

# Теория Систем и Системный анализ

Курс ведет  
**Данелян Тэя Яновна**

# Цели курса:

---

- Дать теоретические основы необходимые для изучения и построения систем
- Дать системное понимание окружающей среды и видов деятельности человека
- Привить практические навыки по применению теории систем и системного анализа (системного моделирования) при изучении конкретных работ (технических, физических, биологических, промышленных и т.п.)

# Цели курса:

---

- **Целью** изучения дисциплины является получение студентами базовых знаний по организации машинной обработке экономической информации на промышленном предприятии и других объектах управления, в отраслях и ведомствах государственного управления, в финансово-кредитных и налоговых институтах. А также приобретение навыков разработки и внедрения проектов по автоматизированной обработке экономической информации.

# Задачи курса

---

- Дать основы теории систем, теории информации. Дать знания по прикладным математическим дисциплинам (информатика) в целях использования этих знаний при создании, разработке, проектировании ИТ для конкретных экономических объектов. Научить практическим навыкам организации ИТ на конкретных объектах. Оценивать способ организации ИТ и цели функционирования ИТ.
- Изучением данной дисциплины завершается подготовка студентов к прослушиванию курсов по разработке и использованию информационных систем в бухгалтерском учете, налогообложении, юриспруденции, маркетинговых исследованиях, рекламной деятельности, банковском деле, менеджменте

# Для изучения данного курса студентам необходимо

---

■ усвоение следующих дисциплин:

- дискретный анализ,
- экономико-математические методы и модели в народном хозяйстве,
- системный анализ,
- вычислительные машины, системы и сети,
- графика вычислительных процессов,
- основы алгоритмизации и алгоритмические языки,
- экономика,
- разработка и использование программного обеспечения,
- проектирование баз данных,
- проектирование автоматизированных ЭИС,
- бухгалтерский учет,
- теория управления,
- экономика и организация предприятия отрасли

# После изучения дисциплины, студент должен знать:

---

- Методологию общей теории систем и ее приложения к управлению объектами экономической природы;
- Теоретические основы организации экономических информационных систем на разных уровнях народного хозяйства, а так же экономико-организационные аспекты функционирования ЭИС на предприятиях, отраслевых образованиях, государственных и региональных органов управления, а также основы компьютерных сетей общего пользования;
- Экономическую сущность, особенности организационного, информационного обеспечения и технологию реализации ЭИС на предприятиях и организациях различной экономической значимости.

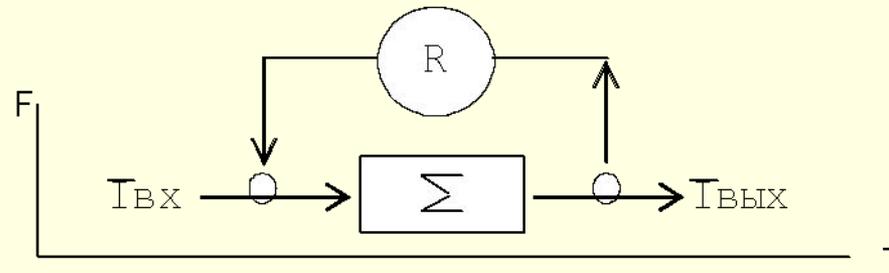
# Элементы теории систем

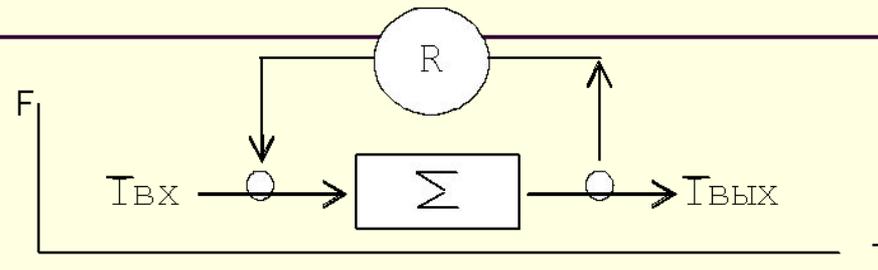
## 1. О системах

Система  $\Sigma$  – конечная совокупность (E) элементов и некоторого регулирующего устройства (R), которое устанавливает связи между элементами ( $e_i$ ), управляет этими связями, создавая неделимую единицу функционирования.

$$\Sigma = \{E; R\}, \text{ где } \{e_i\}_{i=1}^N = E \text{ – множество элементов} \quad (1)$$

Функционирование F системы  $\Sigma$  – это процесс последовательный во времени T по переработке входной I<sub>вх</sub> в выходную I<sub>вых</sub> информации.





Система  $\Sigma$  работает под воздействием управляющих сигналов от  $R$  во времени  $T$ , и определяется на множестве информации  $I$ .

Система формально задается как некая упорядоченная последовательность (вектор, картеж) вида:

$$\Sigma = \langle T, X, \Omega, Y, V, H, G, F, Z \rangle, \quad (2)$$

где

$T = \{(t_i, t_{i+1})\}_1^N$  – ось времени;

$X = \{x_j\}_1^N$  – множество входной информации;

$\Omega = \{\omega_i\}_1^N, \omega_i \in \Omega$

$\omega_i$  – оператор ввода, множество  $\Omega$  – входных воздействий;

$Y = \{y_i\}_1^M$  – множество результатов;

$V = \{\gamma_j\}_1^M$  – множество выходных воздействий.

Процесс преобразования входной информации  $X$  в выходную информацию  $Y$  на оси  $T$  определяется тремя функциональными факторами:

$G$  – алгоритм, функция выхода;

$H$  – функция поведения системы, при использовании ресурсов системы внутренних состояний), функция перехода;

$F$  – функция управления, изменяющая как,  $G$  так и  $H$ ;

$Z$  – множество внутренних состояния или ресурсов системы и  $Z=\{Z_j\}$  и

$$\left\{ \begin{array}{l} G:(X \times Z) \rightarrow Y \\ H:(X \times Z) \rightarrow Z \\ (3) F:(X \times Z \times T) \rightarrow (G \times H) \\ \quad \quad \quad \omega \\ \Omega : T \rightarrow X \\ \quad \quad \quad \gamma \\ \vee : T \rightarrow Y \end{array} \right. \quad (3)$$

**Перечисленные параметры системы определяют следующие свойства системы  $\Sigma$ :**

1) система и ее поведение определяется более чем одним фактором, т.е. система – это энэрная функция;

2) наличие фактора времени  $T$  говорит о том, что системы могут быть непрерывные, дискретные, динамические и статические;

3) наличие факторов  $X$  и  $\Omega \Gamma U$  и  $V$  говорит о том, что система может быть реализована и связана с внешней средой.  $U$  системы должно быть 0 или более входов и 1 или более выходов;

4) фактор  $G$  говорит о том, что процесс преобразования  $X$  в  $U$  может быть формализован по виду входной и выходной информации даже, если не известна внутренняя структура системы;

5) наличие  $H, Z$  – система имеет свой конкретный способ поведения, который влияет на  $G$ , а так же  $H$  и  $Z$  влияет на получение конкретного результата  $Y$ ;

6) наличие  $F$  – система может быть самоуправляемой, самоуправляющей, саморегулируемой или саморегулирующей;

7) наличие множества  $E$ -элементов и связей определяют тот факт, что

---

## **Системы бывают: – простые и сложные.**

Простые системы – это системы, описываемые простыми (линейными) функциями поведения. Имеют линейную связь и один уровень управления. Простые системы являются одноуровневыми.

Сложные системы – это системы, состоящие из большего числа элементов, имеющие большее число связей и выполняющие некую сложную функцию; связи создают т.н. иерархическую (многоуровневую) структуру системы.

## Свойства сложных систем:

1. Мощность системы – определяется количеством элементов в системе, количеством связей между ними. Мощность порождает структурную сложность системы.

2. Многофакторность. Многофакторность и сложность порождают проблему надежности системы.

3. Эмерджентность – когда свойство системы, где есть механическая сумма свойств ее элементов

# Основные характеристики системы

---

Сложность системы определяется как структурная и функциональная сложность.

Функциональная сложность  $C_F$  – количество шагов (счетных и логических), требуемых для реализации конкретно заданной функции  $F$ .

$$C_F = (H * L)K, \quad (4)$$

где

$L$  – логическая глубина вычислений (длина самой длинной цепочки вычислений, самого длинного пути работы);

$H$  – степень параллелизма вычислений (работ);

$K$  – степень сложности реализации системы, если система еще не реализована  $K=1$ ;

# Основные характеристики системы

Структурная сложность  $C_{\Sigma}$  – некоторая метрическая величина, определяющая количество элементов и количество связей системы.

$$C_{\Sigma} \in m/n(n-1), \quad (5)$$

где

$m$  – число реализованных связей в системе между элементами,

$n$  – общее число элементов в системе.

Если система реализована, то структурная сложность рассчитывается по формуле (6)

$$C^* = (1 + \xi * C_{\Sigma}) * C_e, \quad (6)$$

где

$C_e$  – сложность реализации элементов в системе

$\xi$  – относительная величина сложности реализации связей и элементов в системе, т.е.

$\xi = \frac{\text{сложность реализации элементов}}{\text{сложность реализации связей}}$

# Основные характеристики системы

Сложность С – это некая метрическая величина, ставящаяся в соответствие структурно-функциональному составу системы.

Надежность R – напрямую зависит от сложности. Это некая метрическая величина, которая определяет способность системы сохранять заданные свойства поведения при наличии внешних и внутренних воздействий, т.е.

- а) быть устойчивой в смысле функционирования,
- б) быть помехозащищенной в смысле сохранении элементов и структуры от механических воздействий.

$$R=f(T^H, T, P(t_i, t_{i+1}), \Delta(t_i, t_{i+1})), \quad (7)$$

где

- 1)  $T^H$  – время нормальной работы системы (время от начала запуска системы до того момента, когда из-за накопившегося числа явных и неявных отказов система «плохо» работает)
- 2)  $\overline{T}$  – среднее время безотказной работы, (вычисляется по наблюдению за работой системы).
- 3)  $P(t_i, t_{i+1})$  или  $P(\Delta t)$  вероятность безотказной работы в интервале  $\Delta t = (t_i, t_{i+1})$ ;
- 4)  $\Delta(t_i, t_{i+1})$  - средний поток отказов на интервале  $(t_i, t_{i+1})$ .

# Основные характеристики системы

Эффективность Э – метрическая величина, определяющая способность системы хорошо выполнять заданную работу. Эффективность вычисляется через функционал качества  $\Phi$  и функцию управления.

$$\Phi(X, Z_0, \Delta t, \omega) = y \approx \varepsilon, \quad (8)$$

где

$\Phi$  – функция управления,

$\varepsilon$  – эффективность,

$X$  – начальные данные (ввод),

$Y$  – конечные данные (вывод),

$Z_0$  – начальное состояние (ресурсы),

$\Delta t$  – интервал работы (времени),

$\omega$  – входные воздействия (операторы ввода).

Качество управления системой J

$$J(X, Z_0, Z_i, g, \omega) = \{\Delta t_i\} \quad (9)$$

# Основные характеристики системы

---

Качество управления вычисляется через функцию управления  $J$ .

Функция управления  $J$  – это некоторая метрическая величина, определяющая минимально допустимый интервал времени  $\Delta t_{\min}$ , необходимый для завершения работы системы по получению ожидаемого результата.

На практике часто для определения эффективности системы используют дополнительные характеристики системы:

1. Пропускная способность  $\Pi$  (если  $\Pi \rightarrow 1$ , то имеет место высокая пропускная способность  $\min \Delta t$ );
2. Универсальность  $U$  (если  $U \rightarrow 1$ , то имеет место высокая универсальность и низкая надежность);
3. Степень иерархичности  $J$  (определяется по каждому виду иерархии: управление, информация, время, функция, страты).

# Классы и виды систем

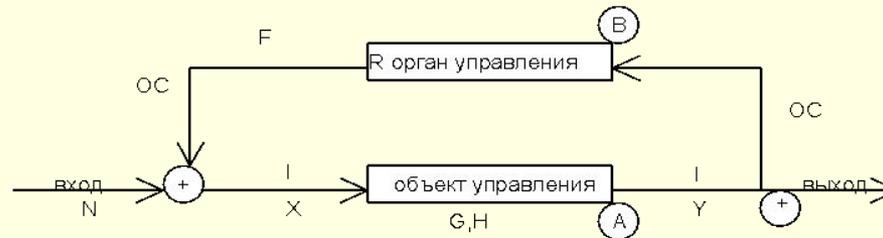


Рис.1.1. Общий вид системы  $\Sigma$  с органом R-управления

$\Sigma = \{E; R\}$ ;

I, X, Y – связь по информации, X – входная информация, Y – выход;

N – внешние ресурсы;

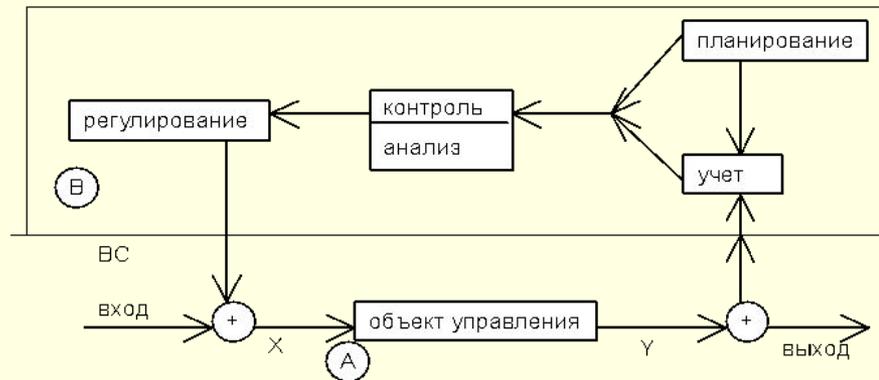
F – воздействующий сигнал (связь по управлению);

G – алгоритм преобразования ресурсов в блага общества;

H – способ использования внутренних ресурсов системы;

ОС – обратная связь;

$\oplus$  – логический оператор (распознаватель)



**Рис. 1.2. Принципиальная схема управления**

Управление – процесс переработки входных  $X$  сигналов в выходные  $Y$  под воздействием и контролем управляющего объекта  $R$ . Процесс управления включает пять основных функций:

f1 – планирование,

f2 – учет,

f3 – контроль,

f4 – анализ,

f5 – регулирование,

f2-учет – фиксирует состояние системы в каждый  $t_i$ -ый момент времени,

f3-контроль – определять  $\Delta$  – отклонения состояний от плановых значений.

Посредством контроля учетная информация сравнивается с запланированной, результаты анализируются. По результатам анализа f4 принимается решение f5 о том, что делать с  $G, H, Z$ , в соответствии с этим выдается сигнал управления  $F$ .

---

Каждая система связана с внешней средой входными ( $x$ ) и выходными ( $y$ ) сигналами. Т.о. система состоит из управляющего и управляемого объектов.

Управляемый объект  $A$  – элемент, реализующий счетные (числовые) или логические функции по преобразованию информации, и на который воздействует регулирующее устройство  $R$  с помощью элементов управления.

Управляющий  $B$  орган ( $R$ ) – воздействует на управляемый  $A$  объект, но сам воздействия не испытывает.

В зависимости от количества элементов в системе и характеру связей системы подразделяются на:

1. Одноуровневые,
2. Многоуровневые (иерархические)

Одноуровневые системы (линейные) – системы, которые определены одной целевой функцией и имеют одну функцию управления, а переработанная информация передается от элемента к элементу по схеме:

$$F \rightarrow (S_1, S_2, \dots, S_k, \dots) \phi = \Sigma,$$

где

$\phi$  – целевая функция  $\Sigma$  – системы

---

Многоуровневая система (иерархическая) – это сложная система, структура которой такова, что управление передается от вышестоящего уровня к нижестоящему, а обрабатываемая информация от нижестоящих к вышестоящим уровням.

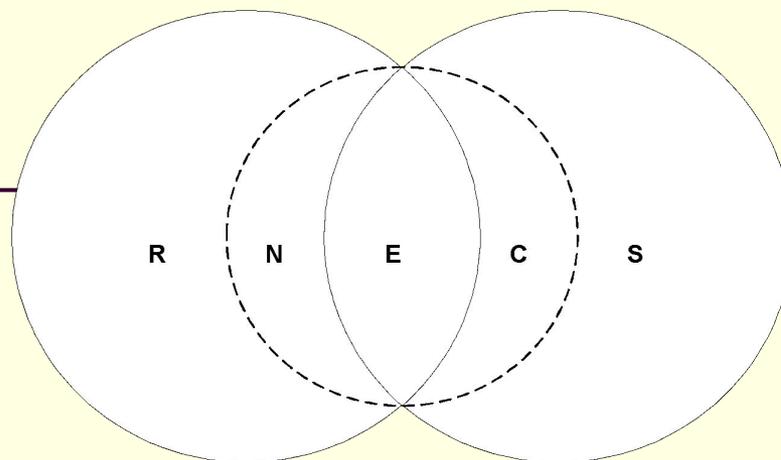
Существует 5 типов иерархий:

- по управлению (каждый последующий уровень подчинен управленческой информации),
- по информации (каждый уровень зависит от информации предыдущего),
- по функциям (каждый уровень – это своя функция),
- по времени (каждый уровень привязан по его активизации к следующему интервалу времени, когда работает только один уровень, а другие не работают),
- по деятельности (каждый уровень определяется видом деятельности, работы).

Преимущества иерархической системы:

1. высокая надежность (дополнительные уровни-дублиеры),
2. высокая пропускная способность,
3. универсальность,
4. высокая эффективность





$$N \rightarrow E \rightarrow C$$

$$E(N) = C$$

$$R \cap S \rightarrow E$$

**Рис. 1.3.1. Экономическая система E (Диаграмма Виена)**

Здесь:

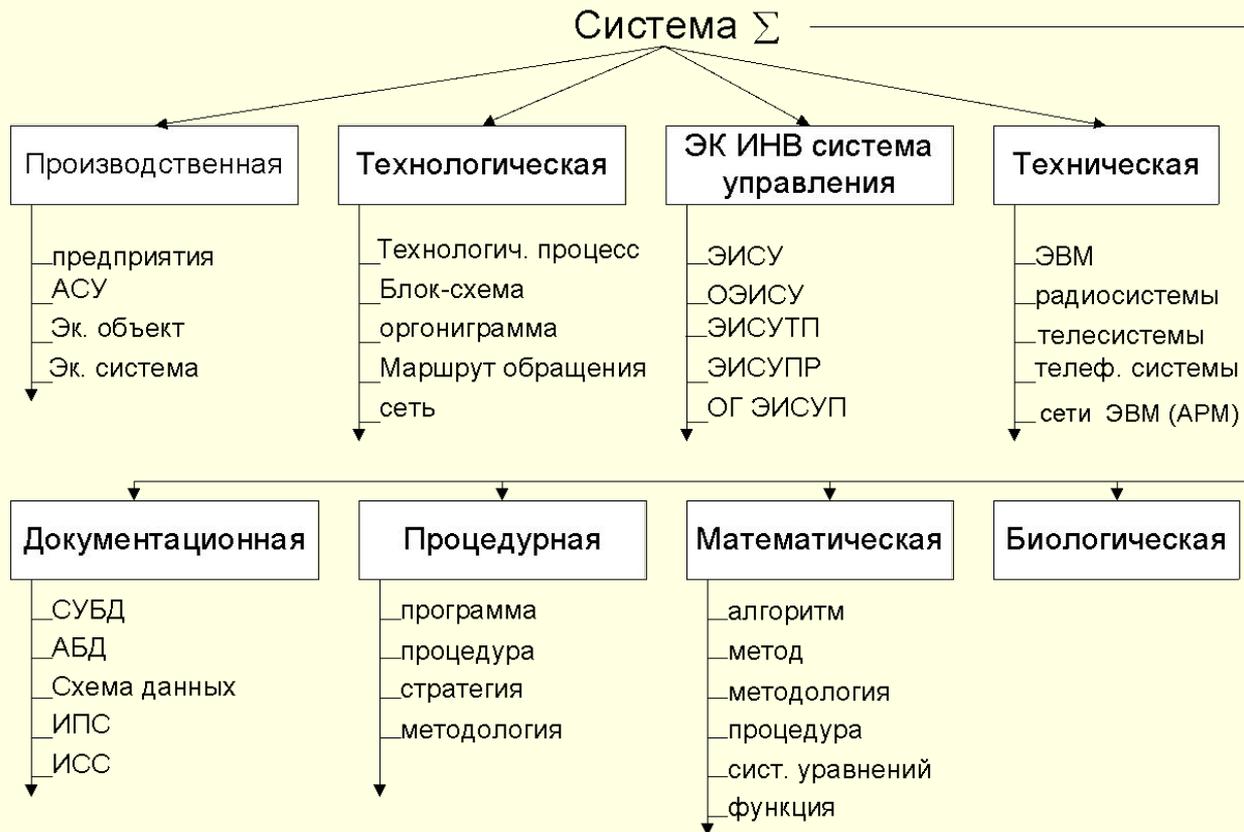
N – природные ресурсы;

E – экономика;

C – общественные блага;

R – все ресурсы;

S – все общество.



**Рис. 1.3.2. Схема классификации прагматических систем**

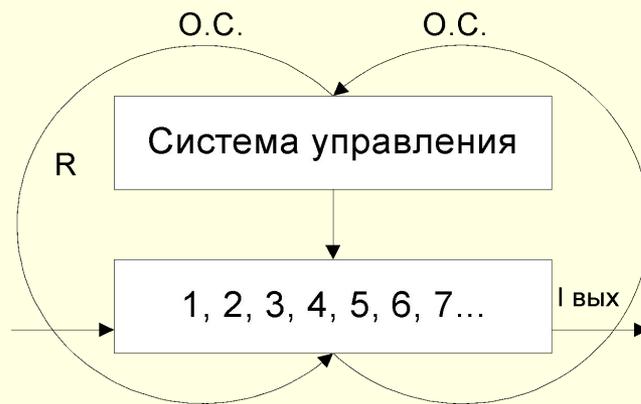
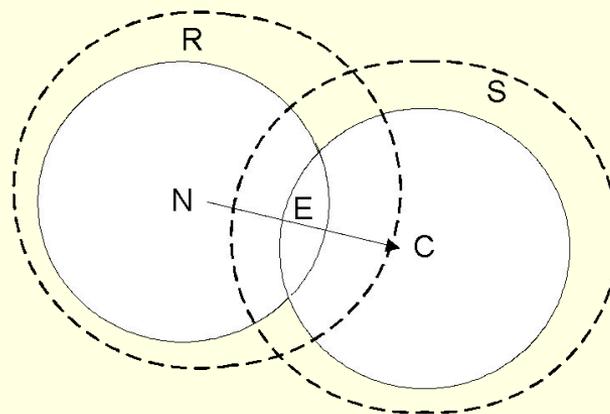


Рис. 1.3.3. Структура ЭИС



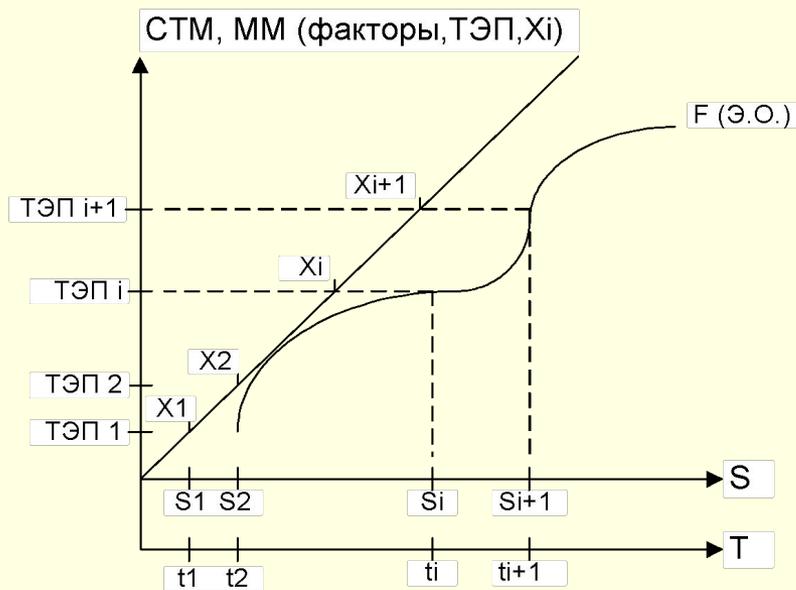
E - экономика

N - ресурсы (природные)

П - ресурсы любые (все)

C - общество, как потребитель (общественные блага)

**Рис. 1.3.4. Схема связи экономики с обществом**



где

F (Э.О.) - поведение экономического  
объекта в системе;

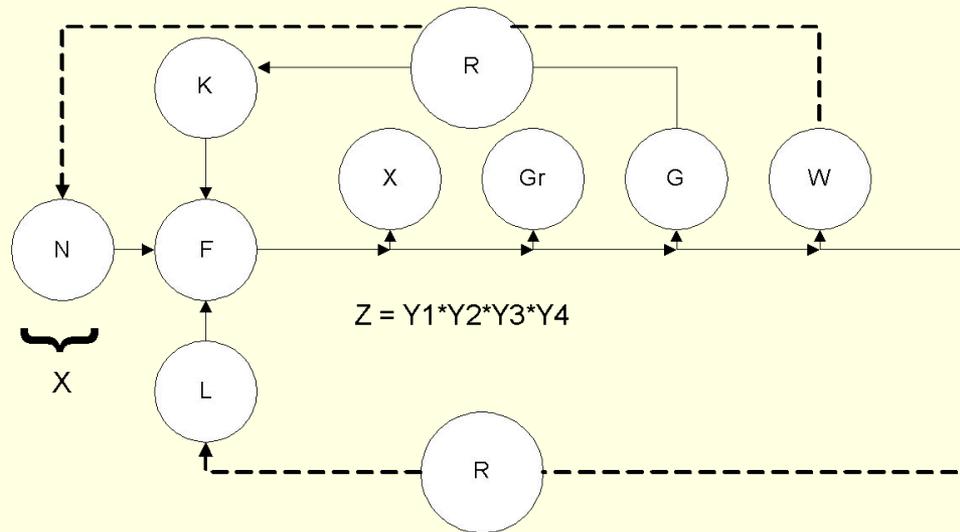
T - время [  $t_i$  ];

ТЭП<sub>i</sub> - технико-экономический показатель  
финансово-хозяйственной  
деятельности предприятия;

$X_i$  - значение выходного показателя;

$S_i$  - производственная ситуация (влияние);

Рис. 1.3.5. График определения устойчивого состояния экономической системы



F - производственная функция  
 K - средства производства  
 L - трудовые ресурсы

Рис. 1.3.6. Принципиальная  
 схема E

$N = X$

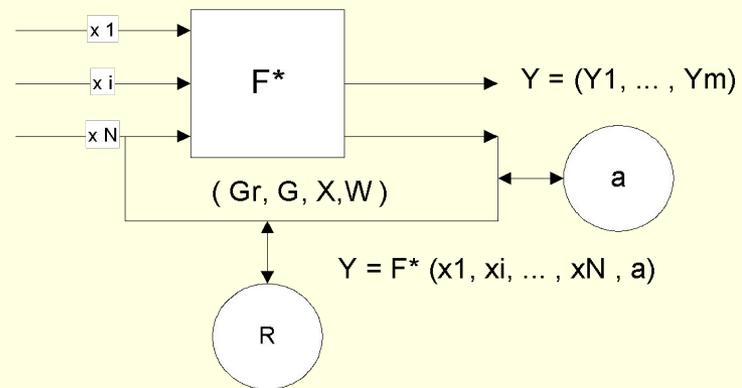


Рис. 1.3.7. Общая схема  
Е

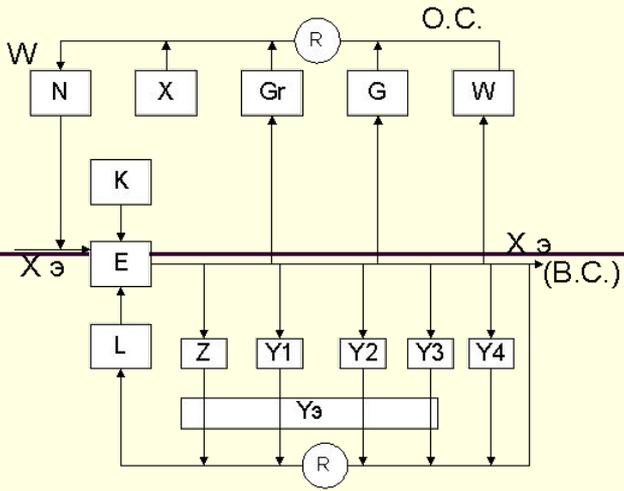
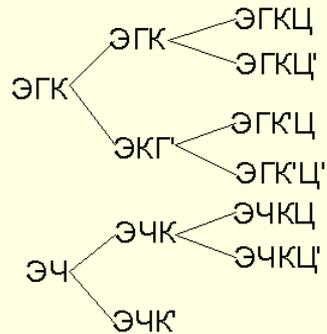
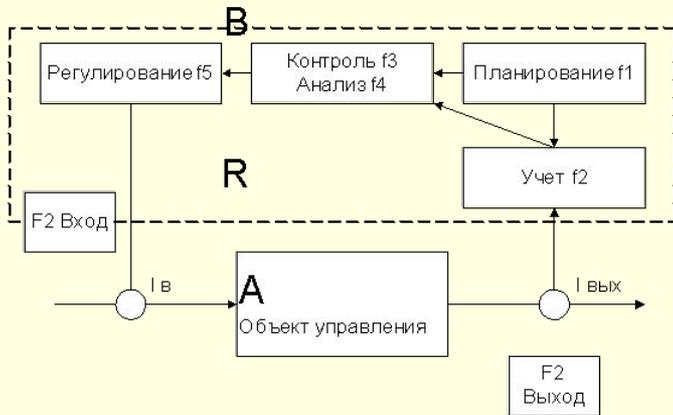


Рис. 1.3.8. Экономические системы и их классификация



Ц' - с частным самостоятельным управлением

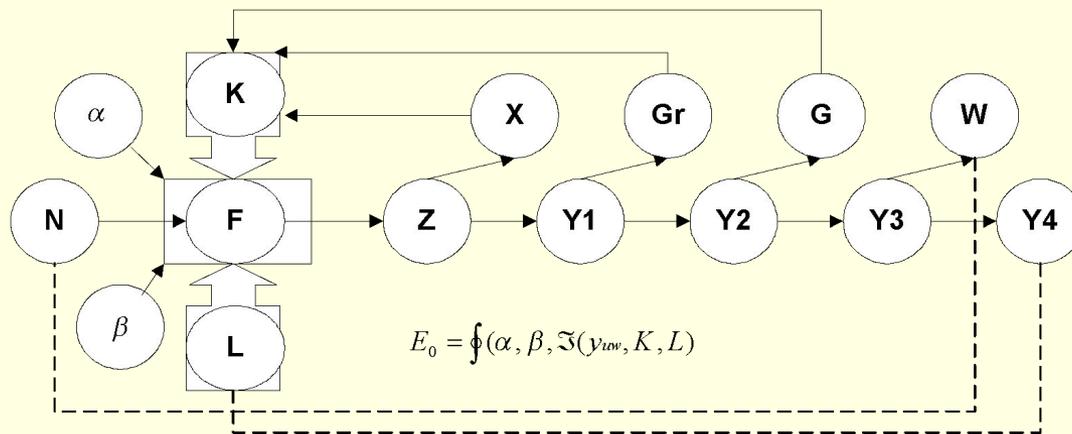


Рис. 1.3.9. Схема связи экономической системы с факторами воздействия на функционирование Э.С.

# Экономические системы (ЭС) классификация

**P: 1) по признаку подчинения**

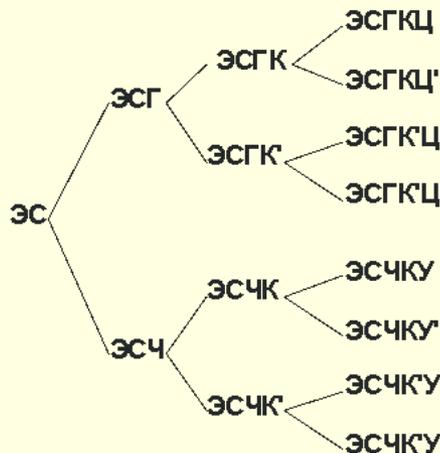
- государственные (Г)
- частные (Ч)

**K: 2) по коммертизации**

- коммерческие (К)
- некоммерческие (К')

**S: 3) по структурному признаку**

- централизованные (Ц)
- децентрализованные (Ц')



Централизации (Ц) и децентрализации (Ц')  
зависит от следующих факторов

1. Количество решений на нижнем уровне
2. Важность решений на нижнем уровне
3. Количество контроля за работой нижнего уровня

Преимущества децентрализации (Ц')

- 1) Преимущество принятия решения ( $\min \# \{ I \} \#$ )  
(приоритетность для ЭС<sup>i</sup>, у которой  $\{\Delta t\} \rightarrow \min$   
 $\Phi \rightarrow \max$ )

- 2) Упрощение принятия решения, т.к. множество ТЭП минимально

- 3) Стимулирование инициативы по функционированию экономической системы

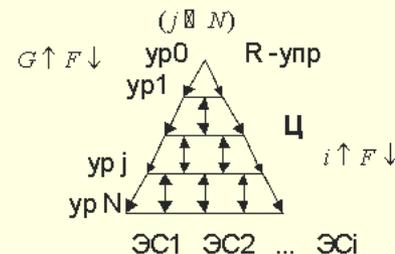


Рис. 1.3.10. Схема централизованной Э.С.

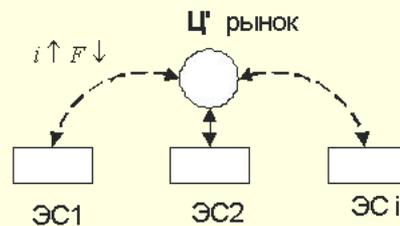


Рис. 1.3.11. Схема децентрализованной Э.С.