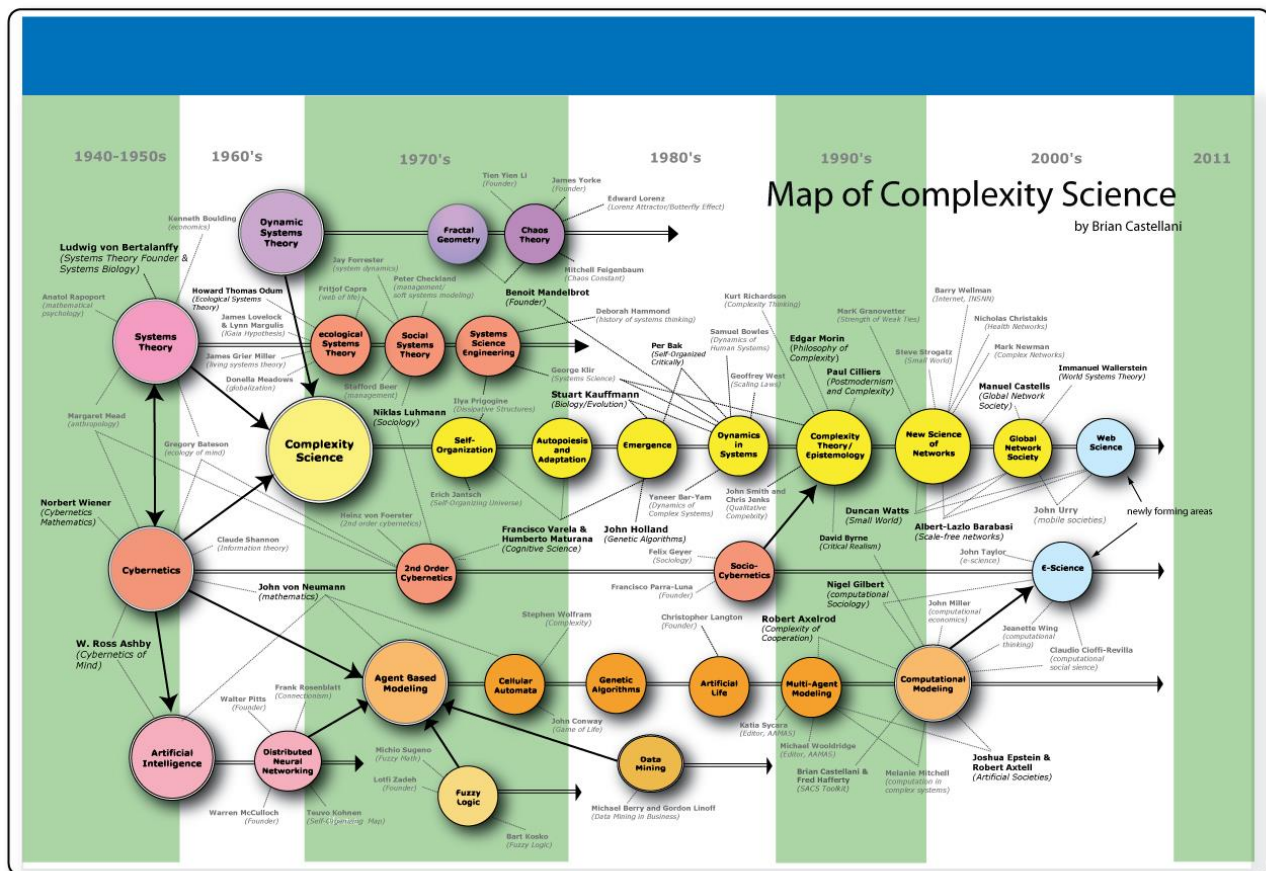


ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ НА ОБЩАТА ТЕОРИЯ НА СИСТЕМИТЕ

1. Система. Определения. Виртуална жаба 😊
2. Вътрешен строеж на системите
3. Функциониране на системите
4. Видове системи



HOW TO READ MAP:

The above map is a conceptual and historical overview of complexity science and complexity theory. It has been around, now, for almost four years. During that time, a number of colleagues have emailed us explaining how we misspelled someone's name or forgot this key person or did not link a particular area of study with another, or placed a scholar historically ahead of another, when we should not have. We have tried to take into account all of these excellent points and improve the map every several months. However, we have also received a lot of emails thanking us for the map, as it really is the only one of its kind—providing a good, macro-level introduction to complexity theory and complexity science. As such, we do not want to tamper with the map too much—following the old adage: *if it ain't broke, don't fix it*. The current map was last updated January 2011.

The Map is to be read as follows:

First, the Map is roughly (and we mean roughly) historical, working as a timeline that is divided into six major periods that one can read from left to right: 1) old-school, 2) percolation, 3) the new science of complexity, 4) recent developments, and 6) examples of potential areas of study—we recognize that not everyone agrees these are new areas, that is why they are listed as tentative; we also cannot include every new area.

Each fields of study is represented as double-lined ellipse, with a double-lined arrow moving from left to the right. The relative size of these ellipses is meaningless, and is strictly a function of the space needed to write the name of each field. Double-lined arrows represent the trajectory of each field of study. Space constraints required that the length of these arrows be limited; readers should therefore assume that all of them extend outward to 2011.

The decision where to place the various fields of research relative to one another was a major challenge, given the map is 2-dimensional. We therefore tried to position similar areas next to one another. For example, those sciences oriented toward the study of systems are located at the top of the map; the sciences that tend to extend outward from or around cybernetics and artificial intelligence and are oriented toward the development of computational method are located at the bottom.

Areas of research identified for each field of study are represented as single-lined circles. As with the fields of study, the size of these circles is strictly a function of the space needed to write the different names.

The intellectual links amongst the fields of study and amongst the areas of research are represented with a bold, single-lined arrow. The head of the arrow indicates the direction of the relationship. In some cases, the relationship is mutual. To keep the map simple, rather than draw this link to the trajectory for a field of study or area of research (as in the case of the reciprocal relationship between complexity science and agent-based modeling), we draw it to the ellipse representing the field of study or area of research. Note: we recognize that we have simplified many lineages and that not everyone will be happy.

For each area of research, we also include a short list of some of the leading scholars. This list is not exhaustive; but it tries to be representative, based on number of citations, general recognition, and importance in the historical development of the area of research. For each scholar we provide the following information: name, most widely known contribution, and links to key areas of research. The links amongst the scholars and their respective areas of research are represented by a dashed line. One will also note that the names of the scholars differ in font size. This was done to demonstrate their relative importance within complexity science. Again, some will disagree, and so we apologize if anyone feels slighted. But, for a model to work, it has to be somewhat wrong—all theories are under-determined by their evidence. And, this model seems to be working rather well, at least for now.

List of major scholars and areas of research in complexity science, including references

1. Система. Определения и свойства

Съществуват на 40 различни определения(Садовский В.Н, “Основания общей теории систем”)

- * Съединение на обекти, обединени от различни взаимодействия и зависимости
- * Произволна съвкупност от променливи, които наблюдателят избира измежду променливите, свойствени на даден обект
- * Комплекс взаимодействащи си елементи
- * Множество правилни логически изрази и формули
- * Система в широк смисъл е решително всичко, което може да се разглежда като отделна същност

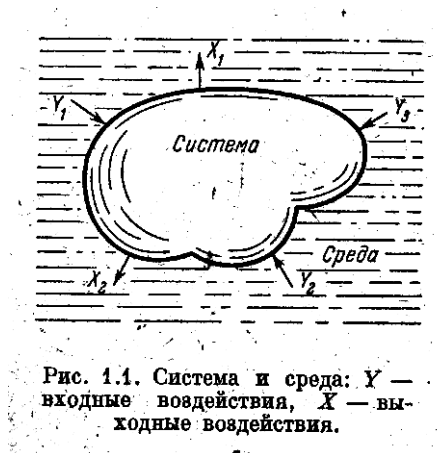
***Подредено множество елементи, взаимосвързани по между си и образуващи някакво цялостно единство**

Съществуват общи моменти в различните определения (явно или неявно включени в тях)

Общи свойства на системите:

А. Цялостност

Системата функционира като единно цяло, намиращо се във взаимодействие с околната среда (от която е изкуствено отделен за целите на изследването)



Примери: организъм, стопански организации

Б. Делимост

Системата може да се разделя по различни начини на еднородни или разнородни подсистеми

Пример: Народно стопанство

Система - подсистема - елемент

*Всяка система може да се разглежда като елемент (подсистема) на друга система от по високо ниво

*Всеки елемент на една система може да се разглежда като система от по-ниско ниво

В.Емергентност

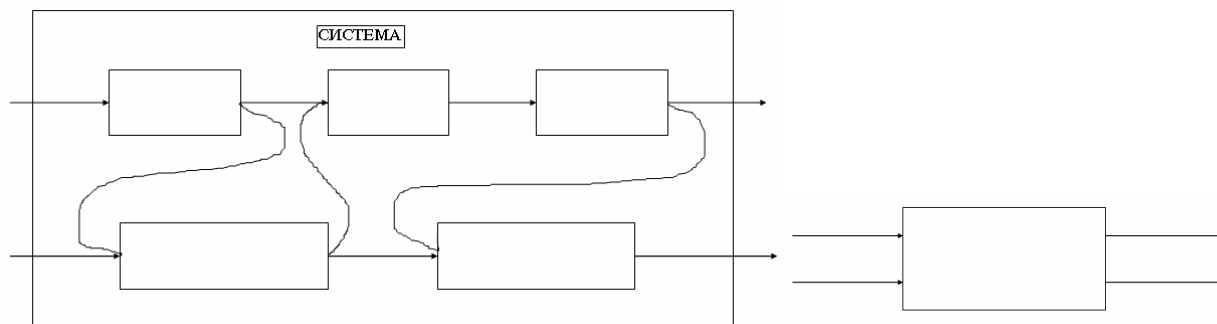
Свойствата на системата като цяло не се свеждат до свойствата на отделните елементи. Сумата от свойствата на елементите не дава свойствата на системата. Системата притежава свойства, които не са присъщи за който и да е елемент.

Г. Взаимосвързаност

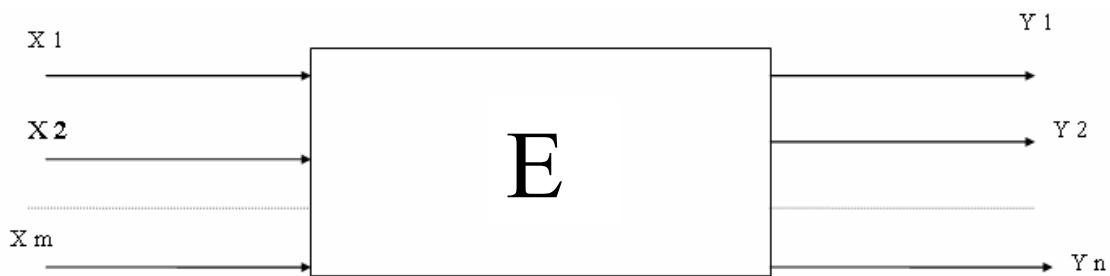
Системата е комплекс от взаимосвързани и взаимодействащи си елементи. Връзките между елементите правят множеството елементи единно цяло, т.е. система.

2.Вътрешен строеж на системите

Елемент: предмет или обект с произволна природа (материален или идеален), който в рамките на разглеждането се счита за неделима по-нататък част от системата. Всеки елемент влияе въздейства върху други елементи в системата.



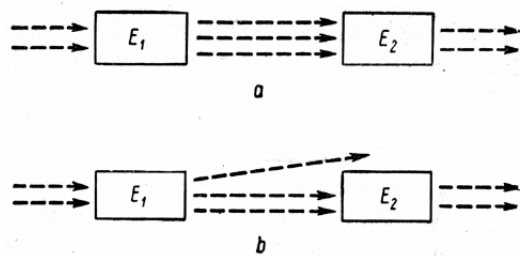
Всяко въздействие се характеризира с определени променливи величини



X входен вектор $X = (X_1, X_2, \dots, X_m)$ Y е изходен вектор $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$

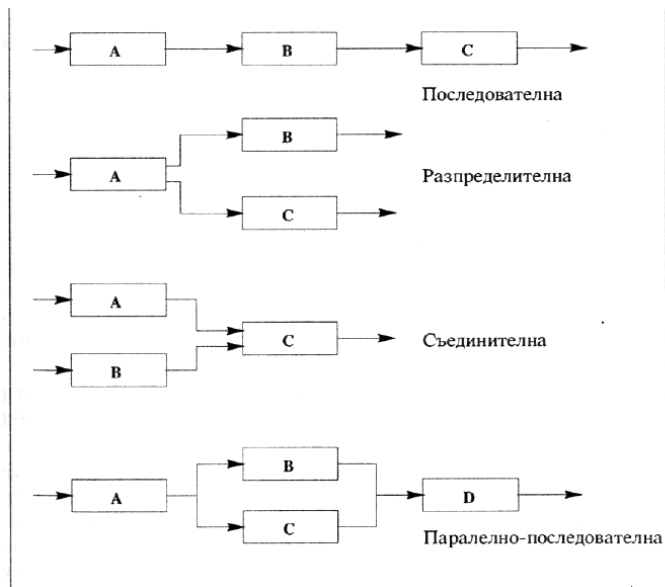
X_i, Y_j са компоненти на системата

Връзки между елементите

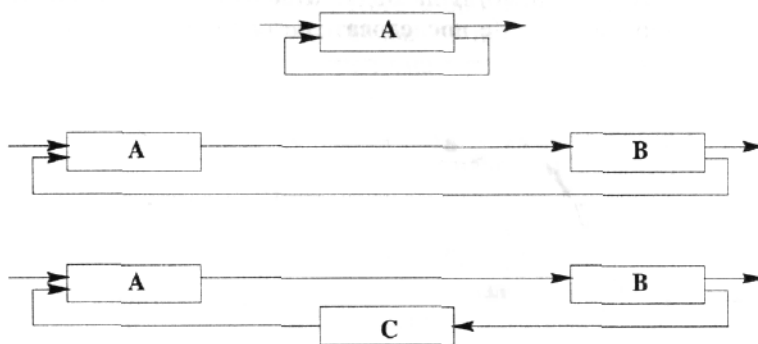


Всяка връзка отразява въздействие на един елемент върху друг елемент и се характеризира с променливи, които са изходни за единия и входни за другия елемент

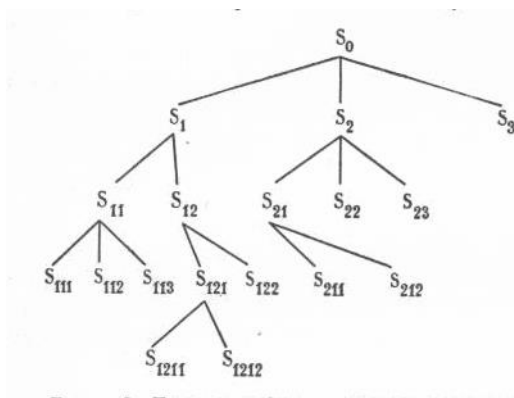
Графично изобразяване на различни видове връзки между елементите.



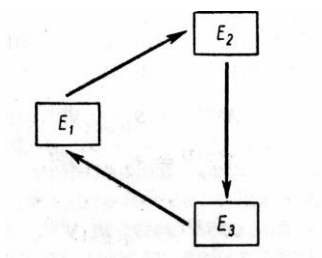
Обратна връзка



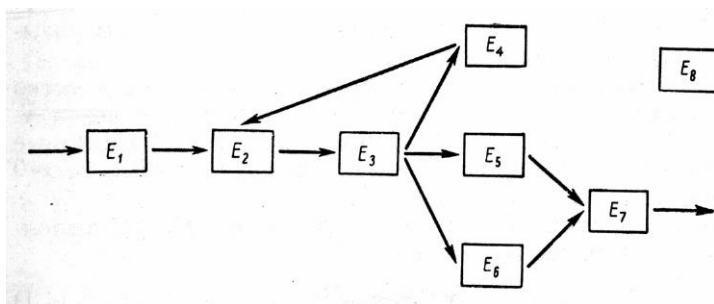
Дървовидни строго йерархични връзки



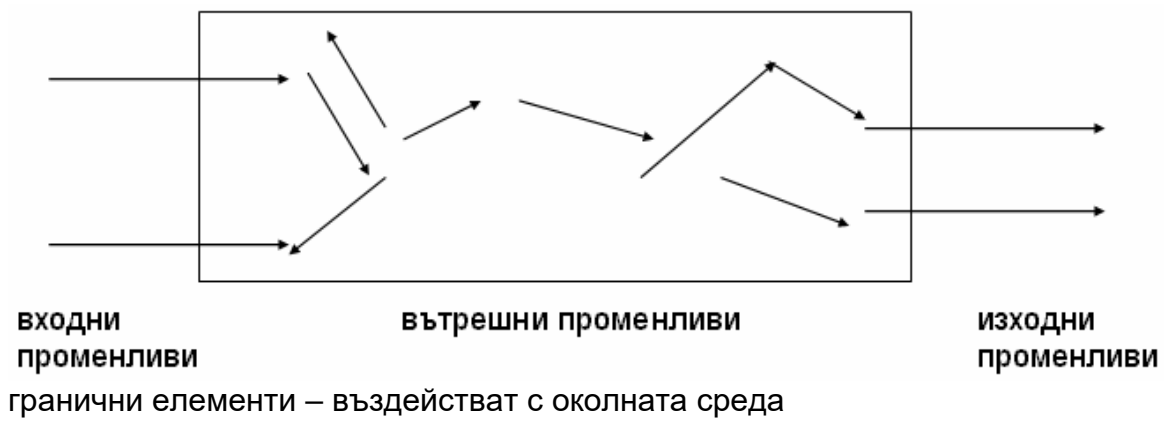
Циклични връзки



Мрежови връзки



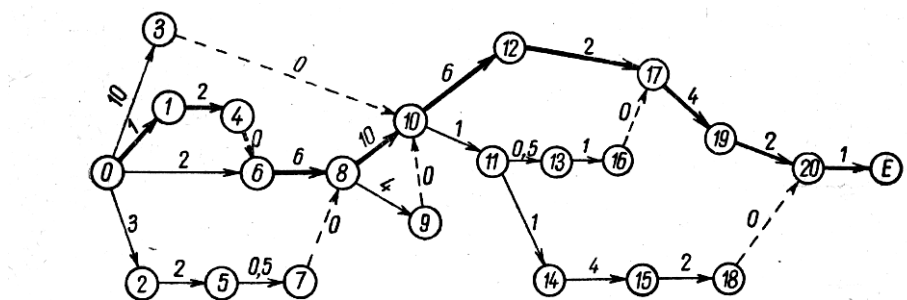
Структура на системата: мрежа от елементи и връзките между тях в дадената система



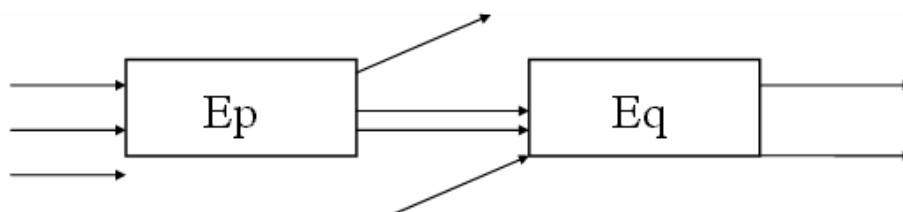
Начини за описание на структурата:

- графично
 - с блок схеми
 - с графи
 - смесено
- матрично

Граф: съвкупност от възли (точки) и свързващи ги дъги (ребра)



Матрично описание на структурата



S_{pq} матрица на връзките между вектора на изходните въздействия на елемент p и вектора на входните въздействия на елемента q

S матрица на структурата на система с N елемента

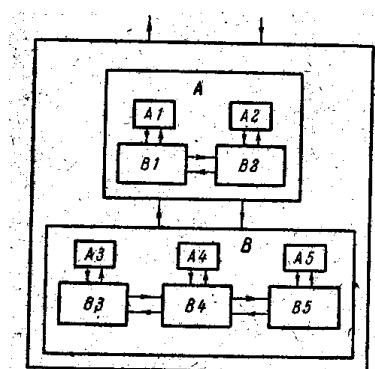
елементи: $E_1, E_2, \dots, E_p, \dots, E_q, \dots, E_n$

за всяка двойка елементи p и q съществува S_{pq}

Тогава:

$$S = \begin{vmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \dots & S_{nn} \end{vmatrix}$$

Йерархия на подсистемите: елемент \rightarrow подсистема \rightarrow система



Всяка система може да се разглежда като елемент на система от по-високо ниво.

Всичко, което се отнася за елемент-система се отнася и за подсистема-система

3. Функциониране на системите

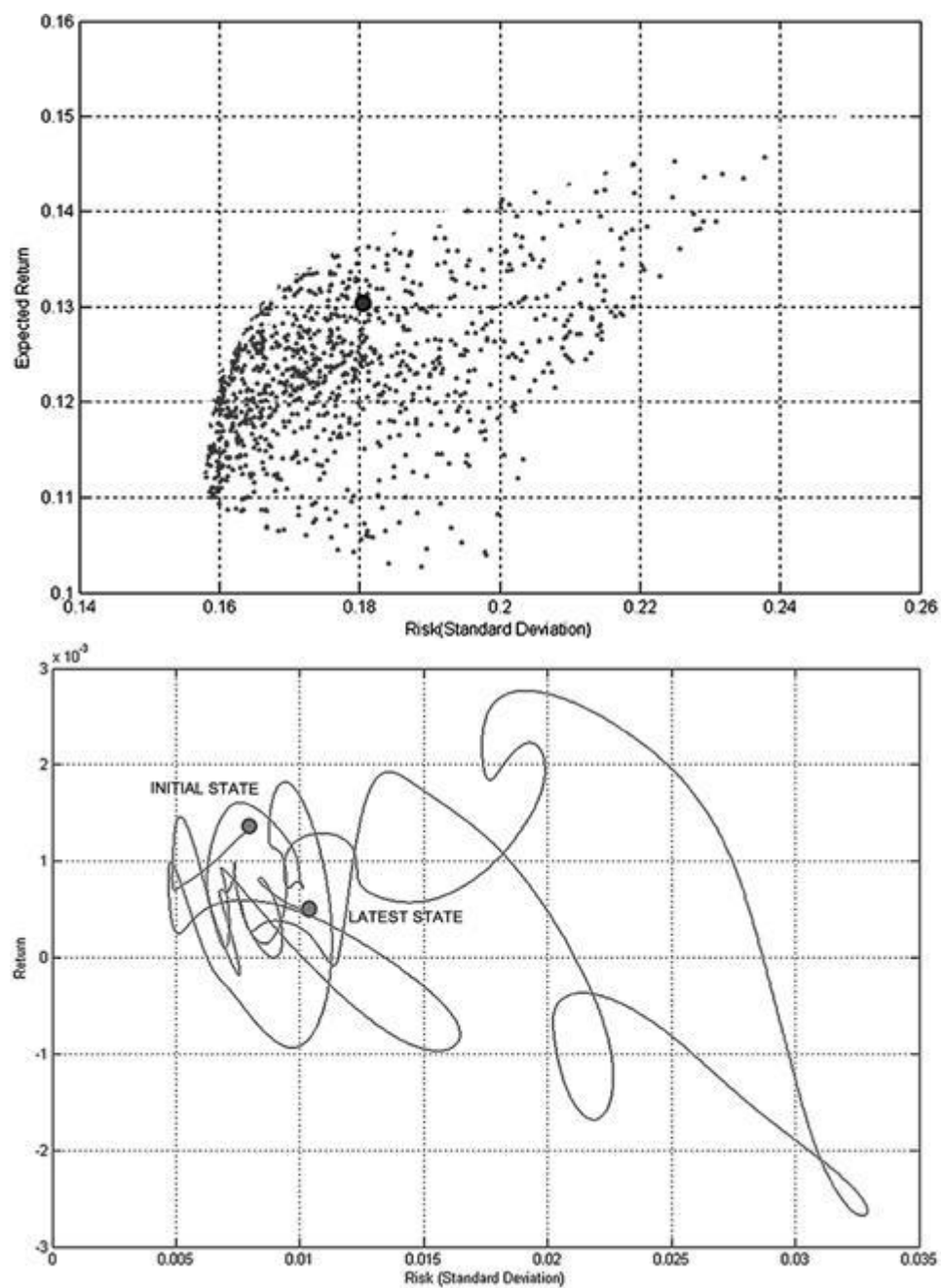
Под действие на околната среда и поради своите вътрешни свойства всяка система се изменя във времето. Това изменение може да се изразява в промяна на стойностите на характеризиращите я променливи, в промяна на вътрешните ѝ свойства или в промяна на структурата ѝ. Променливите, характеризиращи една система могат да бъдат:

входни		съществени
вътрешни	променливи	
изходни		несъществени

Състояние на системата: съвкупността от значения на съществените променливи за определен момент от време.

Поведение на системата: съвкупността от състояния на системата, заемани в последователни моменти от време

Пространство на състоянията (фазово пространство): Пространство, в което на всяка от координатните оси е съпоставена променлива от системата. Във фазовото пространство дадено състояние се изобразява с точка, а поведението с линия, наречена траектория на системата.



$X(t)$ - вектор на входните променливи

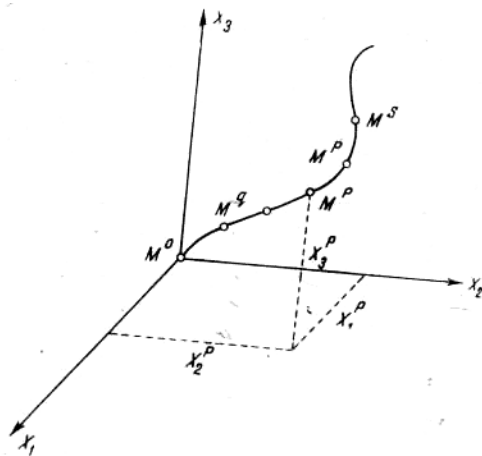
$Z(t)$ - вектор на вътрешните променливи

$Y(t)$ - вектор на изходните променливи

В общия случай всички съществени променливи могат да се изменят във времето

поведение = траектория

състояние = точка



Пространството на състоянията може да бъде непрекъснато или дискретно

Преминаване на системата от състояние в състояние т.е. поведението на системата се определя от:

- * Външните въздействия X
- * Начално състояние
- * вътрешните свойства трансформация на системата

Трансформация на системата

Правилото за преминаване на системата от едно състояние в друго състояние.

Трансформацията отразява вътрешните свойства на системата, докато векторът на входните въздействия отразява действието на околната среда.

Трансформацията на една система може да се опише:

- * словесно
- * таблично
- * графично
- * матрично
- * аналитично (с формули) $Y = T(X)$

(матрично)

T a b c d e

a 0 0 0 0 0

b 1 0 0 0 0

c 0 0 0 0 0

d 0 0 1 0 0

e 0 0 0 1 0

Мнач – множество на началните състояния

Мкр – множество на крайните състояния

Видове трансформации

(първа класификация):

- Затворена: Мкр принадлежи на Мнач
- Отворена: поне един елемент на Мкр не е елемент на Мнач

(Втора класификация):

- едностранно еднозначна: на всеки елемент от Мнач съответства само един елемент от Мкр

- взаимно еднозначна: ----“----- + на всеки елемент от $M_{кр}$ съответства само един елемент от $M_{нач}$

- нееднозначна

(трета класификация):

- крайна
- безкрайна

Получаването на трансформацията на една система във вид на формула

$Y_t = F(X_t)$ е важна задача и се нарича синтез на математическо описание (математически модел) на системата.

Характерни режими в поведението на системите

- * равновесен - равновесно състояние. Координатите на системата в пространството на състоянията не се променят

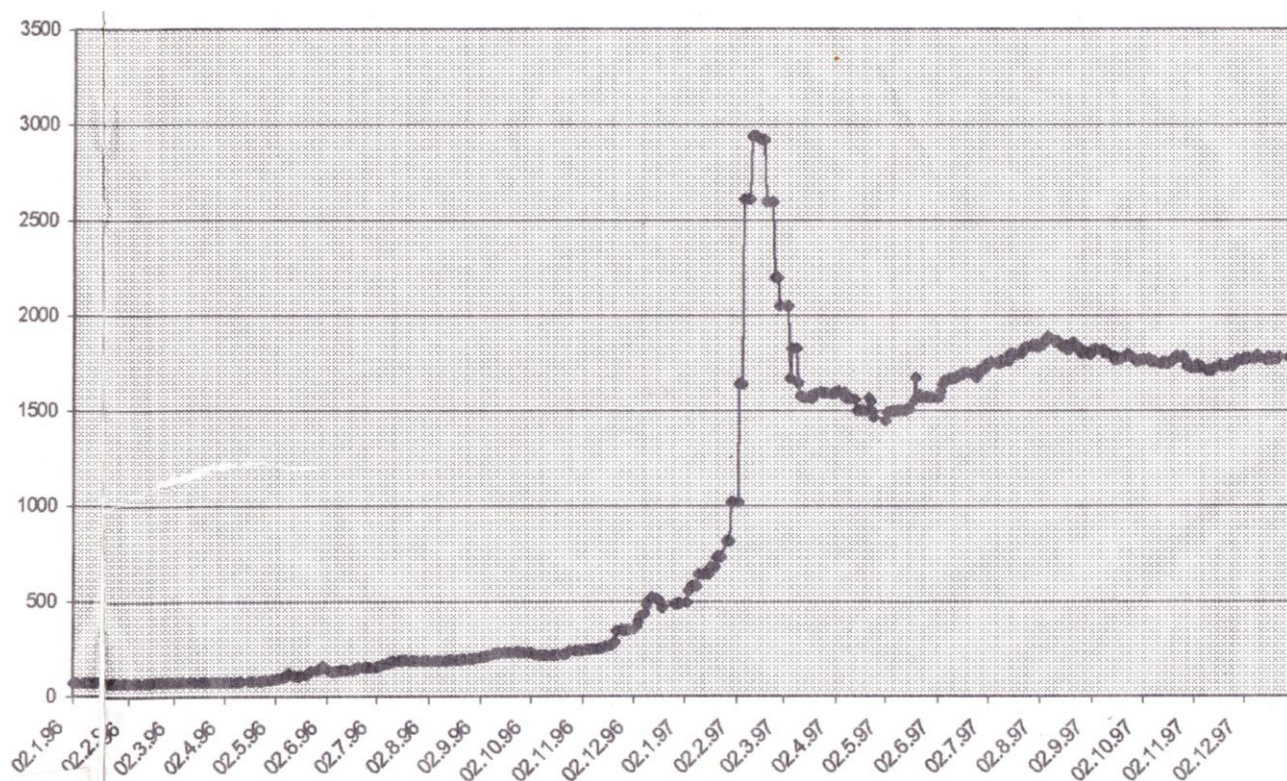
- * периодичен - периодичен режим: системата преминава през един и същи ред от състояния през равни интервали от време

- * преходен - преходен режим: преминаване на системата от едно начално състояние или един периодичен режим към друго начално състояние или периодичен режим. Преходен режим възниква при всяко изменение на входните въздействия или при вътрешни изменения в системата.

OVERLAY ▾ INDICATORS ▾ ANNOTATIONS ▾ SETTINGS ▾ 1D 1W 1M 3M 6M 1Y 3Y 5Y YTD

[?] Add a Comparison Add BFCIUS:IND Open High Low Close





4.Видове системи

- * Реални (обективно съществуващи) и абстрактни (мисловни конструкции)
- * Изкуствени (създадени от човека) и естествени (възникнали в процеса на еволюцията)
- * Прости, сложни - поддават се на точно описание; Много сложни - по принцип не могат да бъдат обхванати от изследвателя
- * Отворени (обменят вещество, енергия или информация с околната среда) и затворени (не взаимодействат с околната среда)
- * Стационарни (с постоянни във времето вътрешни свойства) и нестационарни
- * С постоянна структура и с променлива структура
- * Детерминирани (взаимодействията между елементите им е точно и еднозначно определено, т.е. имат еднозначна трансформация)

* Вероятностни (взаимодействията между елементите се базират на статистически зависимости, налице е действие на случайни фактори, имат нееднозначна трансформация)

Точно прогнозиране поведението на детерминираните системи

Прогнозиране във вероятностен смисъл

* Устойчиви и неустойчиви системи. Устойчивите системи под действие на определено външно въздействие изменят състоянието или поведението си но имат свойството да възстановяват първоначалното си състояние (поведение) след преминаване на външното въздействие>

5. Системи в стопанското управление

Най - често : много сложни

вероятностни

реални

отворени

изкуствени

В стопанското управление важно място заемат абстрактните, изкуствени системи, проследяващи модели на реални стопански системи.

СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ

1. Управлението като човешка дейност и като информационен процес.
2. Управлението от кибернетична гледна точка.
3. Система за управление.
4. Управляван обект.
5. Управляваща система.
6. Видове управляващи системи.

1. УПРАВЛЕНИЕТО КАТО ЧОВЕШКА ДЕЙНОСТ И КАТО ИНФОРМАЦИОНЕН ПРОЦЕС.

* Организационна теория за управлението

* Кибернетична теория за управлението

Взаимно се допълват и частично се конкурират

Научната формулировка и решаването на задачите за управление на такива системи като сложните производствени комплекси, въоръжените сили, икономическите системи, в които вземат участие хората, е свързана с изясняването на законите за взаимодействие на човека със заобикалящата го среда — природата и обществото. Един от най-плодотворните подходи към решението на този проблем е кибернетическият подход, при който човекът се разглежда като система, чието поведение се определя не само от вътрешната структура, но и от определени управляващи въздействия, формирани от средата.

От казаното става ясно, че задачата за целесъобразното поведение и управлението на поведението на хората в обществото е доста по-сложна, отколкото при другите системи. Работата е в това, че тази система се състои от голям брой „активни“ елементи — хора, притежаващи разум, воля и собствени цели и намиращи се в сложни статистически връзки. Целевата функция на управлението се формулира трудно, тъй като трябва да се отчетат много фактори, обусловени от големия брой „активни“ елементи. Освен това информацията за състоянието на такава система е изключително разнообразна и много трудно се събира, а за управлението я а

обществото е необходимо да се събира най-голям обем информация. Наред с достатъчно общите — „глобалните, задачи за оптимизация на функционирането на социалните структури в този кръг проблеми възникват и множество актуални задачи от частен характер. Към тях се отнасят задачите, свързани с намирането на оптимална система за стимулиране на активността на хората, обоснован избор на целесъобразен компромис между живота в обществото и интензивното му развитие. Както беше изтъкнато, оптимизацията на даден процес по някакъв критерий предполага преди всичко математическото му описание.

Следователно, когато се говори за оптимално управление на някакъв социален процес, на първо място възниква въпросът за формализацията на този процес. Освен това трябва да се подчертае, че управлението на човешкото същество от гледище на изискването за оптималност е в най-значителна степен многовариантно.

За изучаването и описването на процесите в обществото в количествени категории са предложени твърде много методи. Тези методи, общо взето, са статистически. Те дават възможност да се опишат известни процеси в човешкото общество, а на настоящия етап да се опишат основно някои икономически процеси. Много други по-сложни процеси засега не могат да бъдат описани математически. Следователно основната задача в стремежа за „научно управление на обществото“ трябва да бъде откриване и описание на общите закономерности, обхващащи основните процеси, протичащи в обществото.

В политикономията, демографията, социологията, психологията вече си пробива път моделирането с електронни изчислителни машини. То на свой ред доведе до тълкуването на много закономерности и явления в обществото с понятията на кибернетиката, до поучителни аналогии между процесите, протичащи в обществото, и функционирането и а всяка друга високо организирана система. Това доведе и до мисълта за възможностите да се използват общите принципи на кибернетиката за усъвършенстването на организацията и управлението на обществото. При това в никакъв случай кибернетиката не трябва да се свежда до „научно управление на обществото“, нито научното управление на обществото да се ограничава до кибернетиката. Трябва да се отбележи още, че кибернетиката няма претенциите да замени някоя от специалните науки, тя не претендира да бъде и „наука над науките“.

Тя е универсална от друго гледище и някои отношения напомня за математиката, въпреки че не е толкова всеобща.

Понятията, категориите и принципите на кибернетиката не принадлежат изключително нито на естествознанието, нито на социологията. Следователно тяхната употреба е напълно възможна и в единия, и в другия случай, както и в техниката. С тяхна помощ могат не само да се опишат социалните процеси и явления на езика на кибернетиката, но да се получат и нови познания за обществото, ако при това се отчетат особеностите и спецификата на информацията, управлението и обратната връзка в обществените системи.

Наред с обективните трудности при описанието на обществените процеси съществуват и субективни причини, затрудняващи прилагането и на кибернетиката, и на математиката в обществените науки.

Главната трудност се състои в широко разпространеното заблуждение, че математическите методи изцяло се свеждат до операции над количества и са непригодни за качествен анализ. Оттук следва и заключението, че поради предимно количествения характер на обществените явления математическите методи (а оттук и кибернетиката) са неприложими при изследването на обществените процеси. Веднага трябва да се отбележи, че подобни твърдения са принципно неправилни, защото математическите методи в никакъв случай не се изчерпват с количествения анализ. Освен това количественият анализ не е тъждествен с анализа на количеството. И, на трето място, математиката включва както количествения анализ на качествени отношения, така и качествен анализ на количествени отношения.

Често пъти се възразява против формализацията на обществените науки и използването на съвременните изчислителни средства, като се твърди, че получените по този начин резултати и познания ще бъдат напълно формални. Това също е невярно. И наистина, ако допуснем, че -с помощта на математическите методи и с използването на електронни изчислителни машини намираме само формалното решение на даден социален проблем, то веднага възниква въпросът: на каква база и при използването на кои средства можем да разчитаме, ако отхвърлим математиката и кибернетиката? Защото условията, необходими за решаването на определен

социален проблем чрез изчислителни машини, по принцип са условия, необходими за провеждането на едно сериозно и обективно научно изследване.

По принцип не съществуват социални проблеми, решението на които да не може да се Намери с използването на съвременните изчислителни машини, ако са изпълнени следните условия:

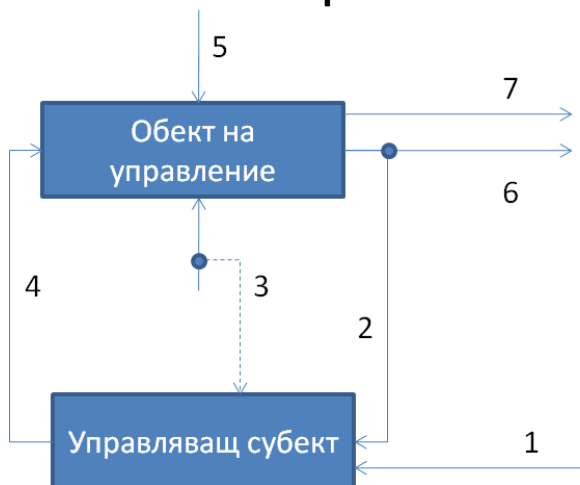
- * *такова решение реално съществува; "*
- * проблемът е формализиран, т. е. в машината са заложиени *всички правила за решаването му;*
- * в машината е вложена *цялата необходима за решението информация.*

2. УПРАВЛЕНИЕТО ОТ КИБЕРНЕТИЧНА ГЛЕДНА ТОЧКА.

2. Управление от кибернетична гледна точка

- * Управление е информационен процес (процес на получаване, съхранение, търсене и преработка на информация)
- * Управление е целенасочен процес (насочен към постигане на определена цел)
- * Управление е процес, протичащ в система за управление (кибернетична система), състояща се:

Обща схема на управление



1. Цели
2. Информация за обекта/Обратна връзка
3. Наблюдавани влияния на околната среда
4. Управляващи въздействия
5. Ненаблюдавани влияния на околната среда
6. Наблюдавани изходни променливи
7. Ненаблюдавани изходни променливи

Процесите протичащи вътре в обекта за управление са свързани с преработка на вещество, енергия и информация

Процесите, протичащи в управляваната система са свързани с преработка на информация. Веществения и енергетичен аспект на тези процеси не представлява съществен интерес.

Управлението е целенасочен информационен процес за формиране на управляващи въздействия върху обекта на управление, като:

- а) са изработени на основата на информацията за поведението на обекта
- б) са изработени с отчитане действието на околната среда
- в) са насочени към постигане на определени цели

Между отделните елементи на една система и между различните системи съществуват връзки, посредством които те си взаимодействуват. Тези връзки могат да се състоят (изразяват) в обмен на енергия или вещество между взаимодействащите елементи. Те обаче могат да бъдат и такива, че да е важно *информационното* им съдържание, т. е. сведенията, получавани от даден обект за състоянието на друг обект, а материалната форма на тези съобщения да играе второстепенна роля.

Сигнал се нарича физическият процес, представляващ материалният носител на съобщението. Средата, в която се осъществява предаването на сигналите, се нарича канал за връзка. Информационните връзки се осъществяват посредством *сигнали* циркулиращи в кибернетичните системи. Като наука, която разглежда общите закономерности, управлението и връзките в сложните динамични системи, кибернетиката се занимава с информационната същност на процесите, протичащи в тези системи.

При изучаването на системите и при установяването на единните принципи при управлението им понятието *информация* се използва твърде широко. При всички случаи обаче, трябва да се знае, че информацията не е вътрешно свойство на съобщението, а отношение между съобщението и неговия потребител. *Информацията, носена от определено съобщение, зависи от множеството, от което произлиза това съобщение.* Без наличието на потребител и съобщение е безсмислено да се говори за информация.

Задачите, стоящи пред кибернетиката, свързани с описанието на системите и възможностите за тяхното управление в най-широк смисъл са, че *кибернетиката изучава много сложните вероятностни системи* независимо от тяхното частно материално възплъщение, а от гледище на формалната им структура и тяхното поведение.

Кибернетиката като наука за управлението изучава не всички системи изобщо, а само управляемите системи. Една от характерните особености на управляемата система е способността ѝ да изменя своето движение (в широк смисъл на думата), да преминава в различни състояния под влиянието на различни управляващи въздействия. Така например окръгът като административна, икономическа или обществена система под въздействието на определено влияние може да заема определени състояния, отличаващи се от състоянията, които може да заеме при други условия и въздействия.

Съществено в случая е наличието на множество от движения и избор на предпочитаното от тях, ако става дума за управляема система. При това още веднъж ще наблегнем, че изучаването на коя да е управляема система трябва да се извършва с отчитане на връзките ѝ със средата. Ето защо може да се направи следното обобщение. *Кибернетиката изучава всички процеси на управление, но спира своето внимание главно върху много сложните вероятностни управляеми системи от гледище на поведението им при определени условия и управляващи ги въздействия.*

Такива системи ще наричаме кибернетични, като по-нататък в изложението под система ще разбираме кибернетична система.

Управление и регулиране

Вече отбелязахме, че с помощта на управляващи въздействия една система може да се приведе в някакво желано състояние. Изменението на управляващите въздействия може да се предаде чрез сигнали, носещи някаква информация към *управляваната система*. Изработването на управляващи сигнали се осъществява от *управляваща система*, свързана с управляваната система чрез определени канали за връзка. Съвкупността от управляваната и управляващата система и каналите за връзка

ще наричаме *система за управление*, следователно в системата за управление се различават две основни подсистеми: управлявана и управляваща.

Веднага трябва да се подчертае, че такова разделяне при кибернетичните системи е възможно само от функционално гледище, тъй като физическата същност на тези системи е толкова сложна, че в нея трудно могат да се обособят физическите подсистеми. Това означава, че в кибернетичната система едни и същи елементи могат да изпълняват функциите и на управляваща, и на управлявана подсистема в различни моменти от времето по силата на организацията в системата. На понятието организация от гледище на кибернетиката може да се даде следното пояснение: организацията, или подредеността на елементите на една система трябва да се разбира като състояние, при което между елементите съществува канал за връзка, т. е. информационна връзка. Това означава, че ако например при дадено състояние на елемента *A* елементът *B* може да заеме всяко едно от възможните си състояния, то от *A* в *B* няма предаване на информация (не съществува канал) и на всичките възможни двойки състояния (*A*, *B*) не е наложено ограничение. (С това може да се обясни и понятието бихевиористични **отношения** между два елемента. Бихевиористичното отношение означава **наличие** на връзка между поведението на двата елемента.)

Отчитайки изложеното, понятието управление може да се определи по следния най-общ начин. *Управлението е избрано въздействие върху управляваната система от страна на управляващата, основано на наличната информация и насочено към промяна на състоянието на управляваната система [Л4].*

* Управлението е информационен процес (процес на получаване, съхранение, търсене и преработка на информация)

* Управлението е целенасочен процес (насочен към постигане на определена цел)

* Управлението е процес, протичащ в система за управление (кибернетична система), състояща се:



Процесите, протичащи вътре в обекта за управление са свързани с преработка на вещество, енергия и информация.

Процесите, протичащи в управляваната система са свързани с преработка на информация. Веществения и енергетичен аспект на тези процеси не представлява съществен интерес.

Управлението е целенасочен информационен процес за формиране на управляващи въздействия върху обекта на управление, като:

- а) са изработени на основата на информацията за поведението на обекта
- б) са изработени с отчитане действието на околната среда
- в) са насочени към постигане на определени цели

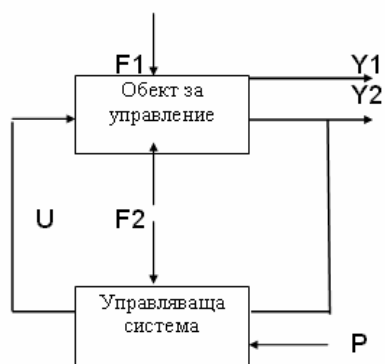
В определението на понятието управление се казва, че управлението е избрано определено въздействие. От друга страна, изборът винаги предполага наличието на някакво множество. От това гледище понятието управление се свързва с понятието регулиране. В тази връзка тук съвсем бегло ще опишем връзката и разликата между двете понятия, които в повечето случаи се отъждествяват неправилно.

От определението на понятието управление ясно личи целта на управлението - промяната на състоянието на управляваната система. Но преходът на системата от едно състояние в друго означава, че след като тя достигне новото си състояние, преходният процес ще свърши и системата ще остане известно време в това състояние. *Същността на регулирането* се състои в поддържане на управляваната система в определено състояние, т.е. получаване на определени изходни величини, докато *същността на управлението* е изборът на тези състояния в съответствие с някаква цел или критерий. Следователно процесът на управлението винаги включва

процес на регулиране, докато обратното не винаги е вярно. Освен това трябва да отбележим още, че само едно съвършено регулиране дава възможност за качествено управление. Когато процесът на регулиране не е обезпечен, изобщо не може да се говори за управление, тъй като осъществяването на целите на управлението минава през регулирането. Преди да се предприеме регулирането обаче, трябва да се дефинира точно конкретната задача, за да се определят характеристиките на съответния регулатор. Всички регулатори се подчиняват на един общ закон в кибернетиката: закона за необходимото разнообразие, който гласи [ЛЗ]: *Само разнообразие в регулатора може да намали разнообразието в управляваната система, създавано от смущенията на заобикалящата я среда.* Този закон се отнася изобщо за цялата управляваща система, от която регулаторът е само част, и може да бъде изказан по следния начин: „Само управляваща система, която сама притежава достатъчно разнообразие, може да ограничи разнообразието в управляваната система." Най-важният извод, който следва от този закон, е, че: управлението на **кибернетичната** система може да се осъществи само с много сложна управляваща система, която да е в състояние да обхване цялото множество от възможни състояния на управляваната подсистема, т. е. да може да обработва голямо количество информация.

2. СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ. ОБЩА СХЕМА.

3. Система за управление (обща схема)



$F1$ – ненаблюдавани смущаващи въздействия

$F2$ – наблюдавани смущаващи въздействия

$Y1$ – ненаблюдавани изходни променливи

Y2 – наблюдавани изходни променливи

P – цели

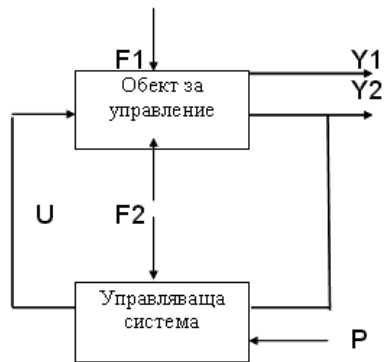
U – управляващи въздействия

Целите в пространството на състоянията могат да бъдат:

цел 1 = достигане на желано равновесие

цел 2 = навлизане в определена желана област

цел 3 = развитие по определена желана траектория



F1 – ненаблюдавани смущаващи въздействия

F2 – наблюдавани смущаващи въздействия

Y1 – ненаблюдавани изходни променливи

Y2 – наблюдавани изходни променливи

P – цели

U – управляващи въздействия

Целите в пространството на състоянията могат да бъдат:

цел 1 = достигане на желано равновесие

цел 2 = навлизане в определена желана област

цел 3 = развитие по определена желана траектория

Основният подход на кибернетиката е описване на процесите на управлението като информационни, т. е. процеси на събиране, преработка и предаване на информация независимо от същността на управляваната система. Според тази обща схема процесът на управлението може да се разглежда като последователност от следните няколко етапа:

- а) формулиране на целта на управлението и определяне на критерий за оценка на управлението;
- б) събиране на информация за състоянието на управляваната система;
- в) определяне на отклонението на управляваната система от поставената цел и формиране на решение за реализиране на подходящо управление, въздействие;
- г) свеждане (подаване) на формираното управлявано въздействие към управлявания обект.

При това тази последователност е циклична и е валидна при обекти с всякаква природа. Реализацията на процеса на управлението обаче зависи от спецификата на управляваната система и от степента на формализацията на процесите в системата. Когато процесът е напълно формализиран, възможно е и неговото систематизиране по някакъв предварително избран критерий.

Най-лесно този процес се осъществява при управлението на простите (от гледище на кибернетиката) обекти — технически и технологически системи. Протичащите тук процеси са сравнително прости, в значителна степен детерминирани и следователно лесно могат да бъдат изучени и описани на езика на математиката. Всичко това позволява в процеса на управлението да се използват машини, т. е. изредените етапи (подпроцеси) на управлението да се реализират от технически устройства. Такава система, след като получи цялата функция на управлението, формирана от субекта на управлението, който във всички случаи е човекът, по-нататък работи напълно самостоятелно, т. е. получава се *автоматично, система за управление*.

Когато обектът на управлението е по-сложен — комплекси от технически устройства, управлявани от хора, намиращи се в определени съотношения, възникват редица трудности. Тези трудности се обуславят от голямата сложност и вероятностния характер на закономерностите, описващи работата на системи от този тип. При такива

системи не е възможно всички процеси да се опишат математически и целият процес на управлението да бъде предаден на машини. Следователно не е възможно да се изгради автоматична система във вида, в който се изгражда при управлението на техническите и технологически обекти, а само някои от етапите на процеса на управлението могат да бъдат поверени на машини. Такива системи у нас е прието да се наричат *автоматизирани системи за управление (АСУ)*.

3. ОБЕКТ ЗА УПРАВЛЕНИЕ (УПРАВЛЯВАНА СИСТЕМА).

4. Обект за управление



Променливи свързани с обекта:

- входни $X(t)$
- управляващи $U(t)$
- смущаващи $F(t)$
 - наблюдавани $F2(t)$
 - ненаблюдавани $F1(t)$
- вътрешни $Z(t)$
- изходни $Y(t)$
- наблюдавани $Y2(t)$
- ненаблюдавани $Y1(t)$

* Управляващите въздействия $U(t)$

* Смущаващите въздействия $F(t)$

* Трансформацията (външните свойства) на системата T

* Началното състояние $Y(0) X(0) Z(0)$

$$Y(t) = T[U(t), F(t), Z(t)]$$

Всяко изменение на външните въздействия (управляващи или смущаващи), или на вътрешните свойства на обекта, предизвиква изменение в поведението на обекта, т.е. предизвиква преходен режим, чрез който се преминава в нов установен режим

Режими на обекта за управление:

- преходен – предизвикан от някакво изменение
- установен – установил се достатъчно съгласно след последното изменение
- свободен – обектът е оставен без външни въздействия
- принуден – под действие на външни въздействия
- равновесен
- периодичен
- устойчив
- неустойчив

преходен режим = преходен процес

Време на преминаване от един установен режим в друг = време на преходния процес ($T_{\text{прех}}$)

Статични обекти за управление – когато $T_{\text{прех}}$ е пренебрежимо малко.

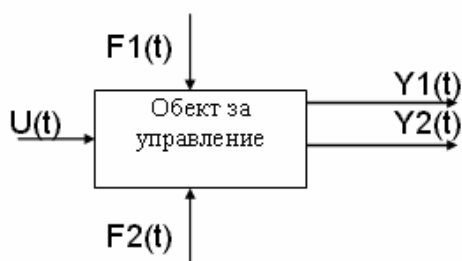
Динамични обекти – $T_{\text{прех}}$ е съществено при разглеждането на обекта

Изучаване статистиката на обекта = изучаване на установените му режими

Изучаване динамиката на обекта = изучаване на преходните му режими

Инертност на обекта за управление = свойството да се съпротивлява на изменения, породени от външни въздействия. Инертността удължава и усложнява преходните процеси

Обект на управление (управлявана система) е част от кибернетичната система



Променливи свързани с обекта:

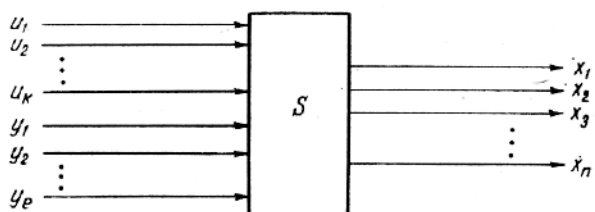
- входни $X(t)$
- управляващи $U(t)$
- смущаващи $F(t)$
 - наблюдавани $F2(t)$
 - ненаблюдавани $F1(t)$
- вътрешни $Z(t)$
- изходни $Y(t)$
 - наблюдавани $Y2(t)$
 - ненаблюдавани $Y1(t)$

* Управляващите въздействия $U(t)$

* Смущаващите въздействия $F(t)$

Изменението на състоянието на системата може да се предизвика под влиянието както на външни за системата въздействия, така и в резултат на процеси, протичащи в самата нея. Ясно е, че строго погледнато, на всяка система оказват влияние безброй много външни въздействия, но далеч не всички те са съществени. Съществени за изследователя на системата са тези, които в условията на конкретната задача силно влияят върху състоянието на системата. Тези външни въздействия ще наричаме *входни величини* (или входни въздействия, входни променливи) на системата. Физическите елементи, към които са приложени входните въздействия, се наричат входи (Понякога се разбират входните **величини**) на системата.

При решаването на задачите на управлението се различават два вида входни величини: *управляващи* и *смущаващи*. Към управляващите се отнасят такива величини, значенията на които могат да се подбират при осъществяването на управлението и с които системата може да се превежда в *желаното* състояние. Към смущаващите въздействия спадат останалите, съществено влияещи върху системата величини, които в най-общия случай се обуславят от заобикалящата системата среда. В понататъшното изложение управляващите въздействия ще означаваме с U_1, U_2, \dots, U_k , а смущаващите с Y_1, Y_2, \dots, Y_e .



Фиг. 2

Въздействието на системата върху заобикалящата я среда се характеризира с нейните *изходни величини*. Съвкупността от измененията на изходните величини определя поведението на системата, а множеството на изходните величини определя *пространството на състоянието* на системата.

Изменението на входните величини-предизвика изменение на изходните величини. На фиг. 2 схематично е показана системата S , приложените към нея входни величини и характеризиращите я изходни величини.

Още веднъж ще подчертаем, че смущаващите въздействия могат да възникнат и вътре в системата, в резултат на нарушаване на нормалната работа на някои от елементите и, но при всички случаи ще ги изобразяваме по начина, показан на фиг. 2.

„Черната кутия“

Едно от основните свойства на кибернетичните системи — много голямата им сложност, се изучава с метода на „черната кутия“. Под „черна кутия“ се разбира система, на която само входните и изходните величини са достъпни за наблюдателя, а вътрешното ѝ устройство е неизвестно. При това се оказва, че наблюдавайки реакциите на изходните величини при изменението на входните, за поведението на системата могат да се направят редица важни изводи. Такъв подход дава възможност за обективното изучаване на системи, вътрешната структура на които или е неизвестна, или е толкова сложна, че е невъзможно по поведението на отделните ѝ елементи и с използването на причинно-следствените връзки да се определи поведението на цялата система.

Във връзка с изясняване на метода на черната кутия възникват два основни въпроса:

а) когато са получени (независимо по какъв начин) данните за изходните променливи на „черната кутия“, какви операции следва да се извършват с тях, за да се получат някакви логически изводи, и

б) какво по принцип можем да научим от поведението на „черната кутия“?

Нека приемем, че „черната кутия“ и изследователят образуват сложна система. Изследователят влияе върху кутията чрез определени сигнали, а кутията въздействува (по принципа на обратната връзка) върху изследователя посредством изходните си величини. Възникващата между тях връзка се подчинява на теорията на информацията, както всяко взаимодействие между две подсистеми. На практика не съществуват граници относно начините на наблюдението на „черната кутия“ и освен това наблюдението може да продължи достатъчно дълго време. В края на краищата изследователят трябва да направи изводи от получените данни. В резултат на използването на определени входове и проведените -наблюдения над определени изходни променливи данните, могат да се получат във вид на -някакъв протокол. Този протокол може да се третира като съобщение, съдържащо информация относно

поведението на „черната кутия“. Ако от това гледище в протокола се открият някакви устойчиви свойства на „черната кутия“, то това значи, че са намерени някакви закономерни връзки! По такъв начин изучаването на системата може да се изрази със следното, а именно да се намери в протокола статистическата структура на закономерностите. Протоколът като източник на информация се характеризира с максимална ентропия и ако изследователят не намери нито една закономерност, то на него нищо друго не му остава, освен да заключи: „Единственият извод, който може да се направи за поведението на тази система, е, че то е напълно хаотично!“ Следователно всяко заключение за природата на „черната кутия“ представлява преобразуване на естетическите закономерности в протокола.

Нека предположим сега, че в протокола са открити някакви закономерности, характеризиращи поведението на системата. Ако това се опише в достатъчно ясна форма, то това означава, че протоколът просто е разшифрован и от него може да се извлече само полезната информация.

Следващият основен резултат, който може да се получи от протокола, това е отговорът на въпроса: достатъчни ли са знанията ти за текущото състояние на системата (и изходните й данни) и условията, в които тя работи (по състоянието на входовете й), за да определим какво ще бъде състоянието ѝ в следващия момент. Ясно е, че за отговора на този въпрос не е необходимо изучаване на вътрешното устройство на системата. Отговорът на въпроса дава възможност да се установи притежава ли системата постоянни вероятности характеристики, т. е. какъв е характерът на поведението ѝ.

Често при изследването на конкретната система възниква проблемът за функционалните връзки, съществуващи между отделните й елементи, и за възможностите да се състави схемата на тези връзки на базата на получения протокол. Трябва да се отбележи, че чрез данните от протокола съставянето на такава схема е възможно, но с точност до изоморфизъм. Нека изясним същността на това понятие.

Да предположим, че пред нас се намират две „черни кутии“, в които можем да погледнем. При това установяваме, че физическата същност на двете кутии е съвсем различна, но че ако на входа на едната кутия подадем определено въздействие, то подаването на еквивалентно въздействие на изхода на втората кутия предизвиква

изменение на изхода ѝ, аналогично на изменението, на изхода на първата кутия. С други думи, еквивалентността на входните въздействия в случая предизвиква еквивалентни изходни величини. Ако сега предположим, че истинските механизми на тези кутии бяха скрити за нас, то двете кутии щяха да бъдат неразличими, тъй като еднакво реагират на еквивалентни външни въздействия. При такива случаи се казва, че двете системи ся изоморфни. Всичко това означава, че чрез метода на „черната кутия“ не може да се достигне до еднозначни вътрешни връзки на изследваната система, тъй като поведението ѝ по нищо не се различава от това -на всички изоморфни на нея системи. От друга страна, единствено този метод позволява да се изучава поведението на сложните системи. Нещо повече, “теорията за „черната кутия“ е просто теорията за реалните системи, която обръща по-голямо внимание на въпроса за взаимната връзка между обекта и наблюдателя и на въпроса за информацията, която идва от обекта, и как се получава тя” (ЛЗ).

Режими на обекта за управление:

- преходен – предизвикан от някакво изменение. Преходен режим: преминаване на системата от едно начално състояние или един периодичен режим към друго начално състояние или периодичен режим. Преходен режим възниква при всяко изменение на входните въздействия или при вътрешни изменения в системата. Под *преходен режим* на динамичната система ще разбираме режима на движение на системата от някакво условно избрано начално състояние към установен режим — равновесен или периодически.- Преходният режим възниква под влиянието на входните величини (управляващи или смущаващи).
- установен – установил се достатъчно дълго след последното изменение
- свободен – обектът е оставен без външни въздействия
- принуден – под действие на външни въздействия

- **равновесен** - системата се намира в равновесен режим, ако състоянието ѝ не се мени във времето. Това състояние на системата, при което нито една от нейните координати не се мени забележимо, ще наричаме *равновесно*. В пространството на състоянията равновесните състояния се изобразяват с неподвижни точки. (В този смисъл една система може да има няколко равновесни състояния.)

- **периодичен** - периодичен *режим* на системата е този, при който системата преминава през едни и същи ред от състояния за равни интервали от време.

- **устойчив**

- **неустойчив**

преходен режим = преходен процес

Време на преминаване от един установен режим в друг = време на преходния процес ($T_{\text{прех}}$)

Статични обекти за управление – когато $T_{\text{прех}}$ е пренебрежимо малко.

Динамични обекти – $T_{\text{прех}}$ е съществено при разглеждането на обекта

Изучаване статистиката на обекта = изучаване на установените му режими

Изучаване динамиката на обекта = изучаване на преходните му режими

Инертност на обекта за управление = свойството да се съпротивлява на изменения, породени от външни въздействия. Инертността удължава и усложнява преходните процеси

Трансформацията на системата

Преминаване на системата от състояние в състояние т.е. поведението на системата се определя от:

* Външните въздействия X

* Трансформацията (вътрешните свойства) на системата T

* Началното състояние $Y(0) X(0) Z(0)$

$$Y(t) = T[U(t), F(t), Z(t)]$$

Изучавайки поведението на управляемите системи, често се налага да разглеждаме тяхното движение, т. е. изменението на състоянието им. Движението на всяка система обаче е невъзможно без процесите на превръщане и пренос на енергия или вещество. Ако изменението на състоянието на системата би се извършвало мигновено, то това означава, че запасът от енергия или вещество за безкрайно малко време е получил крайно нарастване. Това означава обаче, че мощността на потока от енергия или вещество с безкрайно голяма, което в природата е невъзможно. Следователно състоянието *-на една реална система* не може да се изменя мигновено, л протича във времето, през т. т. нар. *преходен процес*.

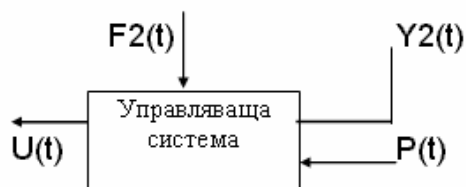
Динамична ще наричаме такава система, преходът на която от едно в друго състояние не се извършва мигновено, а протича в резултат на някакъв преходен процес [Л4]. Строго погледнато, всички реални системи са динамични. Има случаи обаче, когато продължителността на преходния процес е толкова малка в сравнение с изследвания процес, че преходният процес не оказва съществено влияние па поведението" на системата. В този случай динамичните свойства на системата могат да се пренебрегнат и да се счита, че промяната на състоянието й става мигновено).

Трансформация на системата - Правилото за преминаване на системата от едно състояние в друго състояние.

Трансформацията отразява вътрешните свойства на системата, докато векторът на входните въздействия отразява действието на околната среда.

5. УПРАВЛЯВАЩА СИСТЕМА (СУБЕКТ НА УПРАВЛЕНИЕТО).

5.Управляваща система



Основно предназначение на управляващата система: да осигури целенасочено поведение на обекта за управление при наличието на смущаващи въздействия $F(t)$ и $F(t)$

ЗАКОН НА УПРАВЛЕНИЕТО :законът за изменение на управляващите въздействия $U(t)$, осигуряващ целенасочено поведение на обекта за управление

$$U(t) = F[P(t), F(t), Y(t)]$$

Управляващата система:

1. Наблюдава поведението на обекта
2. Сравнява фактическото състояние със желаното поведение и определя различията между тях
3. Анализира тенденциите в поведението на обекта и прогнозира бъдеще му поведение, отчитайки действието на смущаващите въздействия на околната среда
4. Изработва управляващи въздействия, насочени към постигане на определени цели
5. Циклично повтарят 1-4

Във всички реални системи за управлението, съществуват ограничения от различен вид върху възможните управляващи въздействия. Област на възможните въздействия:

$U(t)$ принадлежи на Сти

Алгоритъм на управление = съвкупност от правила, по които информацията за обекта и за околната среда се преработва във управляващи въздействия.

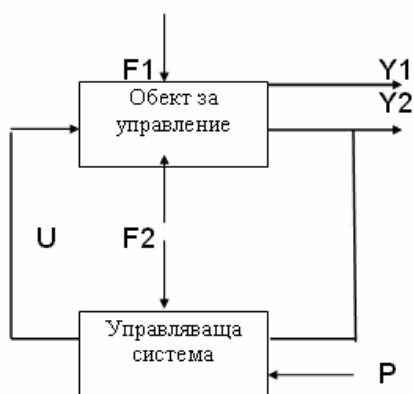
От определението на понятието управление ясно личи целта на управлението - промяната на състоянието на управляваната система. Управлението на **кибернетичната** система може да се осъществи само с много сложна управляваща система, която да е в състояние да обхване цялото множество от възможни състояния на управляваната подсистема, т. е. да може да обработва голямо количество информация.

Управляваща система

Управляваща подсистема е всеки физически обект (мозък, машина, жив организъм, колектив от хора), който целенасочено преработва информация, изработва и предава разпоредителна информация до изпълнителните органи.

6. ВИДОВЕ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ.

6. Видове системи за управление



* Отворени системи за управление (системи със твърдо управление)



Предполага се че $F_1(t) \sim 0$

Не се използва информация за поведението на обекта при изработване на управляващите въздействия

Пример: автоматичен светофар; парно отопление

Отворени системи за управление с отчитане на наблюдаемите смущения

* Затворени системи за управление (системи с обратна връзка)

Позволяват да се достигнат целите на управлението дори и при интензивни наблюдаеми смущаващи въздействия

$$U(t) = U [P(t) Y(t) F_2(t)]$$

Система за регулиране $P(t) = \text{const}$

Цел: Поддържане състоянието на обекта

Пример: електроенергийна система

Следяща система $P(t) = \Phi(t)$ - неизвестна функция на времето

Цел: Поведението на обекта трябва да следва предварително неизвестното поведение $P(t)$

Пример: управлението на зенитен огън

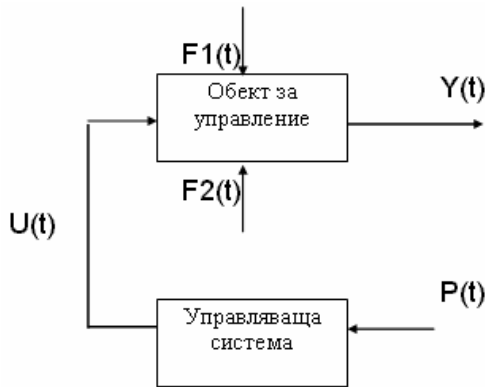
Система с програмно управление $P(t) = A(t)$ - предварително известна функция на времето

Цел: Движение на обекта по определена (желана) траектория

Затворени системи с отчитане наблюдаваните смущения (комбинирани системи)...

Видове системи за управление

* Отворени системи за управление (системи със твърдо управление)



Предполага се че $F1(t) \sim 0$. Не се използва информация за поведението на обекта при изработване на управляващите въздействия. Пример: автоматичен светофар; парно отопление

* Отворени системи за управление с отчитане на наблюдаемите смущения

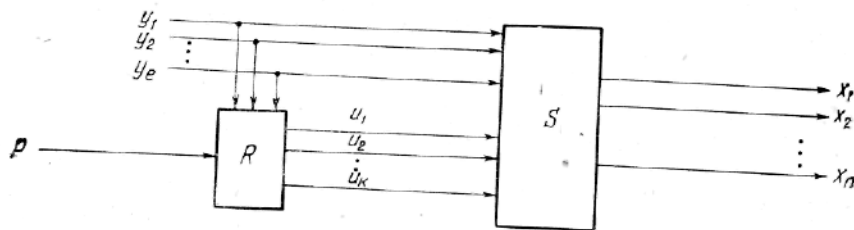
От определението на понятието управление е ясно, че свойствата на системата за управление съществено зависят от източниците, от които информацията постъпва в управляващата подсистема за формиране на сигналите за управление, и при какви условия тази информация може да бъде преработена от управляващата подсистема. Разглеждането на тези два въпроса ще помогне за изясняването на информационната същност на управлението.

Въпросът за източниците на информацията е свързан с понятията обратна връзка, отворена и затворена система. Нека най-напред разгледаме такава система, в която информацията, постъпваща в управляващата подсистема, не включва сведения за състоянието на управляваната подсистема (фиг. 3).

Принцип на компенсацията

На фиг. 3 управляващата система е означена с R а управляваната със S. Във входната за R информация влизат смущаващите въздействия $U_1 \dots U_e$ и програмата P за последователността на изменение на управляващите въздействия. Ясно е, че по

този начин могат да се управляват само прости детерминирани системи, при които сравнително лесно може да се опише зависимостта между X , U и Y и на базата на тази зависимост да се състави програма (Програмата за извършване на определени действия се нарича още алгоритъм. Ето защо по-нататък ще употребяваме и понятието алгоритъм на управлението.) за управление P , която да осигури желаните стойности на X — стойностите X_0 .



Фиг. 3

Системи, в които за формиране на управляващите въздействия не се използва информация за значението на изходните величини на управляваната система, се наричат *отворени системи за управление* (на фиг. 3 е показана структурната схема на отворена система за управление). Същността на такива -системи се състои в това, че алгоритъмът за управление, реализиран от R , се основава на идеята за компенсация на смущенията: за всяко смущение Y , се подбира такова значение U_i което да компенсира влиянието на Y върху X . Следователно по същество R трябва да разполага с информация за *влиянието* на смущаващите величини, а не за самите смущаващи величина. Оттук може да се заключи, че управлението може да се организира и по друг начин — чрез контролиране на отклоненията на изходните величини от някакви предварително зададени. При това сведенията, получавани за състоянието на управляемата система, по същество отразяват влиянието на смущаващите въздействия, но са получени по друг начин.

Затворени системи за управление (системи с обратна връзка)

Принцип на обратната връзка

Позволяват да се достигнат целите на управлението дори и при интензивни наблюдаеми смущаващи въздействия. $U(t) = U [P(t) Y(t) F_2(t)]$

Система за регулиране $P(t) = \text{const}$. Цел: Поддържане състоянието на обекта.

Пример: електроенергийна система

Следяща система $P(t) = \Phi(t)$ - неизвестна функция на времето. Цел:

Поведението на обекта трябва да следва предварително неизвестното поведение $P(t)$.

Пример: управлението на зенитен огън

Система с програмно управление $P(t) = A(t)$ - предварително известна функция на времето. Цел: Движение на обекта по определена (желана) траектория

Затворени системи с отчитане наблюдаваните смущения (комбинирани системи)

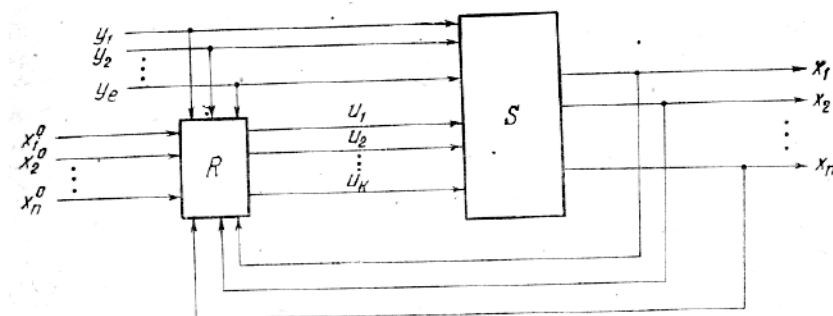
Оптимални системи. Оптимална траектория = най-добра от всички възможни по смисъл на определен критерий за оптималност

Принцип на обратната връзка

Система, в която за формиране на управляващите въздействия се използва информация за значенията на управляваните величини, т. е. за състоянието на S , се нарича *затворена система за управление*, схемата на която е показана на фиг. 4. Названието затворена система произтича от наличието на затворен контур, свързващ двете подсистеми.

Общо казано, значенията $X^0_1, X^0_2, \dots, X^0_n$ могат да се формират и от самата управляваща система, но за по-голяма яснота те се изобразяват по показания начин.

Връзката между изходите на подсистемата S и входовете на подсистемата R се нарича *обратна връзка*, а връзката между изходите на R и входовете на S *права връзка*.

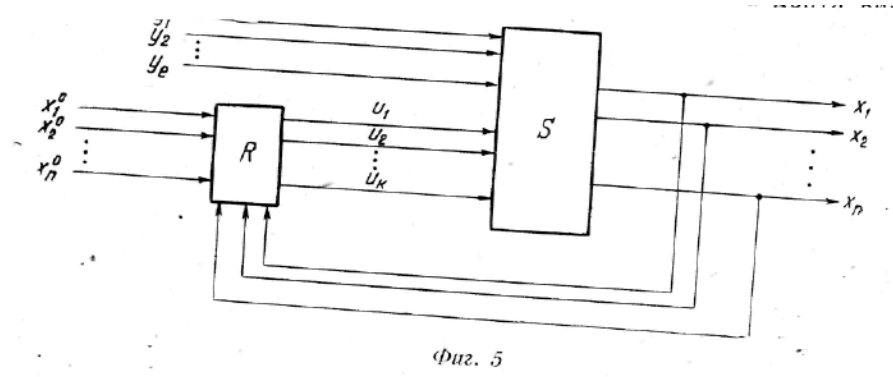


Обратната връзка е едно от най-важните понятия на кибернетиката, Това понятие съдейства да се разберат много явления, протичащи в системите за

управление на различни процеси — биологични, икономически, технически, социален и т. н.

Ясно е, че за управлението на кибернетични системи, т. е. много сложните вероятностни системи, обратната връзка е единственият ефективен механизъм, защото само посредством нея може да се намали разнообразието в управляваната система, т. е. да се получи информация за нейното състояние. Голяма част от тази информация не може да бъде зададена „априори“, т. с. преди процеса на управлението, защото системата е вероятностна и при едни и същи входни въздействия нейното поведение може да бъде различно. В това се състои и преимущество на затворените системи — при тях може да се обезпечи достигане на желаното състояние на S , когато смущаващите въздействия са много и не всички могат да бъдат измерени, а също така и в случаите, когато не е известно влиянието на входните въздействия върху изходните величини на управляваната система. Посредством обратната връзка се обезпечават възможността изобщо да се управлява една много сложна система, т. е. обратната връзка решава проблемите на второто основно свойство на кибернетичните системи — тяхната управляемост.

Известни преимущества имат и отворените системи и те се състоят в това, че управляващите въздействия се изменят веднага в съответствие с измененията на смущаващите въздействия, и то преди още смущенията да успеят да променят съществено значенията на управляваните величини.



Използването на изложените преимущества на двата вида системи (отворени и затворени) може да се реализира с комбинирани системи за управление (фиг. 5).

Управление и регулиране

В определението на понятието управление се казва, че управлението е избрано определено въздействие. От друга страна, изборът винаги предполага наличието на някакво множество. От това гледище понятието управление се свързва с понятието регулиране. В тази връзка тук съвсем бегло ще опишем връзката и разликата между двете понятия, които в повечето случаи се отъждествяват неправилно.

От определението на понятието управление ясно личи целта на управлението - промяната на състоянието на управляваната система. Но преходът на системата от едно състояние в друго означава, че след като тя достигне новото си състояние, преходният процес ще свърши и системата ще остане известно време в това състояние. *Същността на регулирането* се състои в поддържане на управляваната система в определено състояние, т. е. получаване на определени изходни величини, докато *същността на управлението* е изборът на тези състояния в съответствие с някаква цел или критерий. Следователно процесът на управлението винаги включва процес на регулиране, докато обратното не винаги е вярно. Освен това трябва да отбележим още, че само едно съвършено регулиране дава възможност за качествено управление. Когато процесът на регулиране не е обезпечен, изобщо не може да се говори за управление, тъй като осъществяването на целите на управлението минава през регулирането. Преди да се предприеме регулирането обаче, трябва да се дефинира точно конкретната задача, за да се определят характеристиките на съответния регулатор. Всички регулатори се подчиняват на един общ закон в кибернетиката: закона за необходимото разнообразие, който гласи [ЛЗ]: *Само разнообразие в регулатора може да намали разнообразието в управляваната система, създавано от смущенията на заобикалящата я среда.* Този закон се отнася изобщо за цялата управляваща система, от която регулаторът е само част, и може да бъде изказан по следния начин: „Само управляваща система, която сама притежава достатъчно разнообразие, може да ограничи разнообразието в управляваната система." Най-важният извод, който следва от този закон, е, че: управлението на **кибернетичната** система може да се осъществи само с много сложна управляваща система, която да е в състояние да обхване цялото множество от възможни състояния на управляваната подсистема, т. е. да може да обработва голямо количество информация.

Оптимални системи

Оптимална траектория = най-добра от всички възможни по смисъл на определен критерий за оптималност

Критерий за оптималност = функционал зависещ от съществените променливи на системата

$$J = J [P(t) U(t) F(t) Y(t)]$$

$$J \rightarrow \min; J \rightarrow \max$$

$U(t)$ принадлежи на Σ

J характеризира ефективността на управляването от определена гледна точка (в определен смисъл)

Оптимален закон (начин) за управление:

$U_{opt}(t)$ – съвкупност от управляващи въздействия, удовлетворяващи съществуващите ограничения и осигуряващо екстремална стойност на J

$$U_{opt}(t) \text{ принадлежи на } \Sigma \text{ ? } J [U_{opt}(t)] = \text{extr}$$

Оптимална е траекторията, по която се движи системата ако $U(t) = U_{opt}(t)$

Оптимално поведение ; оптимална стратегия

Оптималност= единственост в определен смисъл

Оптималното поведение по един критерий не е оптимално по друг критерий

Многокритериални оптимизационни задачи

Противоречие между различните критерии за оптималност

Област на Парето

Принцип на външното допълнение

Управление близко до оптималното (субоптимално управление)

Оптимално управление

Във всички реални системи за управление, съществуват ограничения от различен вид върху възможните управляващи въздействия. Област на възможните въздействия:

$U(t)$ принадлежи на St

Алгоритъм на управление = съвкупност от правила, по които информацията за обекта и за околната среда се преработва във управляващи въздействия.

Дотук формулирахме общата цел на управлението и свързаните с него понятия за система и състояние на системата. Много често обаче се казва, че под въздействието на управлението системата преминава в по-добро (в определен смисъл) състояние от това, в което тя би се намирала при отсъствие на управляващи въздействия. Нека изясним в какъв смисъл се употребява думата „по-добро“. Когато става дума за система, създадена от човека и използвана за осъществяването на неговите цели, то по-доброто състояние се свързва именно с тези цели и означава „по-добро състояние по отношение на целите“ на създателя на системата. В природата съществуват обаче *естествени системи*, функциониращи независимо от волята на човека. Такива са например всички биологични системи за управление. И при тях понятието по-добро поведение (състояние) има определен смисъл, който е свързан с влиянието, което изпитва системата от заобикалящата я среда. Оценката за поведението на такива системи отразява взаимоотношението им със средата. Следователно по-добро за системата е това поведение, което в общия случай й обезпечава по-голяма независимост от средата. За да се сравняват различните състояния на управляваната система и от тях да се отделят по-добрите, необходимо е да разполагаме с някаква мярка, характеризираща ефективността на управлението. Такава мярка се нарича критерий за ефективност.

Ясно е, че в зависимост от конкретната система и условията, в която функционира тя, за критерии могат да служат: различни величини. Съществено в случая е, че на всяко управление съответствува определено значение на избрания критерий. Задачата на *оптималното управление* се състои в избора и реализацията на такова управление, което обезпечава: най-изгодно (в определен смисъл) значение на

критерия. При това трябва да се знае, че управляващите въздействия могат да се изменят само в определени граници, наречени *област на допустимо управление*. Нарушаването на тези граници може да доведе до разрушаване на управляваната система и затова те до голяма степен зависят от нейната специфика. Ето защо оптималното управление се избира от множеството на допустимите управляващи въздействия.

Изобщо под оптимално управление се разбира такава съвкупност от управляващи въздействия (в границите на допустимите), която обезпечава най-изгодното значение на критерия за оптималност.

Самоусъвършенстващи се системи

Ако обекта за управление сам по себе си е сложна система, неговите характеристики (външни, нелинейни, инертност, динамика и др) не са известни в момента на създаване на управляващата система, т.е. тя се създава при недостиг на априорна (първична) информация

Същото се отнася и за свойствата на околната среда

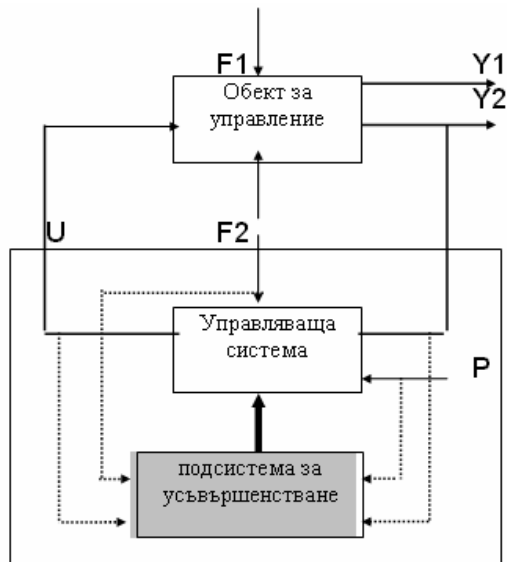
Освен това стопанските обекти най-често са и нестационарни, т.е. техните вътрешни свойства и структури се променят във времето

Недостигът на априорна информация води до това, че управляващата система на може да бъде постоянна, така че да осигурява ефективно управление при всички възможни бъдещи ситуации. Решение на този проблем е самоусъвършенстващи се системи за управление, т.е. управляващата система трябва да има способността да се изменя във хода на своето функциониране така, че да се приспособява (адаптира) към изменящите се свойства на обекта за управление и на околната среда. При това тя натрупва информация относно процеса на управление в миналото (до момента) и използва тази информация за самоусъвършенстване

Самоусъвършенстващи се системи:

- самообучаващи се – изменят параметрите си при постоянна вътрешна структура

- самоорганизиращи се – изменят вътрешната си структура по целесъобразен начин



Йерархични системи за управление



Управляващата система от по-горно ниво:

1. Наблюдава поведението и оценява качеството на процеса на управление в системите от по-ниско ниво
2. Изработва управляващи въздействия, които могат да бъдат цели или критерии за системите от по-ниско ниво
3. Прави целесъобразни усъвършенствания в системите от по-ниско ниво (само ако това се налага!)

Нива в системата за управление

Структурни преобразувания в системите за управление

