый блок М, называемый моделью.

Модель содержит совокупность определенных знаний об ОУ.

Семиотические системы.

Для сложных ОУ, эволюционирующих во времени, содержимое блока М меняется в процессе работы системы. Перестройка модели происходит с помощью блока I - интерпретатора.

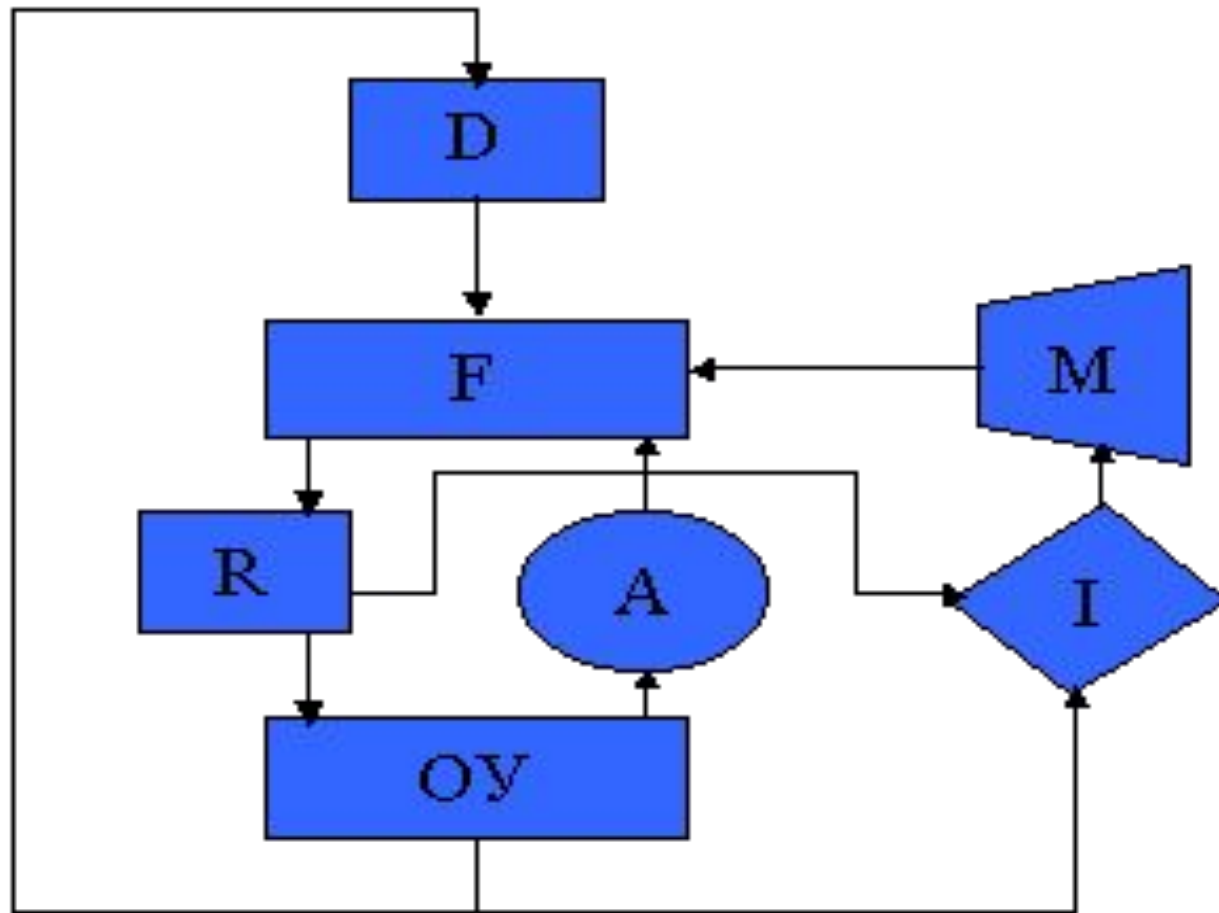


Семиотические системы.

Задача интерпретатора - интерпретация ответных реакций среды и ОУ на воздействия СУ и процессов, протекающих в ОУ, в терминах блока М. Это осуществляется с помощью специальных процедур, реализуемых в интерпретаторе, таких как выделение причинно-следственных цепочек, обнаружение закономерностей и т.п. В отличие от предшествующих СУ, в которых основной блок F, здесь центральную роль играют М и I.

Подобно адаптеру, меняющему структуру блока F, интерпретатор меняет структуру блока М. Однако если адаптер меняет структуру F по заранее заданному плану в зависимости от сигналов обратной связи от ОУ, то интерпретатор работает вообще без заранее заданного плана, так как заложенные в него процедуры носят универсальный характер.

Сложная система управления с адаптацией



Автоматизированные системы управления



СТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Понятие структуры управления

В литературе существует несколько взаимодополняющих определений структуры управления, например:

- под структурой организационной системы управления понимается форма распределения задач и полномочий по принятию решений между лицами или структурными подразделениями, составляющими организационную систему;
- под структурой аппарата управления понимается количество и состав звеньев и ступеней управления, их соподчиненность и взаимосвязь;
- под структурой управления понимается пространственно-временное расположение ее элементов и взаимосвязей для достижения поставленных целей.

В качестве основных видов специализации в литературе рассматриваются:

- Специализация по основным видам управленческой деятельности (производственная, экономическая, технологическая, научно-исследовательская, маркетинговая, управление персоналом, ресурсное обеспечение производства и т.д.);
- Специализация по элементам жизненного цикла производственного процесса (исследования и разработки, производство, маркетинг);
- Предметная (продуктовая) специализация по основным видам конечных продуктов либо по основным этапам жизненного цикла конкретного конечного продукта (продукт А, продукт В, продукт С; разведка и обустройство месторождений, нефтедобыча, нефтепереработка, реализация нефтепродуктов),
- Региональная специализация управления фирмой (управление по региону А, управление по региону В, управление по региону С).

Первые два вида специализаций порождают различные функциональные структуры управления

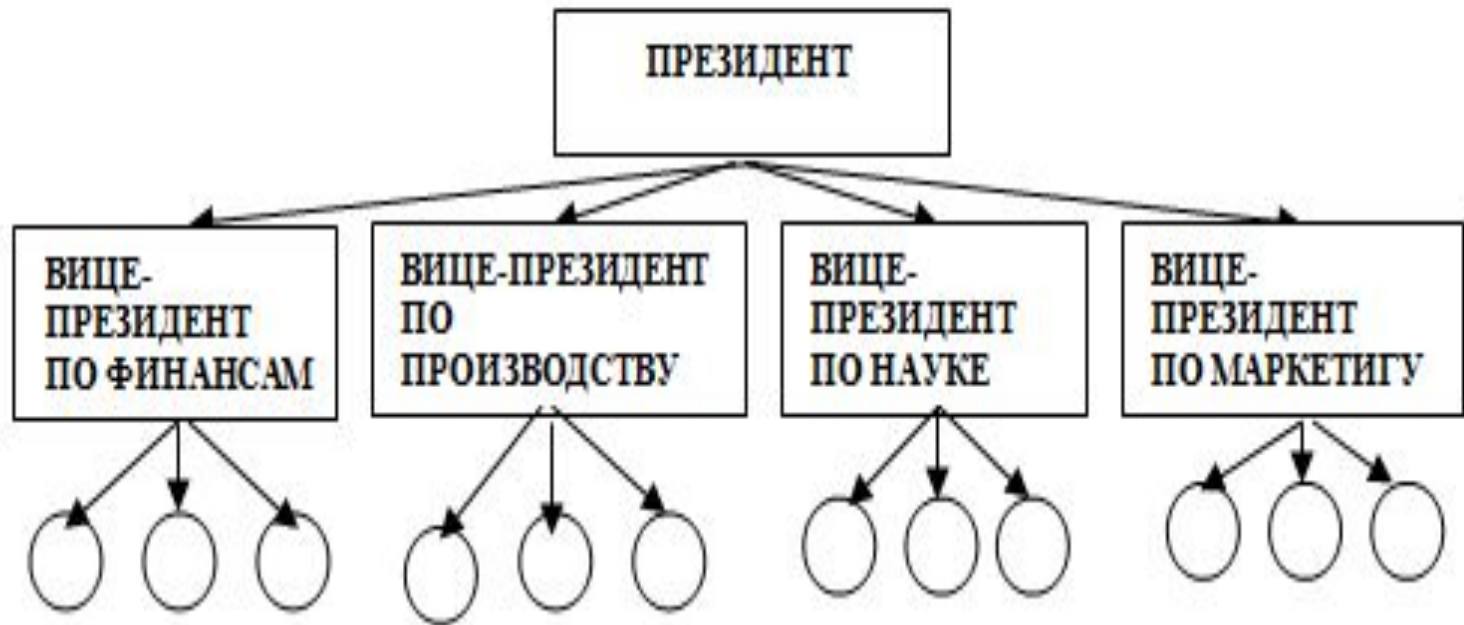
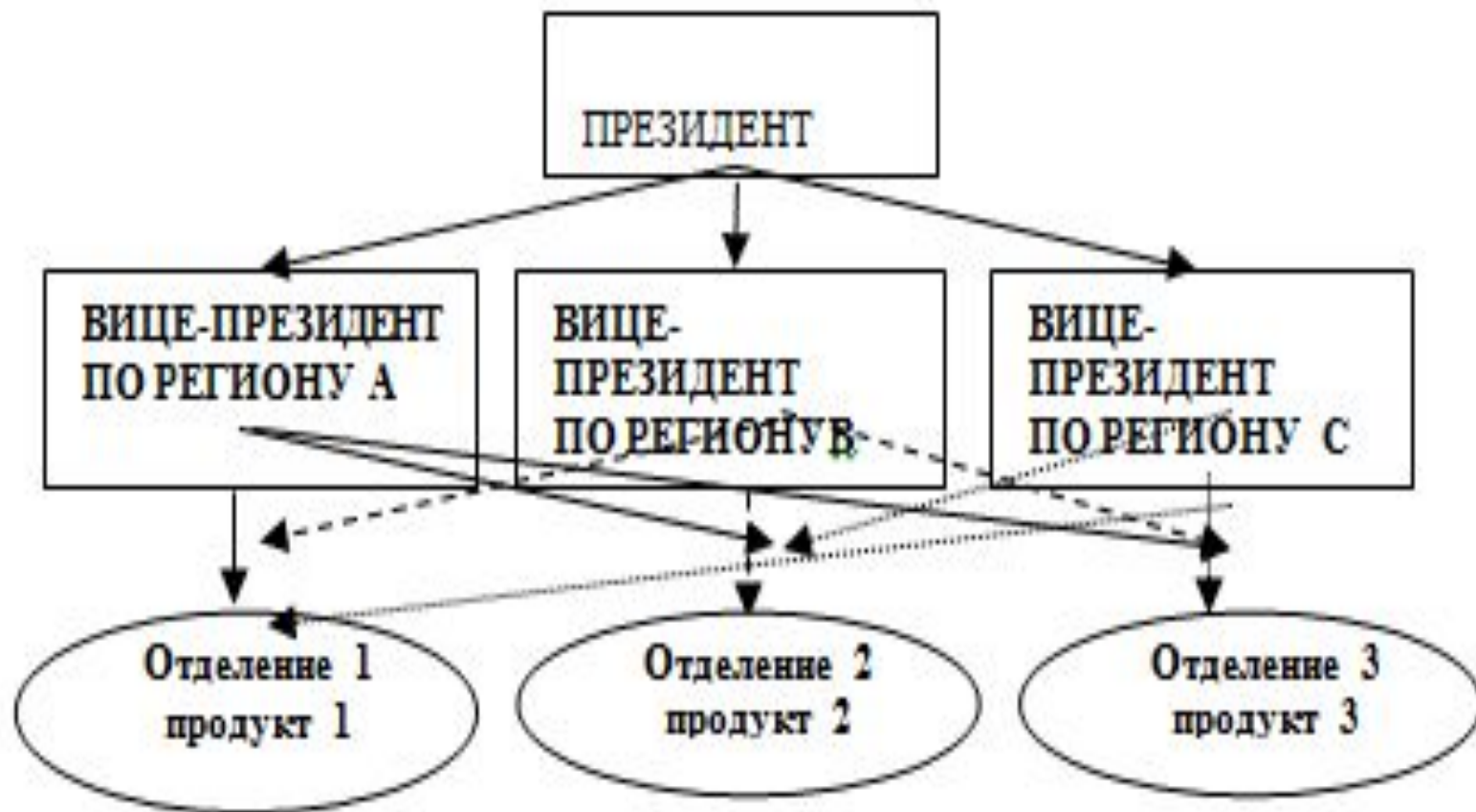


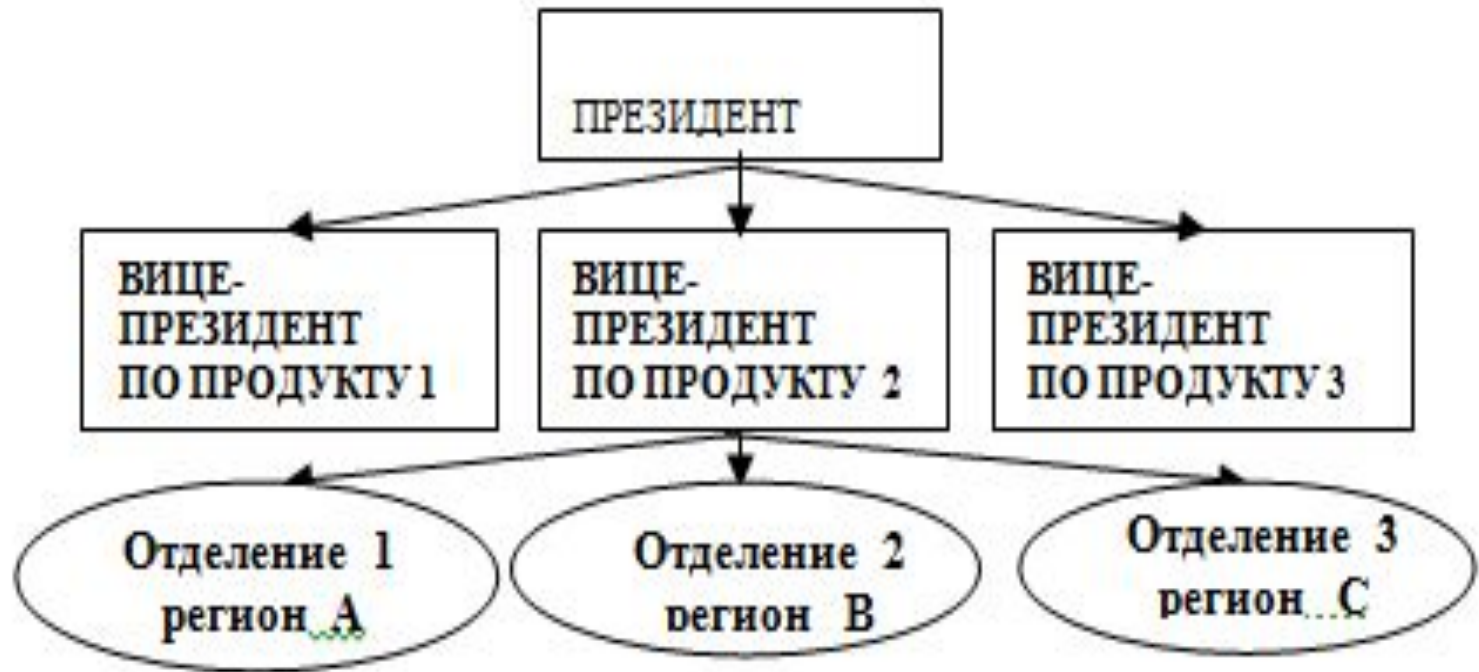
Рис. Функциональная структура управления

Линейно-региональная структура управления.

← → ↻ ↺



Линейно-продуктовая структура управления.





ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ

Функциональная структура управления

Функциональная структура управления предполагает, что каждый орган управления (либо исполнитель) специализирован на выполнении **отдельных видов управленческой деятельности (функций)**.

Выполнение указаний функционального органа в пределах его компетенции **обязательно** для производственных подразделений. Функциональная организация существует наряду с линейной, что создает двойное подчинение для исполнителей. Решения по общим вопросам принимаются коллегиально. Функциональные подразделения (отделы планирования, маркетинга, производственно технические службы и т. д.) получают право давать указания и распоряжения (в пределах своих полномочий) нижестоящим подразделениям.

Преимущества функциональной структуры управления:


Преимущества функциональной структуры управления:

- высокая компетентность специалистов, отвечающих за осуществление конкретных функций;
- расширение возможностей линейных руководителей по оперативному управлению производством в результате их высвобождения от подготовки сведений по вопросам функциональной деятельности.

Функциональная структура управления производством нацелена на выполнение **постоянно повторяющихся рутинных задач**, не требующих оперативного принятия решений. Функциональные службы обычно имеют в своем составе специалистов высокой квалификации, выполняющих в зависимости от возложенных на них задач конкретные виды деятельности.

Недостатки:

- трудности поддержания постоянных взаимосвязей между различными функциональными службами;
- длительную процедуру принятия решений;
- иерархию в структуре взаимоотношений;
- отсутствие взаимопонимания и единства действий между работниками функциональных служб разных производственных отделений фирмы;
- снижение ответственности исполнителей за работу в результате обезличивания в выполнении ими своих обязанностей, поскольку каждый исполнитель получает указания от нескольких руководителей;
- дублирование и несогласование указаний и распоряжений, получаемых работниками «сверху», поскольку каждый функциональный руководитель и специализированное подразделение ставят свои вопросы на первое место;
- нарушение принципов единоначалия и единства распорядительства.



**ЛИНЕЙНАЯ
СТРУКТУРА
УПРАВЛЕНИЯ**

Линейная структура управления

Во главе каждого производственного или управленческого подразделения находится руководитель, наделенный всеми полномочиями и осуществляющий единоличное руководство подчиненными ему работниками и сосредоточивающий в своих руках все функции управления. Его решения, передаваемые по цепочке «сверху вниз», обязательны для выполнения всеми нижестоящими звеньями. Сам руководитель, в свою очередь, подчинен вышестоящему руководителю. На этой основе создается иерархия руководителей данной системы управления (например, мастер участка, начальник цеха, директор предприятия).

Линейная структура управления

- Принцип единоначалия предполагает, что подчиненные выполняют распоряжения только одного руководителя. Вышестоящий орган управления не имеет права отдавать распоряжения каким-либо исполнителям, минуя их непосредственного руководителя.
- Отдельные специалисты или функциональные отделы помогают линейному руководителю в сборе и обработке информации, в анализе хозяйственной деятельности, подготовке управленческих решений, контроле за выполнением, но сами указаний или инструкций управляемому объекту дают.

Преимущества линейной структуры управления:

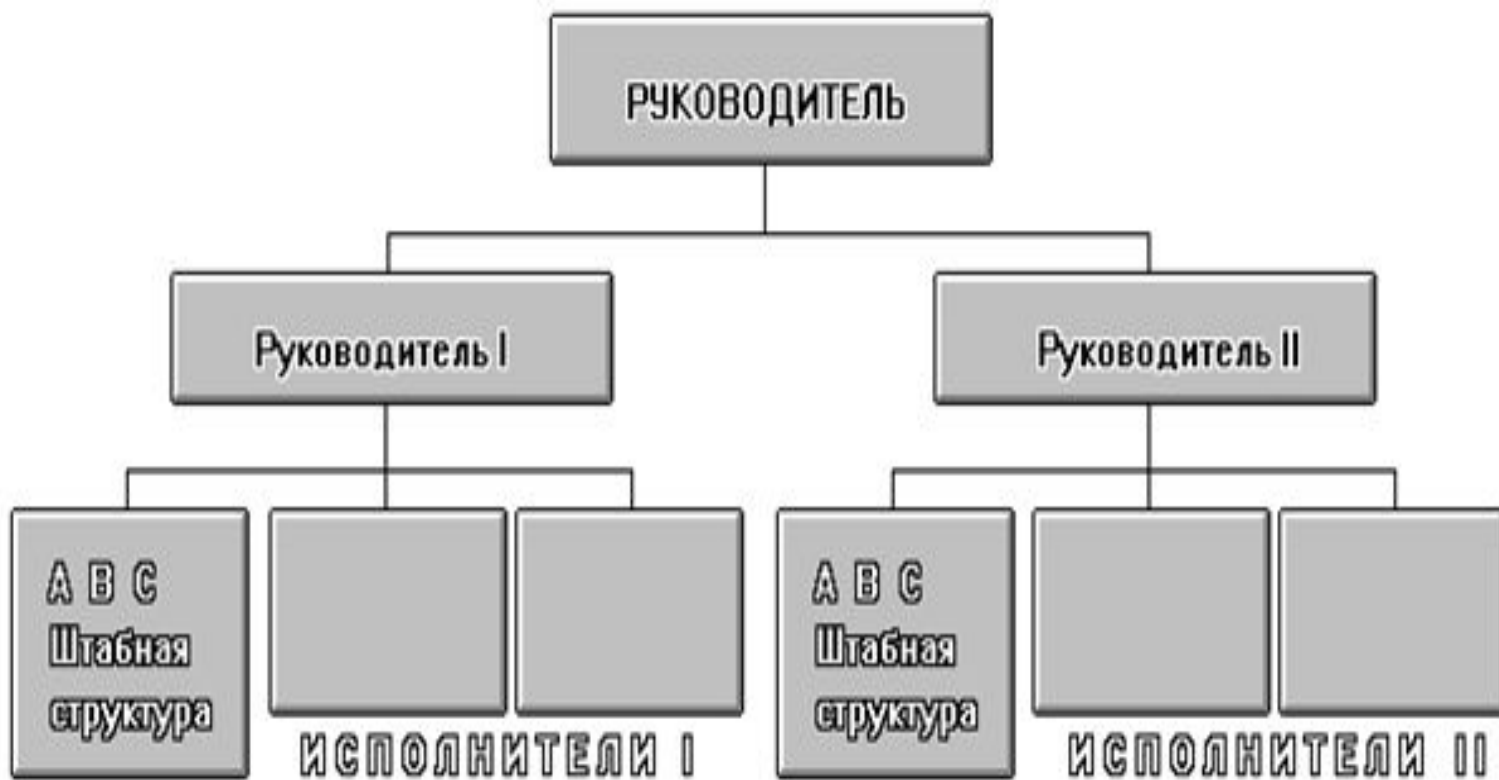
- единство и четкость распорядительства;
- согласованность действий исполнителей;
- оперативность в принятии решений;
- получение исполнителями увязанных между собой распоряжений и заданий, обеспеченных ресурсами;
- личная ответственность руководителя за конечные результаты деятельности своего подразделения.

Недостатки линейной структуры:

- высокие требования к руководителю, который должен иметь обширные разносторонние знания и опыт по всем функциям управления и сферам деятельности, осуществляемым подчиненными ему работниками, что, в свою очередь, ограничивает масштабы возглавляемого подразделения и возможности руководителя по эффективному управлению им;
- большая перегрузка информацией, огромный поток бумаг, множественность контактов с подчиненными, вышестоящими и смежными организациями.

Отдельной разновидностью линейной структуры управления служит **линейно-штабная структура**, показанная на рис

11



Линейно-штабная структура

В этом случае при линейных руководителях из высококвалифицированных специалистов создаются специальные подразделения, которые выполняют отдельные функции управления либо готовят по ним варианты решений. Создание штабных структур - первый шаг к функциональной специализации в системах управления. В ряде случаев штабные подразделения не только творчески выполняют отдельные функции управления, но и наделяются правами функционального руководства отдельными участками деятельности (группы координации, служба ученого секретаря, различные комиссии при органах власти и управления).

Линейно-штабная структура


Основным недостатком этой структуры является резкое увеличение состава штабных служб при усложнении функций управления, наделение их все большими правами (полномочиями), при этом в ряде случаев непосредственный руководитель становится формальной фигурой.

Наиболее часто на практике встречаются линейно-функциональные структуры управления



Линейно-функциональная структура

В этом случае функциональные службы управления присутствуют в каждом дивизионном (продуктовом) подразделении и специализируются по основным видам деятельности. Как правило, эти структуры не имеют право самостоятельно отдавать распоряжения производственным подразделениям. Их основная задача - подготовка обоснованных планов для производственных подразделений по соответствующему разделу деятельности. Такие структуры получили наибольшее распространение в крупных промышленных фирмах, так как они обеспечивают оптимальное распределение труда (администрирование и специализация по функциям управления) между управленческим персоналом (сочетание принципа единоначалия с профессиональной компетенцией).



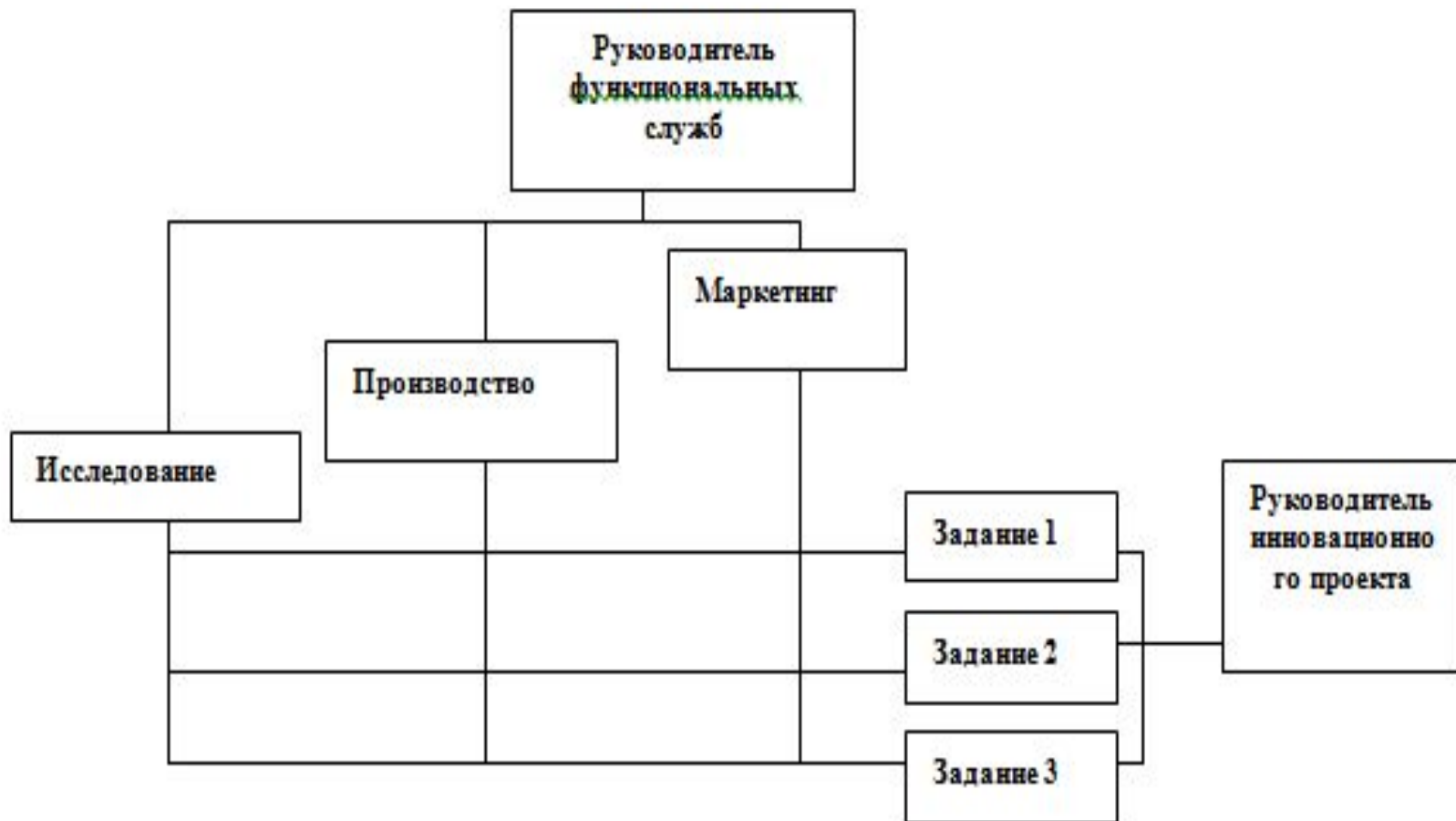
В качестве основных **недостатков** линейно-функциональных структур управления можно отметить следующие:

- отсутствие тесных взаимосвязей и взаимодействия на горизонтальном уровне между производственными отделениями;
- чрезмерно развитая система взаимодействия по вертикали, а именно, подчинение по иерархии управления.

Матричная структура управления

Функциональные службы управления присутствуют в каждом дивизиональном (продуктовом) подразделении и специализируются по основным видам деятельности. Как правило, эти структуры не имеют право самостоятельно отдавать распоряжения производственным подразделениям. Их основная задача - подготовка обоснованных планов для производственных подразделений по соответствующему разделу деятельности. Такие структуры получили наибольшее распространение на крупных промышленных фирмах, так как они обеспечивают оптимальное распределение труда (администрирование и специализация по функциям управления) между управленческим персоналом (сочетание принципа единоначалия с профессиональной компетенцией).

Матричная структура управления



Матричная структура управления

Матричные структуры основаны на двойной системе руководства (подчинённости), т.е. сочетают признаки как линейного, так и функционального управления в полном объеме. В такой системе меньше действуют административные методы управления.

Функциональный руководитель непосредственно взаимодействует с исполнителями, работающими в подразделениях, не обращая внимания на существующее линейное подчинение, поскольку частично наделен административной властью, например, распределение ресурсов, изменение целей и т.д.

При этом линейный руководитель отвечает за квалификацию исполнителей, условия труда, дисциплину и др., но не несет ответственности **за выполнение работы.**

Матричная структура управления

Основными достоинствами такой структуры являются повышение уровня целевой направленности управления, оптимальное сочетание компетентности линейных и функциональных руководителей, повышающих уровень координации работ, а недостатки связаны с возможностью дезорганизации процесса управления при наличии неоднозначности в подчиненности исполнителей.

Автоматизированные системы управления



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ

Основные характеристики структуры систем

Характеристики, типичные для структуры различных систем можно разбить на две группы.

К первой группе относятся характеристики, связанные с иерархичностью систем:

- число уровней (подсистем) рассматриваемой системы;
- характер и взаимосвязи между уровнями (подсистемами);
- степень централизации (децентрализации) в управлении;
- признаки разбиения системы на подсистемы.

Основные характеристики структуры систем

Ко второй группе относятся:

- эффективность (в широком смысле) функционирования системы управления той или иной структуры;
- эффективность стоимостная;
- надежность;
- живучесть;
- быстродействие и пропускная способность;
- способность к перестройке.

Степень централизации систем управления

Степень централизации α служит в некотором смысле мерой разделения полномочий между уровнями системы.

Для каждой пары смежных уровней **степень централизации** может измеряться отношением объема задач, решаемых на i -том уровне к объему задач, решаемых на $(i - 1)$ – ом уровне.

Степень централизации изменяется при переходе от одного иерархического уровня к другому. Кроме того на степень централизации очень большое влияние оказывает автоматизация управления

Степень централизации систем управления

Смещение основной массы решений в сторону высшего уровня (повышение степени централизации) обычно отождествляется с повышением управляемости подсистем и улучшением качества решений с одновременным увеличением объема перерабатываемой информации на верхних уровнях.

Смещение решений в сторону нижних уровней (повышение степени децентрализации) соответствует увеличению самостоятельности подсистем, уменьшению объема информации, перерабатываемой верхними уровнями.

Норма управляемости

Норма управляемости характеризует **объем задач**, решением которых может эффективно управлять руководитель.

Ограничение на **«мощность переработки информации»** в подсистемах существенно влияет на выбор структуры управления.

На норму управляемости также большое влияние оказывает уровень иерархии и автоматизация управления

Сложность управления

Данный показатель характеризует затраты (стоимость) человеко-машинного времени при выполнении функций управления для системы с заданной структурой и алгоритмом управления.

Функция сложности (трудоемкости) управления зависит от **размерности решаемых** на различных уровнях задач, **числа подсистем** на каждом уровне иерархии и числа уровней.

Основой для определения необходимого числа уровней иерархии обычно служит либо **загрузка возможных звеньев системы**, либо некоторая **функция сложности управления**, определяемая характером и количеством операций при различных схемах управления. Функция сложности может быть определена при заданных алгоритмах работы узлов и взаимосвязи между ними.

Сложность управления

Поскольку решение данной задачи в общем случае получить достаточно сложно, то принимаются во внимание два следующих утверждения:

- Во-первых при отсутствии ограничений нельзя увеличить показатель качества управления, увеличивая количество уровней управления.
- Во-вторых, необходимо стремиться ограничивать число подсистем на данном уровне управления.

Тогда задача состоит в нахождении структуры управления с минимальным количеством уровней управления и минимальным количеством подсистем на каждом уровне при допустимой сложности управления.

Качество функционирования сложной системы

Качество функционирования сложной системы принято выражать через **показатели эффективности**, которые оценивают **степень приспособленности системы к выполнению** поставленных перед нею **задач**.

Показатель эффективности зависит от структуры системы, значений ее параметров, характера взаимодействия с внешней средой, можно сказать показатель эффективности определяется процессами функционирования системы, т.е. он является функционалом от процесса функционирования системы.

Показатель качества управления

Качество управления является одним из наиболее важных **показателей эффективности функционирования систем управления**, при оценке которого обычно учитывается некоторая обобщенная **совокупность разнообразных факторов**, связанная:

- с содержанием и способом задания критерия оптимальности;
- с частотой выдачи управляющих воздействий;
- с количественными и качественными характеристиками информации, поступающей от объекта управления и внешней среды;
- с эффективностью алгоритмов управления.

Критерий оптимальности

Если в процессе функционирования системы каждый из выбранных или заданных критериев оптимальности, принимает только экстремальные значения, т.е. под действием команд управления обеспечивается требуемое изменение режимов функционирования системы, то и значение показателя эффективности системы также является оптимальным.

Однако, на практике такая идеальная ситуация встречается крайне редко, поскольку использование при решении единой (общей) оптимизационной задачи множества разных критериев оптимальности, как правило, приводит к дополнительной и весьма сложной проблеме - согласованию различных требований или частных решений.

Частота выдачи управляющих воздействий

Частота выдачи управляющих воздействий определяется длительностью цикла управления, т.е. интервалом времени от момента поступления информации (ее учета в системе) до момента реализации управляющих воздействий.

Исследование влияния длительности цикла управления на значение показателей качества показывает, что это влияние может быть отрицательным как при чрезмерном увеличении, так и при существенном сокращении частоты выдачи управляющих воздействий.

Задача сравнительной оценки качества управления

Задача **сравнительной оценки качества управления** - $R_{упр}$, основывается на определении величины отклонений показателя эффективности R при различных вариантах управления объектом, например, в виде

$$\Delta R_{упр} = R(a) - R(b),$$

где a и b - два возможных варианта управления. Данная оценка проста в реализации, но не лишена недостатков. Действительно, во-первых, для ее получения требуются дополнительные исследования о необходимом и достаточном количестве вариантов и, во-вторых, не решаются вопросы об оптимальности получаемого решения.

Задача сравнительной оценки качества управления

Очевидно, что этих недостатков лишена абсолютная оценка качества управления - ΔR_{opt} , явный вид которой задан следующим образом:

$$\Delta R_{opt} = R_{opt} - R_t$$

где R_{opt} - известное значение показателя эффективности, а R_t - его текущее значение. При этом, конечно же, не снимается вопрос об определении оптимального (квазиоптимального) значения показателя - R_{opt} .

Здесь уместно отметить, что существует класс систем, для которых оценка оптимального варианта решения производится при введении ряда дополнительных условий, так называемая условная оценка.

Живучесть системы

Свойство системы активно (при помощи соответственным образом организованной структуры и поведения) противостоять вредным воздействиям внешней среды и выполнять свои функции в заданных условиях такого воздействия называется **живучестью системы**.

Благодаря такому свойству отказ какой-либо подсистемы или части подсистем не приводит к отказу всей системы, а только к некоторому снижению эффективности ее функционирования.

Живучесть характерна для систем, имеющих иерархическую структуру и обладающих свойствами **адаптации и самоорганизации**.

Для **повышения живучести** технических систем вводят функциональную или структурную избыточность, дублируя подсистемы или используя высоконадежные защитные элементы.

Оценка надежности системы

Оценка надежности сложной системы сводится к выяснению влияния отказов элементов на качество работы системы и проводится с помощью соответствующих функционалов, называемых показателями надежности.

В качестве показателя надежности сложной системы можно выбрать следующую величину, показывающую насколько снижается эффективность системы вследствие возможных отказов элементов по сравнению с эффективностью системы, элементы которой абсолютно надежны.

$$\Delta R = |R_2 - R_1|$$

где R_1 - значение показателя эффективности, вычисленное в предположении, что отказы элементов имеют интенсивность, соответствующую заданным характеристикам;

R_2 - показатель эффективности, вычисленный в предположении, что все элементы абсолютно надежны.

Методы повышения надежности следующие:

- введение соответствующих резервных элементов (для серверов – создание резервных зеркальных дисков, создание резервных копий на магнито – оптических носителях, установка резервных программ в локальных сетях и т.д.);
- замена экономических средств воздействия (стимулирование и создание ситуаций, которые способствуют проявлению определенной инициативы) административными автоматизированными средствами: распоряжениями, указаниями, напоминаниями, регламентацией, выполняемыми автоматизированными средствами;
- уменьшение цепи передачи информации путем ликвидации излишней централизации, которая ведет к искажению информации и удлинением времени между отправкой информации и получением решений.

Показатель помехозащищенности

Данный показатель характеризует качество функционирования системы в **условиях наличия случайных факторов**, действующих как извне (**влияние внешней среды**), так и вызываемых **собственными (внутренними) возмущениями** состояния системы.

Общепринято называть **процесс функционирования системы - невозмущенным**, когда он протекает в **заранее определенных (отвечающих паспортным данным) нормальных условиях**. Самостоятельное значение таких процессов имеет лишь теоретический смысл. Действительно, в реальной практике они фактически не встречаются, поскольку любые системы работают в условиях возмущений и их процессы функционирования являются возмущенными. Однако, на основе невозмущенного процесса, можно ввести в рассмотрение понятие рассогласования или отклонения реальных (возмущенных) процессов функционирования от нормальных (невозмущенных) и назвать причину его появления в системе – помехой.

Показатель

помехозащищенности

При этом следует различать как внутренние, так и внешние помехи.

Внутренние помехи, приводящие к изменению значений параметров управления, как правило, являются результатом, а точнее следствием некоторого заранее неизвестного внутреннего взаимодействия элементов системы между собой.

Иначе говоря, здесь имеются ввиду лишь те взаимодействия, которые либо не имеют адекватной модели, либо имеют формализованное описание, но при этом модель имеет вероятностный характер.

Внешние помехи системы управления, в отличие от внутренних, порождаются внешней средой и проявляют себя только на входе и (или) выходе системы.

Показатель устойчивости

В зависимости от условий функционирования исследуемых систем, на практике могут применяться такие варианты оценки их устойчивости как:

- устойчивость по Ляпунову;
- устойчивость по вероятности;
- практическая устойчивость;
- орбитальная устойчивость и т.д.

В связи с этим, под устойчивостью функционирования сложной системы, будем понимать способность системы сохранять требуемые свойства в условиях действия возмущений.

Быстродействие системы

Быстродействие системы управления определяется ее способностью реагировать с достаточной оперативностью на возникающие возмущения.

Быстродействие зависит от:

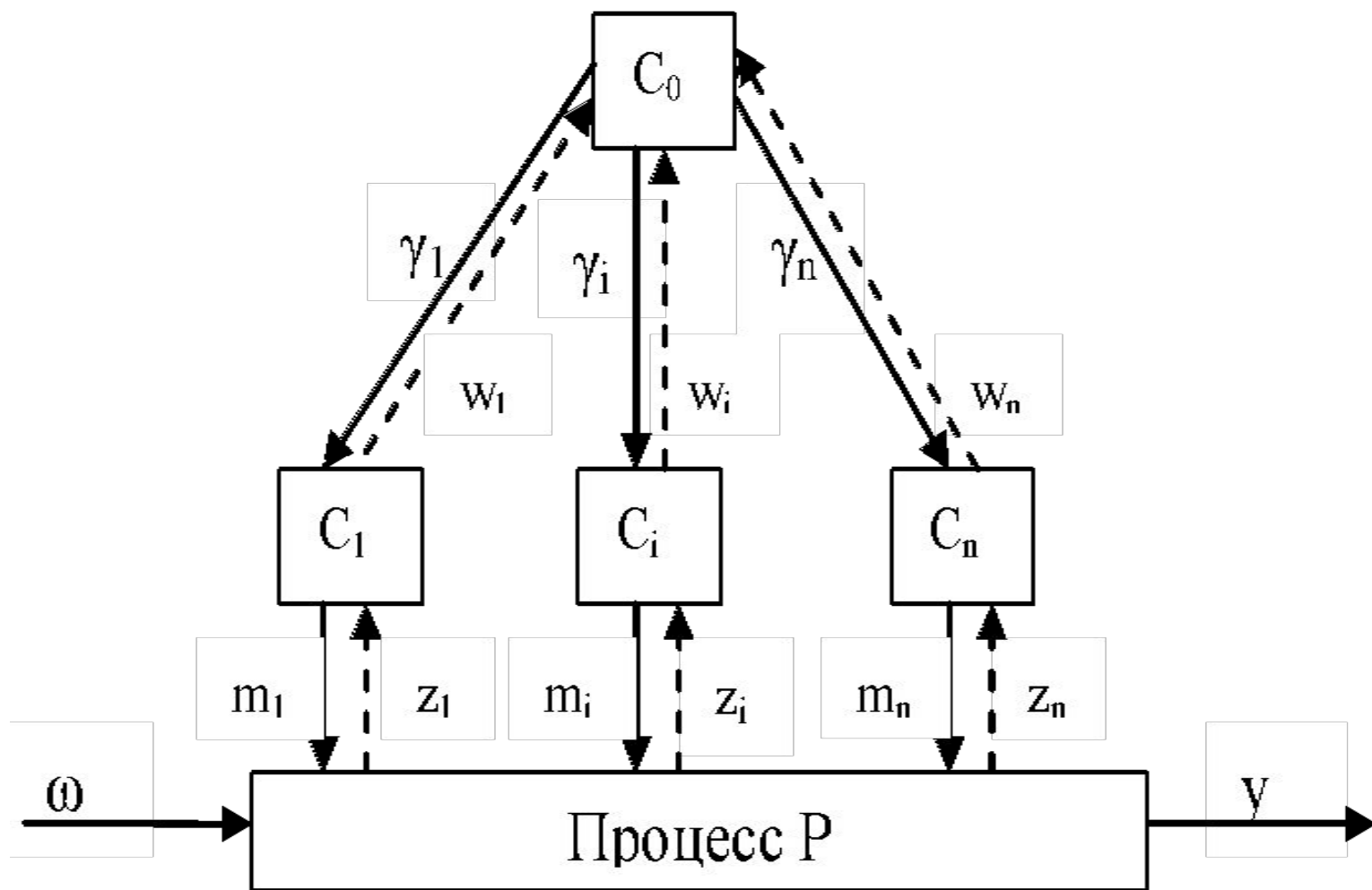
- возможностей технических средств в осуществлении сбора, обработки и передачи информации;
- от организационной структуры, т.е. от распределения функций управления и необходимых для их реализации полномочий по уровням руководства и структурным подразделениям каждого уровня.

Автоматизированные системы управления



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Общее описание двухуровневой системы



Общее описание

двухуровневой системы

Система, изображенная на рис, имеет $(n+2)$ основных подсистем: вышестоящую управляющую систему C_0 , n нижестоящих управляющих систем C_1, \dots, C_n и управляемый процесс P . Отметим два вида вертикального взаимодействия между подсистемами. Один - это передача вниз "командных" сигналов; сигналы от нижестоящих управляющих систем C_1, \dots, C_n к процессу будут называться управляющими воздействиями (входами), тогда как сигналы от вышестоящей к нижестоящим управляющим системам будут называться координирующими сигналами (входами) или вмешательствами.

Общее описание двухуровневой системы

Другой вид вертикального взаимодействия - это передача наверх информационных сигналов, или сигналов обратной связи, различным управляющим системам иерархии. Эти передачи сигналов представлены на блок-схеме пунктирными линиями.

Общее описание двухуровневой системы

Простейший способ описания подсистем двухуровневой системы связан с использованием терминальных переменных: входов и выходов. При этом удобно описывать подсистемы как функциональные в том смысле, что входы однозначно определяют выходы; можно рассматривать эту ситуацию как ситуацию, в которой задано текущее состояние. Поэтому каждый из блоков на рис представляет собой отображение.

Проблемы анализа и синтеза структуры систем

Любая сложная система может быть реализована на различных элементах и с различными взаимосвязями между ними. В связи с этим возникает проблема синтеза (выбора) при заданных ресурсах такой структуры (назовем ее оптимальной), которая максимизирует (в общем случае векторный) критерий качества функционирования системы.

Под проблемой синтеза структуры системы

понимается:

- Синтез структуры управляемой системы, т.е. оптимальное разбиение множества управляемых объектов на отдельные подмножества, обладающие заданными характеристиками.

- Синтез структуры управляющей системы

- а) выбор числа уровней и подсистем (иерархии системы);

- б) выбор принципов организации управления, т.е. установление между уровнями правильных соотношений (это связано с согласованием целей подсистем разных уровней и оптимальным стимулированием их работы, распределением прав и ответственности, создание контуров принятия решения ;


- в) оптимальное распределение выполняемых функций между людьми и средствами вычислительной техники;

- г) выбор организационной иерархии.


- Синтез структуры систем передачи и обработки информации (в том числе информационно-управляющего многомашинного комплекса):

- а) синтез структуры систем передачи и обработки информации;

- б) синтез структуры информационно-управляющего комплекса (в том числе и проблема размещения пунктов обслуживания).



Под проблемой **анализа структуры** понимают определение основных характеристик системы при некоторой выбранной (фиксированной) структуре. При **оптимизации структуры** систем находят применение различные модели и методы. Широкое распространение получили модели математического программирования (особенно модели дискретного программирования), методы теории массового обслуживания и статистического моделирования.



Решение задачи синтеза оптимальной структуры в общем виде аналитическими методами весьма трудно. Поэтому в отдельных случаях следует отказаться от построения оптимальной структуры и определить рациональную структуру АСУ.

Рационально построенная АСУ обычно имеет иерархическую структуру, причем узлы системы одного уровня можно разбить на группы, в которых они идентичны. Это позволяет рассматривать работу лишь одного «типового» узла для каждой из групп одного уровня.

2 подхода к синтезу структуры систем управления:

- При первом иерархическая **система управления считается заданной** и производится оптимизация распределения выполняемых системой функций по узлам системы, а также согласование целей и оптимизация взаимодействия узлов различных уровней.
- При втором **структура системы управления определяется** в результате синтеза основных или ведущей функции, например, планирования, или оптимального управления с использованием методов координации, декомпозиции и агрегации.

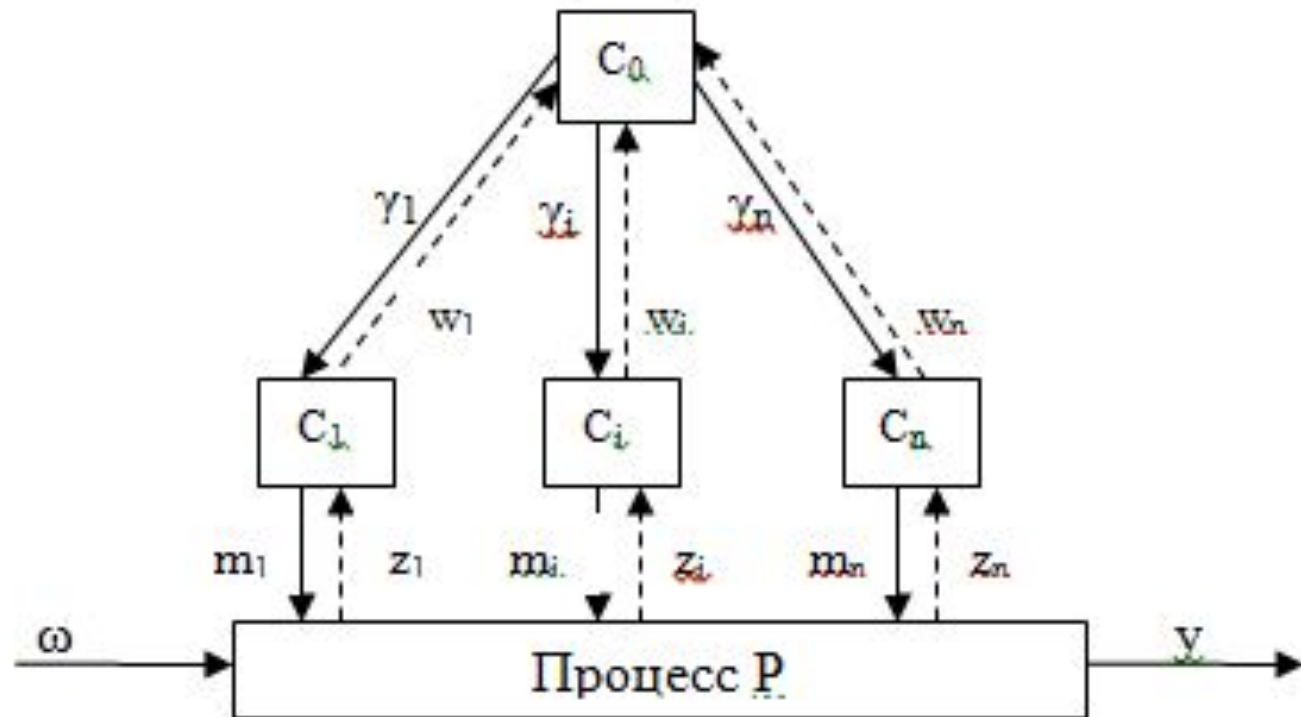
Функции системы, в свою очередь, могут быть разбиты на ряд выполняемых задач. К подобным задачам относятся, например, сбор и первичная обработка информации, регулирование, адаптация (планирование), оперативное управление.

Автоматизированные системы управления



ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ УРОВНЯМИ И КООРДИНИРУЕМОСТЬ


Общее описание двухуровневой системы



Общее описание двухуровневой системы

На рисунке представлена блок-схема некоторой двухуровневой системы. Отдельные блоки изображают подсистемы, а их взаимное расположение отражает иерархическую структуру всей системы.

Система имеет $(n+2)$ основных подсистем: вышестоящую управляющую систему C_0 , n нижестоящих управляющих систем C_1, \dots, C_n и управляемый процесс P .



Отметим два вида вертикального взаимодействия между подсистемами. Один - это передача вниз "командных" сигналов; сигналы от нижестоящих управляющих систем C_1, \dots, C_n к процессу будут называться управляющими воздействиями (входами), тогда как сигналы от вышестоящей к нижестоящим управляющим системам будут называться координирующими сигналами (входами) или вмешательствами.

Другой вид вертикального взаимодействия - это передача вверх информационных сигналов, или сигналов обратной связи, различным управляющим системам иерархии. Эти передачи сигналов представлены на блок-схеме пунктирными линиями.

Относительно указанных взаимосвязей между подсистемами следует сделать два замечания:

- В явном виде не предусматривается прямая коммуникация между нижестоящими управляющими системами. В этом находит отражение тот факт, что мы, прежде всего, интересуемся только отношениями между смежными уровнями иерархии.
- Вышестоящая управляющая система непосредственно не взаимодействует с процессом. Впрочем, это только видимость, так как на самом деле любая нижестоящая управляющая система может передать вышестоящей всю информацию о ходе протекания процесса.

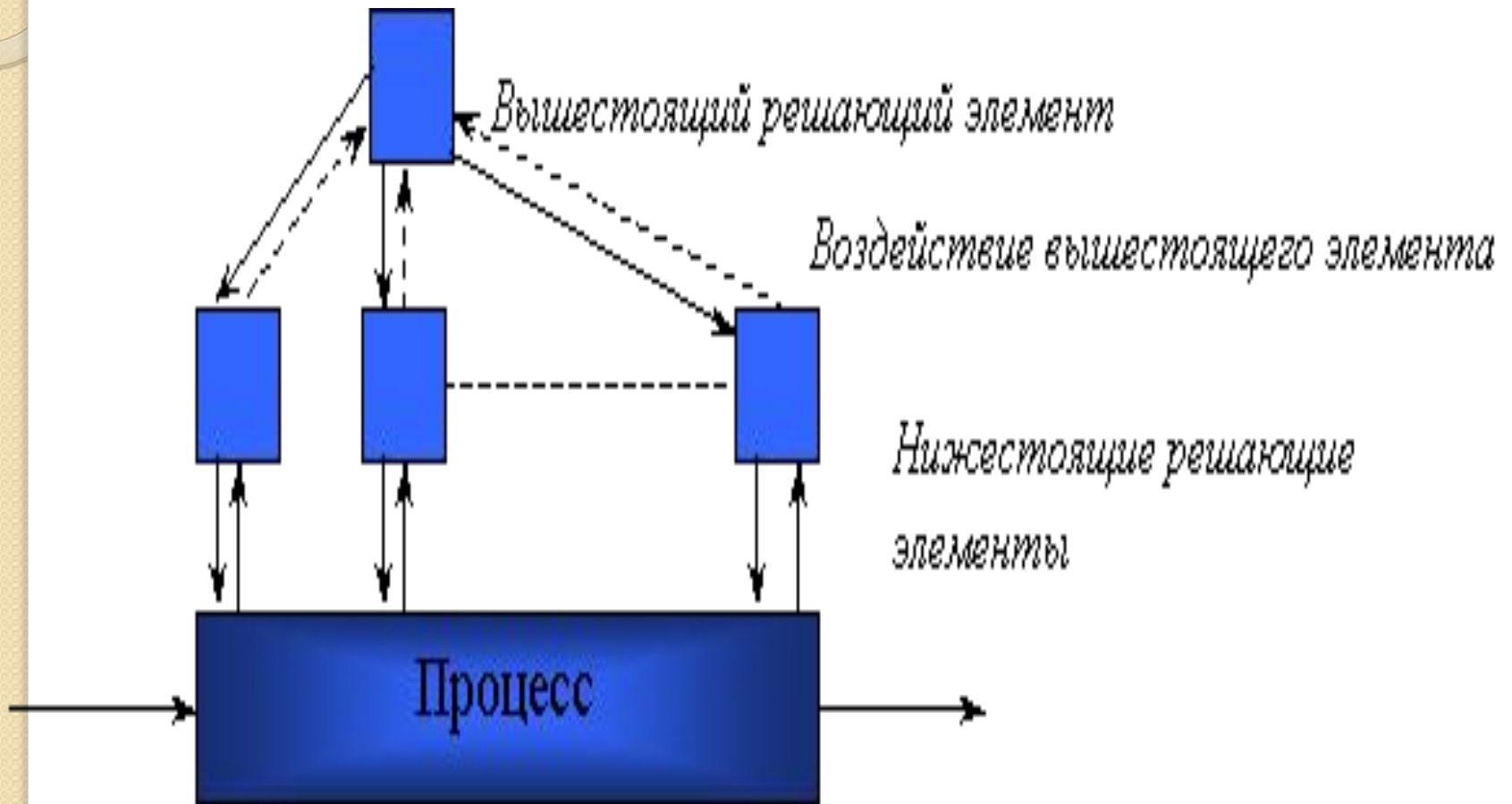
Взаимная зависимость

уровней

Рассмотрим двухуровневую систему принятия решений, имеющую только один вышестоящий (координирующий) элемент и n подчиненных ему (нижестоящих) элементов. Такая система представляет специфический интерес для теории многоуровневых систем по следующим причинам:

- это простейший тип систем, в котором проявляются все наиболее существенные характеристики многоуровневой системы;
- более сложные многоуровневые системы могут быть построены из двухуровневых подсистем, как из модулей.

Взаимная зависимость уровней



Взаимная зависимость уровней

Взаимодействие между вышестоящим элементом и каждым из нижестоящих элементов таково, что действия (и успех) одного из них зависят от действий другого.

Однако, следует учитывать, что взаимоотношения между вышестоящим и нижестоящими элементами являются **динамическими, т.е.** изменяются во времени.

Вышестоящий элемент может сообщить свое координирующее решение нижестоящим элементам в один из двух моментов времени.

Вмешательство до принятия решения

Вышестоящий элемент может попытаться скоординировать действия нижестоящих элементов до того, как они примут свои решения.

Вмешательство вышестоящего элемента до принятия решения основано:

- на прогнозировании поведения, как самой системы, так и окружающей среды.
- на определении функции качества для оценки деятельности элементов нижестоящего уровня, которое определяет долю участия каждого из них в деятельности ради достижения успеха всей системы.

Вмешательство после принятия решения

Через некоторое время после того, как элементы нижестоящего уровня примут и применят свои решения (например, в конце так называемого периода принятия решения), вышестоящий элемент должен снова связаться с нижестоящими.

Вышестоящий элемент должен исправить посланные ранее элементам нижестоящего уровня инструкции, если окажется, что допущения, на основе которых эти инструкции были выработаны, стали неверными.

Более того, в конце периода принятия решения вышестоящий элемент должен либо подтвердить, либо изменить сообщенные им в ходе вмешательства до принятия решения планы распределения ролей подсистем в обеспечении успеха всей системы