

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.....	3
FƏSİL I. XAOTİK SİSTEMLƏRİN İDARƏEDİLMƏSİNİN NƏZƏRİ- METODOLOJİ ƏSASLARI.....	6
1.1. Xaotik sistemlərin əsas xüsusiyyətləri.....	6
1.2. Sinergetika üsulların əsasları	15
FƏSİL II.XAOSUN İDARƏEDİLMƏSİ ÜSULLARI.....	25
2.1. Xaotik sistemlərin idarədilməsi.....	25
2.2. Xaotik proseslərin idarəetmə məsələləri.....	31
2.3. Xaotik proseslərin idarəetmə üsulları	36
FƏSİL III.SİNERGETİK İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNİN İQTİSADİYYATDA ROLU.....	40
3.1. Sinergetik iqtisadiyyat və onun əhəmiyyəti.....	40
3.2. Sinergetik idarəetmə sistemləri.....	52
3.3. Xaos əsaslı şifrələmə metodu və onun analizi	62
3.4. Sinergetik yanaşmanın regional idarəetmədə rolu.....	71
NƏTİCƏ.....	76
ƏDƏBİYYAT SİYAHISI	79

GİRİŞ

Xaotik sistemlərlə çox tez-tez rastlaşırıq, məsələn, elektron dövrlərində, mexaniki sistemlərdə, biologiyada-populasiya dinamikasında və s. Ətrafımızda xaotik hərəkətlərin geniş yayılmasına baxmayaraq, müxtəlif sistemlərdə xaos bir qayda olaraq alim və mühəndislər tərəfindən nəzərə alınmırdı. Xaosu bir xəta kimi baxılır və bu xətanın aradan qaldırılmasına çalışırdılar. Müasir dövrdə isə xaos elmi-tədqiqatların çox mühüm sahəsi və yeni texnologiyanın əsası kimi müəyyənləşdirilmişdir.

Mövzunun aktuallığı: Təyyarənin qanadında baş verən gözlənilməz rəqslər, küləyin təsiri altında körpülərdəki hərəkət, müəyyən trayektoriya üzrə uçan vasitələrin idarəedilməsində qeyri-stabillik və s. - bütün bunlar potensial təhlükəli və dağıdıcı xaotik modellərdir. Bu şərtlərin mümkünlüyü qəbul edildikdən sonra mühəndislər onun təyin edilməsi və proqnozlaşdırılması ilə məşğul olurlar.

Bəs onda sual oluna bilər ki, xaos nədir?

Çox maraqlıdır ki, xaosun ümumi qəbul edilmiş bir tərifinə yoxdur. Amma xaos qatışıqlıqda qayda-qanun, təsadüflükdə müntəzəm təsvirlər kimi – bu aşkar paradokslar xaotik sistemlərin özəyini təşkil edir. Digər formada desək, xaos deterministik qeyri-xətti sistemlərdə təsadüfi hərəkətdir. Qeyri-səlis dinamik sistemlərdə xaotik hərəkəti nəzərə alsaq, onda bu tərif çox şərti olar.

Alim və mühəndislər uzun müddət xaotik sistemlərin fəaliyyətini və məzmununu başa düşə bilmirdilər, ona görə də qeyri-xətti sistemləri xətti sistemlərlə approksimasiya edirdilər.

Fiziki sistemlərdə əhəmiyyətli dərəcədə qeyri-xəttiliyin mövcudluğuna baxmayaraq bəzi hallarda onların approksimasiyası mümkündür. Xətti sistemlərin tam fəaliyyətini bütövlükdə öncə görmək mümkün olduğu halda, qeyri-xətti sistemlərdə bu mümkün deyil. Xətti sistemlərin zamana görə davranışı həlləri qapalı formaya malik olan diferensial tənliklər sistemi ilə vasitəsilə təsvir edilir. Qeyri-xətti sistemlər belə həllə çox az halda malik olur. Xətti sistem ancaq 3 tip attraktora malik olur:

- Qeyd olunmuş nöqtə ilə;
- Dövrü attraktor;
- Kvazidövrü attraktor.

Qeyri-xətti sistemlərdə mümkün hərəkətlər çoxcalaqlı və mürəkkəbdir. Xətti sistemlərdən fərqli olaraq, qeyri-xətti sistemlər xaotik rejimlərə (attraktorlara) malik olurlar.

Tədqiqatın məqsədi sinergetik yanaşma əsasında müxtəlif tipli xaotik sistemlərin öyrənilməsi, riyazi modelinin qurulması və analizi, həmçinin dinamik sistemlərdə yaranmış xaos zamanı sabitləşmə rejimlərinin öyrənilməsi və təhlil olunmasıdır. Bundan başqa xaotik sistemlərin və xaotik proseslərin idarəedilməsi üsullarının tədqiqi və təhlili də aparılmış tədqiqat işinin məqsədlərindən biridir.

Məqsədə çatmaq üçün dissertasiya işində aşağıdakı vəzifələr nəzərdə tutulmuşdur:

- Xaotik sistemlərin əsas xüsusiyyətlərinin öyrənmək;
- Sinergetika üsulların əsaslarının tədqiq etmək;
- Xaotik sistemlərin idarəedilməsi üsullarını təhlil etmək;
- Xaotik proseslərin idarəetmə məsələlərini müəyyən etmək;
- Xaotik proseslərin idarəetmə üsullarını təhlil etmək;
- Sinergetik idarəetmə sistemlərinin iqtisadiyyatda rolunu müəyyən etmək;
- Sinergetik iqtisadiyyat və onun əhəmiyyətini müəyyən etmək;
- Sinergetik idarəetmə sistemlərini təhlil etmək;
- Sosial iqtisadi sistemlərdə sinergetik idarəetmənin səmərəli model konstruksiyaları işləmək.

Tədqiqatın informasiya mənbələri xaos nəzəriyyəsi əsasında bir sıra istiqamətlərdə aparılmış tədqiqatları özündə əks etdirən ədəbiyyatlar və internet resurslarıdır. Bu elmi ədəbiyyatların siyahısı dissertasiya işinin sonunda göstərilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi aşağıdakılardan ibarətdir:

- Xaotik sistemin idarəedilməsi problemləri müəyyən edilmişdir;

- Xaotik proseslərin qiymətləndirilməsi ilə əlaqəli məsələlər müəyyən edilmişdir;
- Xaotik sistemlərin idarəedilməsi məsələlərində sinxronizasiya səmərəsinin istifadəsi təhlil edilmiş və sinxronizasiya modelinə baxılmışdır;
- Sinergetik iqtisadiyyat və onun əhəmiyyəti təhlil edilmişdir;
- Sosial iqtisadi sistemlərdə sinergetik idarəetmənin səmərəli model konstruksiyaları verilmişdir;
- Xaotik dinamikalı qeyri-xətti mürəkkəb idarəetmə məsələlərinin həll edilməsi üçün sinergetik üsulların tətbiqi məsələləri təhlil edilmişdir;
- Xaos əsaslı şifrələmə metodu və analizi verilmişdir;
- Sinergetik idarəetmə sistemlərinin iqtisadiyyatda rolu istiqamətində tövsiyə və təkliflər hazırlanmışdır;

Dissertasiyanın quruluşu və həcmi: Dissertasiya işi giriş, 3 fəsil və nəticədən ibarətdir. 1-ci fəsildə xaotik sistemlərin idarəedilməsinin nəzəri-metodoloji əsasları istiqamətində aparılmış tədqiqat və araşdırmalar öz əksini tapmışdır. 2-ci fəsildə xaotik proseslərin, xaotik sistemlərin idarəedilməsi məsələlərinə baxılmışdır. 3-fəsil isə sinergetik idarəetmə üsullarının regional idarəetmədə və iqtisadiyyatda əhəmiyyəti mövzularına həsr edilib.

FƏSİL I. XAOTİK SİSTEMLƏRİN İDARƏEDİLMƏSİNİN NƏZƏRİ- METODOLOJİ ƏSASLARI.

1.1.Xaotik sistemlərin əsas xüsusiyyətləri.

“Xaos” anlayışı başlanğıcda yüksək həssaslığı olan və görünüş etibarilə geniş güc spektrumuna malik olan qarma-qarışıqlıq kimi başa düşülə bilər. Elm sahəsində ilk dəfə Fransız filosof Henry Poincare tərəfindən XX-ci əsrin əvvəllərində astronomik araşdırmalar zamanı, qarmaşlıq bir sistemin qərarlılığı ilə bağlı olan tədqiqat zamanı istifadə edilmişdir.

Sistemdə başlanğıc şərtlərdə çox kiçik fərqlər nəticədə böyük fərq yaradır və bu fərqi tənzimləmə bilməsi çətinlik yaradır. Xaotik olmayan dinamik sistemlərdə parametrlərin çox kiçik fərqlə dəyişməsinin nəticəsi sistemdə xaosun yaranmasına səbəb olur. Müasir dövrdə xaotik hərəkətin, xaosun analizi iqtisadiyyat, kimya, biologiya, tibb, metrologiya və s. kimi bir çox sahələrdə aparılır.

Xaos nəzəriyyəsindən istifadə etməklə metrologiyada karbonun emissiyasının, iqlim dəyişkənliyinin global istiləşməyə necə təsir edəcəyini, iqtisadçılar faiz dərəcələrinin, birjalarda meydana gələn dalğalanmaların iqtisadiyyata təsirini, seysmoloqlar seysmik dalğalanmanın zəlzələ müddətinə təsirini, bioloqlar isə təbii şəraitdə nəslə tükənməkdə olan bir növün populyasiyasının necə dəyişəcəyini öyrənirlər.

Xaos mövzusunda ilk elmi tədqiqat 1963-cü ildə meteoroloq Lorenzin mayelərdəki xaotik hərəkət ilə bağlı olan araşdırmasıdır. 1970-ci illərdən başlayaraq xaotik analizdə yeni üsullardan istifadə edilməyə başlanılıb. 1971-ci ildə Ruelle və Takens mayelərdəki xaotik hərəkəti “strange attractor” (qəribə attraktor) anlayışı ilə izah etməyə çalışıblar [5]. Greick tərəfindən xaosun strukturunda yarana biləcək və ya yaradıla biləcək nizamlı hərəkətlə bağlı tədqiqat aparılmışdır. İlkin şərtlərdə xaotik həllə yaxın olan başqa qrup üçün həll əvvəlki həllərdən eksponent olaraq fərqli zaman aralıklarında uzaqlaşır. Bu uzaqlaşmanın ölçüsü Lyapunov eksponenti olub, müsbət bir Lyapunov eksponenti xaotik, mənfi isə nizamlı bir hərəkət meydana gətirir. Sinusoidal olaraq diskret və təkrarlanan davranışların analizində klassik

metodların effektivliyi Thomson və Stewart tərəfindən qeyd edilmişdir. Qeyri-xətti dinamik sistemlərdə təsadüfi və təxmin edilə bilinməyən hərəkət (davranış) xaos adlandırılmışdır.

Xaotik sistem tənliklərlə ifadə edilə bilinirsə, onda sistemdəki xaos deterministik xaos adlandırılır. Xaotik sistemlərin riyazi modelləri qeyri-xətti quruluşa malikdir. Həm kəsilməz zaman, həm də diskret zaman aralığında xaotik sistemin vəziyyəti riyazi tənliklərlə ifadə edilə bilər. Sistemin riyazi modellərinin olması determinizm anlayışını meydana gətirməklə yanaşı xaotik sistemlərin modellərini qeyri-xətti sistemlərin riyazi modellərindən fərqləndirir. Xaotik sistemin riyazi modellərinin sadə olmasına baxmayaraq sistem özü nizamsız və qarışıq şəkildədir. Xaotik sistemlərin tədqiqi zamanı əldə olunan məlumatlardan istifadə etməklə ümumi bir çox statistik metodlar tətbiq edilməklə alınan zaman intervallarında yaranan nizamsız hərəkətlərin ümumi metodlarla analizi çətinlik yaradır. Bu məqsədlə qeyri-xətti zaman intervallarının analizində xaotik analiz alqoritmlərindən istifadə edilir. Qeyri-xətti dinamik sistemlərin tədqiqi üçün yaradılan bu metodlarla təyin olunmayan qeyri-xətti hərəkətlər əgər giriş verilmədən əldə edilirsə “xaotik davranış” olaraq adlandırılır [8]. Bu davranışın limit dövrdən fərqli olan xüsusiyyətləri:

- Başlanğıc şərtlərə həddindən artıq həssaslıq göstərməsi;
- Təsadüfi deyil deterministik tipdə olması;
- Limitsiz sayda müxtəlif periodik rəqsləri ehtiva etməsi;
- Səs signalı və ya bənzəri güc spektrumuna sahib olması;
- Amplitud və tezliyi təsbit edilə bilməyən ancaq məhdud bir sahə içərisində dəyişən kompleks davranışların olmasıdır.

Dinamik sistemlərdə xaos davranış-hərəkət tipləri :periodik ,yarım periodik olaraq təsnif edilir. Xaotik hərəkət tiplərinə aid təsnifləşdirmə formalarını aşağıdakı kimi göstərmək olar.

1.Diskret nizamlı hərəkət- parametrlərə və ya başlanğıc şərtlərə həssas olmayan periodik və ya yarım periodik hərəkətdir.

2.Kəsilməz nizamlı hərəkət- birdən çox periodik hərəkətin var olduğu,çoxlu nizamlı attraktorların müşahidə edildiyi və uzun zaman müddətində davranışın başlanğıc şərtlərə həssaslıq göstərdiyi hərəkətdir.

3.Keçici xaos hərəkəti- hərəkət xaotik bir quruluşa malikdir və güclü attraktor xarakteri daşıyır,lakin bir müddət sonra periodik formaya çevrilir.

4.İntervallı xaos hərəkəti- müxtəlif zaman intervalında xaotik proses zamanı kəsilməyə məruz qalan periodik hərəkət olub, nizamlı hərəkət müddəti kəsilməz hərəkətdir.

Göstərilmiş son iki xaotik hərəkət quruluşuna görə, dinamik bir sistemdə xaosun yaranan zaman iki hal meydana çıxır, keçici xaos və müəyyən zaman intervallarında əmələ gələn xaos. Başlanğıcda uzun və ya qısa müddətli xaotik davranış göstərən sistem əgər sonra nizamlı bir sistem halına gəlsə,o bir nöqtə attraktora və ya periodik attraktora çevrilir. İntervallı xaos hərəkəti isə periodik hərəkətdə təsadüfi ölçüdə zaman aralıqlarında xaotik hərəkətin kəsilməsidir. Xaotik dinamikada maraqlı bir anlayış da “böhran” anlayışıdır. Bu anlayış mövcud xaotik vəziyyətdəki parametr dəyişməsinin nəticəsi olaraq ani dəyişmə ortaya çıxır. Başlanğıc vəziyyətdə xaotik hərəkətli bir sistem birdən-birə periodik bir struktura çevrilə bilər və ya müəyyən formada yaranan xaos hərəkəti daha uzun və ya daha qısa zaman ərzində davam edə bilər.

Xaotik analiz metodları. Bir sistemdə xaotik analiz aparmaq üçün bir çox metodlar mövcuddur [2]. Onlardan ən çox istifadə olunan metodlara Poincare xəritələmə, Güc spektrumları, Lyapunov eksponentləri və Fraktal ölçü analizi aiddir.

Poincare xəritələmə. Bir çox hallarda diskret bir sistemi analiz etmək, kəsilməz bir sistemi analiz etməkdən daha asandır. Poincare adlı bir elm adamı bu cür sistemlərin analizi üçün bir metod yaratmışdır. Əslində bu metodda Poincare n dərəcədə kəsilməz bir dinamik sistemi $(n-1)$ dərəcədə diskret bir dinamik sistemə çevrilməsini göstərmişdir [7]. Faz fəzasında Poincare adlanan bir səth seçilir. Bu səthin üzərində orbiti yaradan nöqtələr müəyyən edilərək, işarələnərək bir xəritə əldə edilir. Poincare səthinin seçilməsi üçün müəyyən bir qayda yoxdur, tamamilə

tədqiqatçının təcrübəsinə əsasən orbitin keçdiyi bir səth seçilir. Faz fəzası müşahidə edilərkən müəyyən bir aralıqlarda Poincare xəritəsi əldə edilir. Xaotik sistemləri daha sadə hala gətirib, nizamlı analiz aparmaq daha əlverişlidir. Periodik bir hərəkətin Poincare xəritələmə metodu ilə analizində sabit bir nöqtə əldə edilir. Çünki sistemin periodu ilə eyni zaman aralıqlarında nümunələrdə əldə edilən nöqtələr həmişə bir nöqtədə yaranır. Sistemin periodu isə qapalı bir dövrədir, lakin sistem xaotik isə, qapalı olmayan və ya qapalı bir fraktal şəkil əmələ gətirir.

Güç spektrumları. Dinamik sistemlər, kəsilməz və ya diskret dəyişənlərə aid $F(t)$ funksiyası, zaman ardıcılığı ilə ifadə edilir. Hər hansı bir $F(t)$ funksiyası periodik komponentlərin uzlaşması ilə yaranır. Bu komponentlərin proporsional ölçülərinin təyin edilməsi spektral analiz adlanır. $F(t)$ funksiyası iki fərqli yolla göstərilə bilər. $F(t)$ periodikdirsə spektrum tezlikləri, əsas frekansların tam qatları olan hərəkətlərin xətti tərkibi olaraq ifadə edilir. Bu tərkib Fourier sırasını meydana gətirir. $F(t)$ periodik deyilsə, kəsilməz tezlikli hərəkətlərin bir tərkibi ilə ifadə edilir. Belə bir spektrium isə Fourier çevrilməsini verir. Bu cür ifadə edilmə xaotik dinamik hərəkət üçün əlverişlidir. $F(t)$ –nin Fourier sırası ilə ifadəsi:

$$F(t)=f(t+nT), \quad 1/T=\omega_0/2\pi \quad \text{olarsa,}$$

$$F(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n e^{j\omega_0 t_n} \quad (1.1)$$

$$F(t) = \int_{-\infty}^{\infty} a(\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (1.2)$$

şəklində verilir. Komponentin amplitudu a_n -ilə işarə edilir. Komponentin xaotik olduğunu göstərən ən əhəmiyyətli meyar, bu komponentlərə aid güc spektrumunun geniş zolaqlı quruluşa malik olmasıdır [2]. Dinamik sistemdə rastlanan davranış növlərindən T periodlu hərəkət üçün güc spektrumu $(1/T)$ əsas tezlik və buna uyğun $(2/T), (3/T), \dots$ amplitudu getdikcə azalan təpələr əmələ gəlir. Yarım periodik bir hərəkət üçün isə $(1/T_1), (1/T_2), \dots$ kimi fərqli iki və ya daha artıq əsas tezlik $(2/T_1), (2/T_2), (3/T_1), (3/T_2), \dots$ uzlaşmalarında amplitudu getdikcə zəifləyən təpələr əmələ

gəlir. Xaotik hərəkət üçün isə güc spektrumu geniş zolaqlı, yüksəklik və genişliyi təsadüfi olan təpələri meydana gətirir.

Lyapunov eksponentləri (göstəriciləri). Deterministik sistemlərdə kaos, başlanğıc şərtlərdə həssaslıq göstərən struktura malikdir. Faz fəzasında bir-birinə kifayət qədər yaxın iki başlanğıc nöqtəsindəki hərəkətlərin zaman ərzində bir-birindən ortalama bir eksponent faktorla uzaqlaşmış, yaxınlaşmaları xaotik sistemlərin əsas xüsusiyyətlərindəndir. Bu eksponent faktor Lyapunov eksponenti adlanır. Faz fəzasının ölçüsü Lyapunov eksponenti olub, hər bir eksponent o istiqamətdəki açılma və ya yığılma ölçüsünü göstərir. Sistemdə hərəkətin dəyişməsinə diferensial tənliklər sistemi ilə ifadə edilməsi 1985-ci ildə Wolf tərəfindən həyata keçirilmişdir. İki başlanğıc nöqtəsi arasındakı uzaqlıq d_0 ilə işarə edilir və daha sonrakı zaman ərzində bu uzaqlıq:

$$d(t) = d_0 e^{\lambda t} \quad (1.3)$$

kimi ifadə edilir. Burada birinci Lyapunov eksponenti λ ;

$$\lambda = \frac{1}{t_N - t_0} \sum_{k=1}^N \log_2 \frac{d(t_k)}{d(t_{k-1})} \quad (1.4)$$

düsturu ilə hesablanır [6]. Faz fəzasının ölçüsünə görə hər ölçüdəki uzaqlaşma və yaxınlaşma λ -ilə ifadə edildiyinə görə, sistemə aid Lyapunov eksponent spektrumu; λ_1 -ən böyük eksponent olub, $\lambda_1 > \lambda_2, \dots$, şəklində yazılır. Xaotik bir sistem müsbət bir Lyapunov eksponentinə malikdir. Hər hansı bir sistemdə; $\lambda_1 > 0$ –dirsə hərəkət xaotik, $\lambda_1 < 0$ –dirsə hərəkət nizamlıdır. Nizamlı bir periodik hərəkətlər mənfi bir Lyapunov eksponenti ilə ifadə edilir. Lyapunov eksponentləri dinamik sistemin attraktor tiplərini xarakterizə etməyə köməklik göstərir [6]. Üçölçülü faz fəzasında rast gəlinən Lyapunov spektrumları aşağıdakı kimidir.

$(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$

- $(-, -, -)$: sabit nöqtə,
- $(0, -, -)$: limit nöqtə,
- $(0, 0, -)$: iki qabarıq,
- $(+, 0, -)$: güclü attraktor (xaotik hərəkət)

“+ eksponent”, attraktorun xaos vəziyyətində olduğunu, ”0 eksponent” bir hərəkət boyunca eksponentdə az bir dəyişmə olduğunu və “- eksponent” - də faz fəzasının bir attraktorunun var olmasını göstərir. Bu şəkildə davam edilməklə daha böyük ölçülərdə Lyapunov spektrumlarının eksponentlərini yazmaq olar.

Fraktal ölçü analizi. Fraktal həndəsə anlayışı obyektlərin həndəsi xüsusiyyətlərini müəyyən etmək üçün Mandelbort tərəfindən ortaya çıxarılmışdır. Fraktal həndəsəyə malik şəkillər evklid formasındakı obyektlərdən fərqli xüsusiyyətlərə malikdirlər. Mandelbort bəzi obyektlərin ölçülərini təyin edərkən ölçməsi aparılan bölmənin həssas olması halında bəzi detalların nəzərə alınmadığını müəyyən etmişdir. Əgər ölçmə aparılan hissə çox həssasdırsa obyektin ölçüsü çox daha artıq alınacaq. Sahəsi sonlu olan bir obyektin uzunluğunu ölçülməyəcək dərəcədə böyük olacaqdır. Bu tip obyektləri xarakteriza etmək üçün yeni bir riyazi ölçüyə ehtiyac yarandı. Bu vasitə fraktal ölçüdür.

Xaotik sistemlərdə əldə edilən attraktorlar qəribə attraktorlar(cazibədar) adlandırılır. Bu attraktorlar fraktal şəkillərə malikdir. Bu attraktorların ölçüsü tam ədəd olmayan fraktal ölçüdür. Buna görə də xaotik attraktorların ölçülərini təyin edərkən fraktal ölçüdən istifadə edilir. Fraktal şəkillərin ölçüsünün təyin olunması üçün qutu hesablaması prinsipi ortaya atılmışdır. Fraktal ölçüyü ehtiyac duyan şəkil uyğun ölçüdəki qutuların içinə yerləşdirilir. Qutuların ölçüsü eyni olmaqla yanaşı müxtəlif də ola bilər. Fraktal ölçü aşağıdakı kimi təyin edilir:

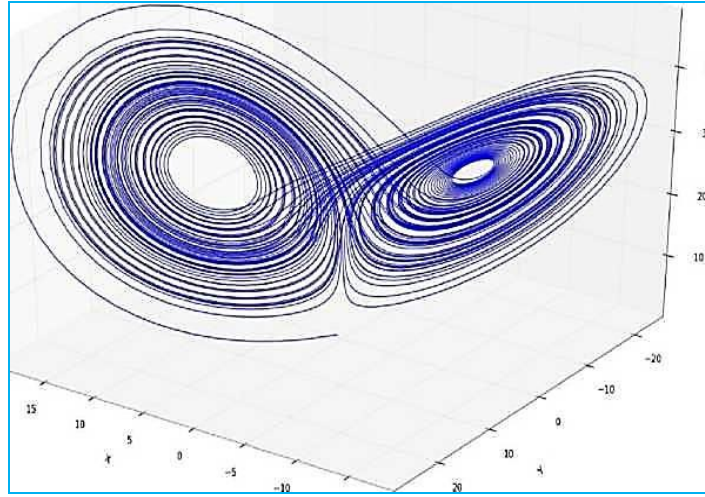
$$\text{Fraktal ölçü} = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\text{Log}N}{\text{Log}(1/\varepsilon)} \cdot (1.5)$$

Bu bərabərlikdə N-şəkli əhatə edən qutu sayını, ε - isə qutuların ölçüsünü ifadə edir.

Əsas attraktor tipləri, Lorens sistemi- Lorens attraktoru. Xaotik kəsilməz zamanlı dinamik sistemlərdən biri də Lorens attraktorudur. Lorens xaotik sistemə uyğun üçölçülü axıcı konveksiya üçün bir model yaratmışdır. Təqdim edilən tənliklərdə üç dəyişəndən ikisi istilik, digəri sürəti xarakteriza edir. Lorens tənlikləri:

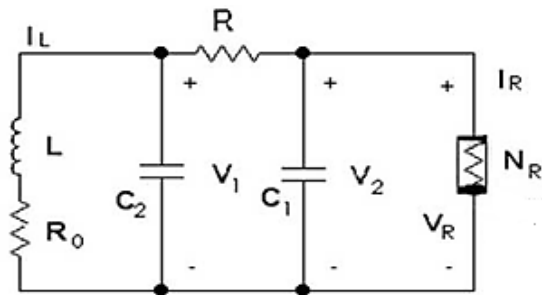
$$\begin{aligned}
\dot{x} &= s(-x + y), \\
\dot{y} &= rx - y - xz, \\
\dot{z} &= -bz + xy.
\end{aligned} \quad s, r, b > 0. \quad (1.6)$$

şəklində ifadə edilir. Burada s , r və b vəziyyət dəyişənləridir. Spektrumu geniş tezlik sahəsində yayılmış periodik olmayan rəqslərin yaranması bu sistem üçün xarakterikdir. Sistemin xaotik hərəkətli olmasını göstərən parametr qiymətləri: $s=10$, $r=28$ və $b=2.66$ dır. Şəkil 1.1 də bu parametrlərə uyğun olan Lorens attraktoru göstərilmişdir.



Şəkil 1.1.Lorens attraktor.

Çua attraktor. Çua 1983-cü ildə özünün xaosa malik generator dövrəsini yaratmışdır. Bu generator dövrəsi bir çox dinamik davranış sərgiləyən üçüncü dərəcədən bəsit bir avtonom dövrədən ibarətdir. Şəkil 1.2-də Çua dövrəsi adlandırılan qeyri-xətti generator dövrəsi göstərilmişdir.



Şəkil 1.2. Avtonom Çua dövrəsi.

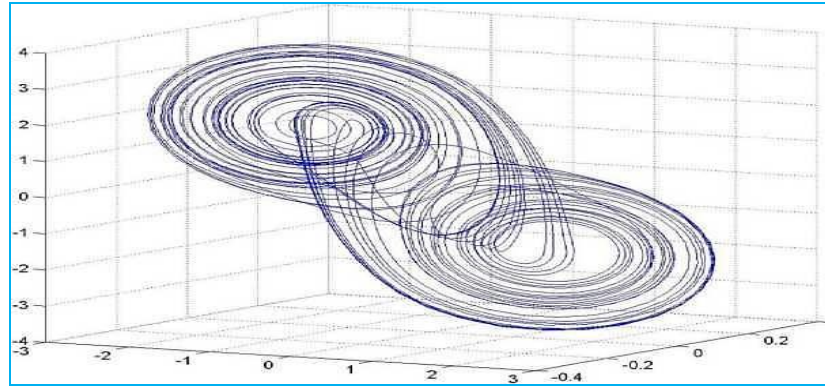
Çua dövrəsi ən qarmaşiq xaosu təcrübədə münkünlüyünü və riyazi şəkildə isbat olunduğu ən sadə dövrlərdən biridir. Çua dövrəsini xarakteriza edən vəziyyət tənlikləri aşağıdakı kimidir:

$$\begin{aligned} \dot{v}_1 &= \frac{g}{c_1}(v_2 - v_1) - \frac{1}{c_1}g(v_1), \\ \dot{v}_2 &= \frac{g}{c_2}(v_2 - v_1) + \frac{1}{c_1}i_L, \\ \dot{i}_L &= \frac{R_c}{L}i_L - \frac{1}{L}v_2. \end{aligned} \quad (1.7).$$

Bərabərlik 1.7- da təyin olunan $g(v_1)$ N_R qeyri-xətti müqaviməti xarakteriza edir. Xarakteristik parametrlər (1.8) bərabərliyi ilə təyin olunur.

$$g(v_1) = \begin{cases} G_b V_r + (G_b - G_a) B_p; V_R < -B_p. \\ G_a V_R; -B_p < V_R < B_p. \\ G_b V_R + (G_a - G_b) B_p; V_R > B_p. \end{cases} \quad (1.8)$$

Sistemin xaotik hərəkətli olmasını xarakteriza edən dəyişənlərə $B_p=1.56, G_a=-8/7$ və $G_b=-5/7$ qiymətləri mənimsədilsə, onda Çua attraktoru Şəkil 1.3-dəki kimi olar.

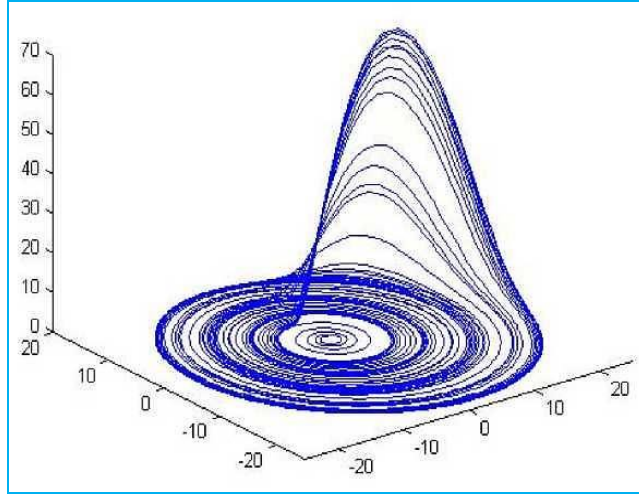


Şəkil 1.3. Çua attraktor.

Ressler attraktoru. Xaotik kəsilməz zamanlı dinamik sistem olan Ressler attraktoru kimyəvi raksiyaların dinamikliyi ilə meydana gəlmişdir. Sistemin dinamik tənlikləri

$$\begin{aligned} \dot{x} &= -(y + z), \\ \dot{y} &= x + ay, \quad a, b, c > 0, \\ \dot{z} &= b - z(x - c). \end{aligned} \quad (1.9) \quad \text{kimi yazılır.}$$

Ressler attraktoruna aid parametrlərin $a=0.2$, $b=0.2$ və $c=5.7$ qiymətlərinə uyğun Ressler attraktoru şəkil 1.4 –də göstərilmişdir.

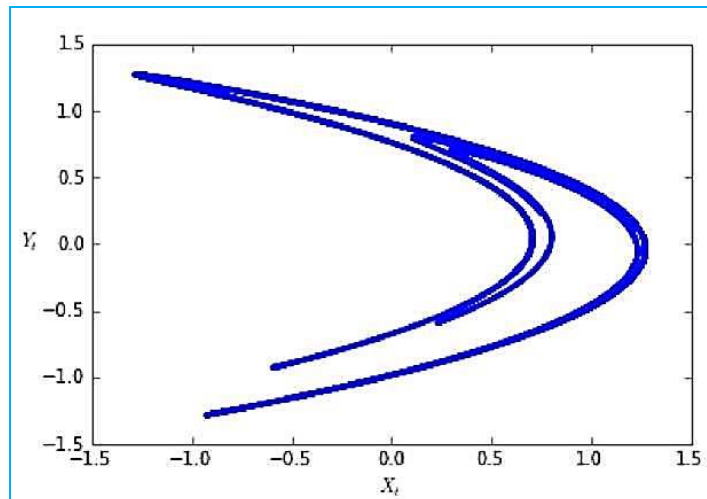


Şəkil 1.4.Ressler attraktoru.

Henon Attraktoru. Henon attraktoru diskret zamanlı dinamik sistem olub,fransız astronom Henon tərəfindən elmə daxil edilmişdir. Sistemin dinamik tənlikləri

$$\begin{aligned} x_{t+1} &= 1 + y_t - ax_t^2, \\ y_{t+1} &= bx_t. \end{aligned} \quad (1.10).$$

kimi ifadə edilir. Henon attraktoru üçün $a=1.4$ və $b=0.3$ parametrlərin qiymətlərinə uyğun Henon attraktoru Şəkil 1.5- də göstərilmişdir.



Şəkil 1.5. Henon attraktorunun quruluşu.

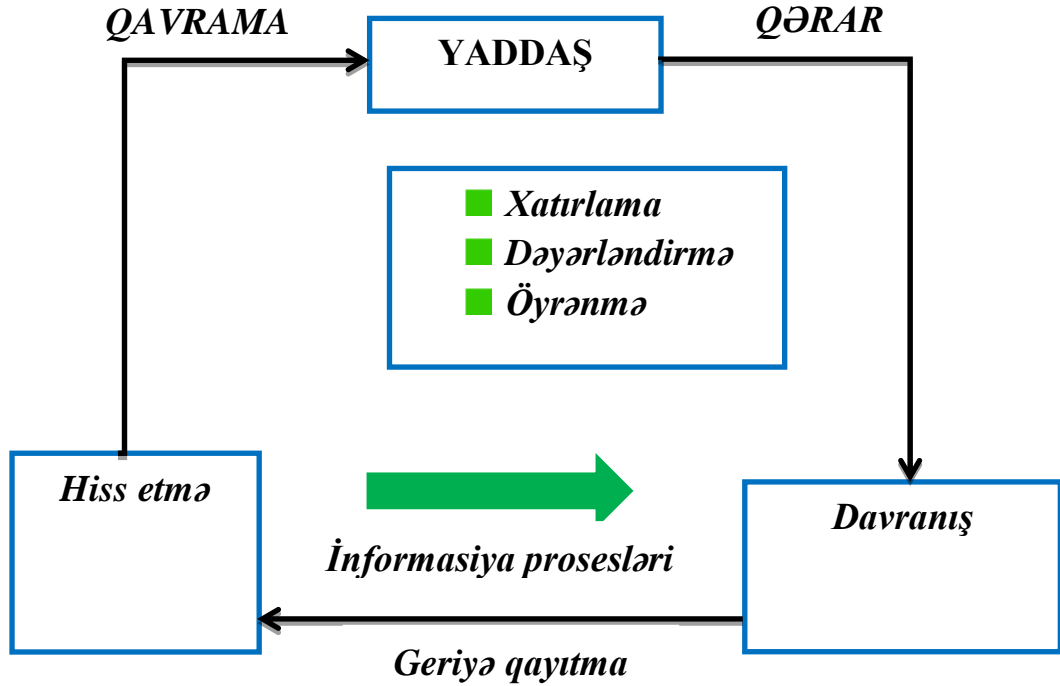
1.2. Sinergetika üsullarının əsasları

Sürətli texnoloji innovasiya, xüsusilə kompüter texnologiyası və istehsalat sahələrində sürətli texnoloji yenilik dəyişən gözlənilməz biznes mühitinin yaranmasında səbəb oldu. Bu yeni mühitin idarəedilməsi üçün fundamental nəzəriyyələr və məşhur biznes modelləri yetərsiz oldu. 1980-ci illərdə idarəetmə sahəsindəki nəzəriyyəçilər praktiki menecment təcrübəsi ilə müəyyən etdilər ki, klassik iyerarxik model və iş mexanizmlərinin müxtəlif üsullarla və qeyri-xətti formada dəyişməsinə ehtiyac var.

Sinergetika (mürrəkkəb sistemlər nəzəriyyəsi)- elm sahəsində müxtəlif xarakterli özünü təşkil sistemlərinin qanunlarını öyrənir. Sinergetika, hər hansı bir sistemin bütünləşmiş hərəkətləri ilə bağlıdır. "Sinergetik düşüncənin həndəsəsi" adlı kitabında Fuller sinergetikanı: bütün sistemin hərəkətinin ayrı-ayrın hissələrinin hərəkəti ilə təxmin edilə bilməsini, sistemin ümumi, bütöv hərəkətinin komponentlərinin, alt sistemlərinin və ya onların heç bir hərəkətilə müəyyən edilə bilməməzliyi ilə izah etmişdir. Sadəcə tək bir metal və ya metal olmayan bir maddədən yaranmış kütləvi bir aktivin öz-özünə davranışında kimyəvi və ölçülü xarakteristikaları yoxdur, lakin başqa yaxın bir aktivin digər aktivə təsiri vəziyyəti dəyişir. İkisinin birlikdə hərəkəti başlanğıcdan fərqli olaraq "təxmin edilməz" vəziyyətinə gəlir. Bu təxmin edilməzlik yalnız müştərək hərəkət "sinerci"- sidir.

Haken öz-özünə təşkil olunan qarışıq sistemlər kimi, beyin funksiyalarını, yaddaş və toxuma hiss etməsi ilə bağlı olan sinergetik bir yanaşma yaratmışdır. İnsan beyni hər bir xüsusi vəziyyətin ortaya çıxması zamanı informasiyanı əldə etmə, saxlama, geri ötürmə, müqayisə, seçmə, yenidən saxlama kimi fiziki mexanizmləri yerinə yetirir. Belə paketlər kompleks bir şəkildə bir-biri ilə əlaqələndirilmiş, ayrı-ayrı analiz edilə bilməyən faktlardan ibarətdir. Canlı orqanizmlərdə sistemə girən enerji və informasiya axışındakı artım, sistemin entropiyasını, yəni nizamsızlıq və müxtəliflik səviyyəsini artırır. Entropiyadakı bu artım isə fərqli təşkilolunma səviyyələrində sinir sisteminin inkişafına səbəb olur. Sinir sistemi, sistemin fərqli komponentləri arasındakı informasiya və enerji axışını təmin etməklə sistemin öz-

özünə təşkil olunmasını, sistemin ayrı-ayrı hissələri arasındakı koordinasiyanı və dəyişən şərtlərə qarşı uyğunlaşma qabiliyyətinin inkişaf etməsini təmin edir. Sistemə daxil olan enerji və informasiya artdıqca entropiya yüksəlir və sistem öz-özünə təkmilləşərək fərqli kompleks səviyyədə sinir sistemi kimi inkişaf edir. Bunu təkamülün sinergetik şərhini olaraq başa düşmək olar.



Şəkil 1.6. Qavrama və davranış prosesinin sxemi

Müəyyən edilmiş formada “sinergetika”-nın izahı, hissələrin bir arada cəmləşməsi və aralarında yaranan əlaqələr nəticəsində ümumi güclərin daha böyük bir güc əmələ gətirməsidir. Lakin, burada fərqli bir anlayış vardır, belə ki, hissələrin və ya komponentlərin hərəkətlərini müəyyən etməklə sistemin bütün hərəkətləri təxmin edilə bilməz. Bu mənada adaptiv qarışıq sistemlər başlığı altında, beyin funksiyaları və sinir şəbəkələri araşdırmaları aparan Haken və Domasionun tədqiqatları mühim əhəmiyyət kəsb edir.

Cədvəl 1

Ümumi yanaşma	Sinergetik yanaşma
Hüceyrə	Hüceyrələr şəbəkəsi
İdarəedici hüceyrə	Cəm hüceyrələr
Beynin yaddaş hissəsi	Paylanılan bilik

Proqramlaşdırılan kompüter	Öz-özünə təşkil olunmuş
Riyazi qanunlarla işləyən	Öz-özünə təşkil olunmuş
Dayanıqlı	Dayanıqsızlığın sərhədi
Sıralı	Paralel və sıralı

Beyin funksiyaları və sinir şəbəkələrində ümumi və sinergetik yanaşmalar.

Hakenin beyin və sinir şəbəkələrinin hərəkətinə uyğun inkişaf etdirdiyi “sinergetik sistem nəzəriyyəsi” əvvəlcədən daha qarışıq bir sistemdə təkamül prosesi ilə yaranan öz-özünü təşkil etmə faktını meydana çıxardı. Haken tərəfindən müəyyən olunan mövcud sinergetik sistemin təməlinə “tsiklik səbəbiyyət” analizi dayanır, bu anlayışa görə, ”sistem hissələri, hissələr də sistemi əmələ gətirir” . Domansioya görə : “Bioloji tənzimlənmə öncəki vəziyyət və gələcək planlaşdırılması yalnız beynin bəzi bölgələri arasında deyil bədən və beyindəki qərar mərkəzi arasındakı birgə fəaliyyətin nəticəsidir” . Orqanizmin sinergetik sistem kimi idarəedilməsi sadəcə beynin bir funksiyası olub, orqanizmin bütün hissələrinin əlaqəsi və təsiri ilə aparılır. Bu idarəetmə modeli günümüzdə tədqiq edilən idarəetmə modelləri arasında ən vacib olan modellərdən biridir.

Xaos nəzəriyyəsinə əsasən “fraktal həndəsə” bir təşkilatlanma kimi qiymətləndirilə bilər. ”Fraktal” özünə oxşar, bənzər deməkdir, təbiətin həqiqi həndəsəsi bir başqa deyilənlə təşkilatlanma forması “oxşarlıq” prinsipinə əsaslanır. Bu prinsip cəmiyyətlər üçün də keçərlidir. İnsanlar oxşarlığa görə əlaqə yaradıb qruplar, birliklər, qeyri-hökumət təşkilatları və s. yaradırlar.

“Sinergetik sistem nəzəriyyəsi” xaosun daxilində cazibədar nizamlılıqla, çox geniş miqyasda yer alan canlı, xətti bir inkişafı izləməyən, dinamik, qarışıq və açıq sistemlərdəki öz-özünə təşkil olunma prosesi ilə bağlıdır. Öz-özünə təşkil olunan “sinergetik toplum təşkilatlanmasında”, fraktal həndəsədəki “üfüqi və şaquli bağlantılar” xarakteriktir. Yerli səviyyədən qlobal səviyyəyə qədər şərti olaraq yeddi fərqli müstəvi-lay mövcuddur. Bu müstəvi-qatlar “Məhəllə, qəsəbə, rayon, bölgə, ölkə, beynəlxalq ərazi və dünya” –dır. Üfüqi bağlantılar bir laydakı müxtəlif qruplar, birliklər, qeyri-hökumət təşkilatlarını və s. - i yaradan oxşarların üfüqi rəbitəsi- təsir

bağlantılarıdır. Yenə eyni qatda bu toplum sinercisi ilə yerli idarəetmə və mərkəsi idarəetmə orqanları arasında oxşar problemlərin axtarışı üsulu, yeni “rabitə-qarşılıqlı təsir kanalları, işləmə qrupları, platformalar yaranır. Beləliklə, inkişaf edərək böyüyən bir ictimai sineci meydana çıxır. Şaquli keçidlər isə, fərqli laylar arasında, müxtəlif qruplar, birliklər, yerli rəhbərliklər və dövlət bürokratiyası daxilində oxşarlıq prinsipi ilə əmələ gələn “rabitə kanalları”-dır. Nəticədə üfüqi də yaranan sineci şaquli bağlantılar ilə birləşib daha da güclənir. Fraktal təşkilatlanmadakı bir digər qanun: lay və ya qatda əmələ gələn nizamın digər miqyasda da təkrar olunmasıdır. Fraktal struktur da belə yaranır, təbiətin həqiqi bu həndəsəsinə müxtəlif istiqamətdən baxsaq hər miqyasda eyni nizamlılığı müşahidə etmək olar. Sinergetik toplum təşkilatlanmasında da bu qanun aid edilə bilər. Beləcə nizamlılıq qaydaları hər layda eyni olacağından şaquli bağlantılar daha sürətli qurula bilər və ictimai sinerci daha güclü və daha təsirli hala gələ bilər. Eyni nizamın hər layda-müstəvidə təkrar olunması ilə düşünülmə “eyniləşmə və ya monotonluq” təhlükəsinə qarşı, hər qatdakı toplum komponentlərinin fərqlilikləri, öz-özünə yaranan “ictimai sinerci”-yə əks olduğundan “müxtəliflik” təmin edilir. Təkrar olunan nizamlılıq sadəcə mücərrəd dinamik münasibətlər, təsirlər nizamıdır. Bunun üçün də hər toplum özünü tanıma, özünü dərk etmə və özünü alama proseslərinin asan bir şəkildə yaşayaraq “öz şəxsiyyətini” tapır və ifadə edir. Bu şəkildə davamlı olaraq öz-özünə təşkil olunma yeni üfüqi və şaquli bağlantılar ilə ictimai sinerci yaradan bunu artırma bilən cəmiyyətlər “sinergetik cəmiyyətlər”-dir.

“Sosial dəyişmə dalğası” yanaşması zamanı bütün cəmiyyətləri dəyişmə prosesidir baş verir. Bu cəmiyyətdən eyni anda keçən birdən çox dəyişmə dalğası ola bilər. Bu gün dünyanın müxtəlif yerlərindəki cəmiyyətlər, həm əkinçiliyin və sənayeləşmənin yaratdığı inkişaf dəyişikliyi yaşarkən, bunlara informasiya inqilabının yaratdığı dəyişikliklər də əlavə edilmişdir. Bir-birinə bağlanma, bütünləşmə hərəkətləri hər sistemə girən enerji və informasiya həcmi artırır. Bu da sistemdə nizamsızlığa səbəb olur. Daha öncə bəhs olunmuş canlı orqanizmlər üçün təkamül prosesi ictimai təşkilatlanma üçün də keçərlidir. İctimai sistemlər arasında öz-özünə təşkil olunma

prosesində sinir sisteminə oxşar əlaqə və təsir kanalları yaradaraq bütünləşir və “sinergetik sistemlər” inkişaf edir. Bu model Christaller-in mərkəzi yerlər qaydalarındakı kimi bütün mərkəzi yerlərə tətbiq oluna bilər. Sinergetik cəmiyyət anlayışını beynəlxalq bölgələrə və dünyanın bütününə aid etmək olar. Əlbəttə ki, bu fikirlər dinamik əlaqələrin abstrakt forması kimi təklif edilir. Beləliklə, həmişə tənqid edilən Christaller- in iqtisadi quruluş və məsafə əlaqələrinə baxaraq inkişaf etdirdiyi “mərkəzi yerlər” modeli: fərqli ölçülərdəki dinamik əlaqələrin sistemə bir yanaşma ortaya çıxarmaq üçün istifadə edilərək “dinamik dayanıqlılığa” çatmışdır. Bu modelə baxdıqda globallaşma axınlarına da fərqli bir anlayış gətirmək mümkündür.

Bütünləşmə- Xaos nəzəriyyəsindəki “kəpənək effekti” anlayışında olduğu kimi dünyanın bir yerində meydana gələn bir dəyişikliyin bütün dünyaya təsiri bunu göstərir. Qəsəbə səviyyəsindən dünya səviyyəsinə qədər hər səviyyədəki toplum üçün fərqli yaradılmış laylarda və fərqli dəyişiklik sürətində bu dinamik çarxlar özünün göstərir və hər dinamik çarx fərqli səviyyələr arasında əlaqə və təsir kanalları inkişaf etdirilərək bütünləşir. Nümunə kimi, beynəlxalq bölgələr səviyyəsində inkişaf edən yerli idarəetmə birlikləri, dövlətlərin yaratdığı birliklər göstərilə bilər. Hər üst səviyyə öz alt səviyyəsindəki təsirdə olan toplumların dinamik çarxlarının, dinamik dayanıqlılığı ilə yaranan sintezə malikdir. Bu sintez davam edərkən qarşılıqlı öyrənmə, özünü tanıma və fərqi varma prosesləri gedir və fərqli “şəxsiyyətlər” yaranır. Başqa sözlə, bölgə səviyyəsindəki bir cəmiyyətin ictimai dəyişikliklər çarxı, əlaqədə olduğu öz sərhədləri daxilindəki rayon və qəsəbələrin ictimai dinamiklərinin aktivləşməsi ilə bütünləşərək yaranmaqdadır. Bütün bunları ölkələr, beynəlxalq bölgələrə və dünya da aid etmək olar. Hər səviyyədə isə fərqli dinamik çarxlar bir-biri ilə bağlantı– təsir prosesləri yaranır və xüsusi ilə “zaman və məkan mədəni dəyişikliklər” çarxı ilə əlaqə və təsirlər ilə yaranır və müxtəlif sintezlər aparılır. Dinamik bir dayanıqlılığa malik olan bu sintez eyni zamanda o cəmiyyətin “şəxsiyyəti”-ni təşkil edir və “məkan və zaman mədəni dəyişikliklər” çarxında yaranır və müxtəlif şəkildə ifadə olunur.

Öz-özünə təşkilolunma, qurulma qaydası (Self-Organization). Təşkilətmə, orqanlaşdırma sistemin məqsədə çatması üçün müxtəlif vəzifələri daşıyan digər qismlərin bir-biri ilə uyğun qaydada müəyyən funksiyaları həyata keçirən hissələrin yaradılmasıdır. Bu təşkilətməni sistemin xaricində bir başqa üst sistem və ya sistemin daxilində müəyyən olunmuş qaydada yaradılan bir alt sistem, orqan və ya qrup həyata keçirir. Qurulma və təşkilolunma əslində bir “öz-özünə təşkilolunma” müddəti ərzində qarışıqlıq və kaosdan “öz-özünə” əmələ gələ bilər. Bu fikir Marksist tənqid qaydasının “qarşıdurma və ziddiyyət nizamı doğurur” fikrinə uyğundur. Xaos nəzəriyyəsi özlüyündə daha çox qarşıdurmaya səbəb olan “tənqidi fikirləri” Marksist yanaşmanı birləşdirir. Bu cür sistemlər dayanıqlıq əmələ gətirdikdən sonra enerji və informasiya axımının artımı səbəbi ilə yenidən entropiya, nizamsızlıq səviyyələri yüksəlir və yenidən kaos vəziyyəti yaranır. Entropiya səviyyəsinin yüksəlməsi sistemdəki səhvlər sayının artmasına, səhvlərin artması isə kaosun inkişafını şərtləndirir. Öz-özünə təşkilolunma isə, açıq, qeyri-xətti, dinamik və kompleks sistemlərdə: sistemin, alt sistemləri, orqanları və elementləri arasında davamlı yeni rabitə və təsirli əlaqələr, fərqli alt sistemlər yaradaraq özlüyündə nizamlanmasıdır. Bu sahədəki araşdırmalar üç fərqli səviyyədə-miqyasda, üç fərqli elm sahəsində inkişaf etmişdir. Mikroskopik səviyyə, mezoskopik səviyyə və makroskopik səviyyə. Burada kimyəvi proseslərdə-atom və molekullar, fiziki proseslərdə-dalğalar və dinamik rəqs, bioloji proseslərdə- hüceyrələr, beyin, sinir şəbəkələri kimi mövzular araşdırılmışdır.

Əsas 3 elm (kimya, fizika, biologiya) sahəsində müəyyən zaman müddəti ərzindəki aparılan araşdırmalar zamanı müəyyən edilmişdir ki, kaosdan nizamlılığa, nizamlılıqdan xaosa çevrilmə dövrü xarakter daşıyır, davamlı öz-özünə öyrənmə zamanı ərzində təkamülləşmə və öz “özünə təşkilolunma” (self-organization) prosesi baş verir. Ashby “öz-özünə təşkilolunma” sistemlərinin ümumi prinsiplərini müəyyən etməyə çalışıb və bu qaydanı “abstrakt nəzəriyyə” və ya “ümumi prinsiplər” adlandırmışdır (1961).

Bushev-ə görə isə, "öz-özünə təşkil olunma"-nın tərifı yoxdur, "öz-özünə təşkil olunma"-nı başa düşmək üçün sinergetik və bioloji elmlər bizə kömək edir və onlar da özlüyündə təşkil olunmanın kompleks sistemlərin təşkil olunmasının yaradıldığı, inkişaf etdirildiyi proses olaraq təsvir olunmaqdadır. Öz-özünə təşkil olunma zamanı mövcud elementlər arasındakı əlaqələrin çevrilməsi və yeni münasibətlərin meydana gəlməsi prosesi baş verir. Bu proseslər məqsədsiz, özlüyündə (spontan) və müstəqil formada baş verir.

Öz-özünə təşkil olunma prosesi aşağıdakı formada qruplaşdırıla bilər:

1. Mövcud sistemdən yeni bir sistemin öz-özünə təşkil olunması, məsələn: tək hüceyrəli bir quruluşdan çox hüceyrəli orqanizmlərin yaranması;
2. Xarici və daxili təsirləri müxtəlif olan bir sistemin mənfi əlaqə nəticəsində mövcudluğunu saxlamaq üçün göstərdiyi cəhd;
3. Keçmiş təcrübəyə əsaslanaraq öz-özünə qurulma və inkişaf ;

Prigogine "kimyəvi olaraq artan strukturlardakı dağılan prosesləri" müəyyən etmiş və "öz-özünə təşkil olunma" (self-organization) anlayışını ortaya çıxarmışdır. Öz-özünə təşkil olunma prosesi geri dönüşü olmayan bir prosesdir və hissələrin və ya alt sistemlərin əlaqəli şəkildə hərəkətləri ilə qarışıq bir sistem içində cəmləşməsidir.

Bir sistemin öz-özünə təşkil olunması üçün lazımlı, vacib olan bütün şərtlər məlum olmasa da Nicolis və Prigogine tərəfindən bəzi ilkin şərtlər müəyyən edilmişdir. Bu şərtlərin bəziləri daha vacib, bəziləri isə təyin edilməyib, lakin bunlar da öz-özünə təşkil olunma potensialı üçün lazımlıdır və xarakteristik ilkin şərtlər aşağıdakı kimidir:

- Termodinamik olaraq açıq: sistem xaricdən enerjinin alınması və ötürülməsi formasında təşkil edilməlidir;
- Termodinamik tarazlıq: Sistem ətrafındakı mövcud bütün enerjini istifadə edərək entropiyasını maksimuma çıxarır və termodinamik tarazlığa çatır. Öz-özünə təşkil olunma bu tarazlığa yönəlmiş prosesdir;
- Dinamik davranış;
- Həm daxili, həm də çox səviyyəli qarşılıqlı təsirlər;
- Qeyri-xətti dinamiklər;

- Çox parçalı-hissəli, alt sistem və komponent;
- Tam formada sistemin əmələ gəlməsi.

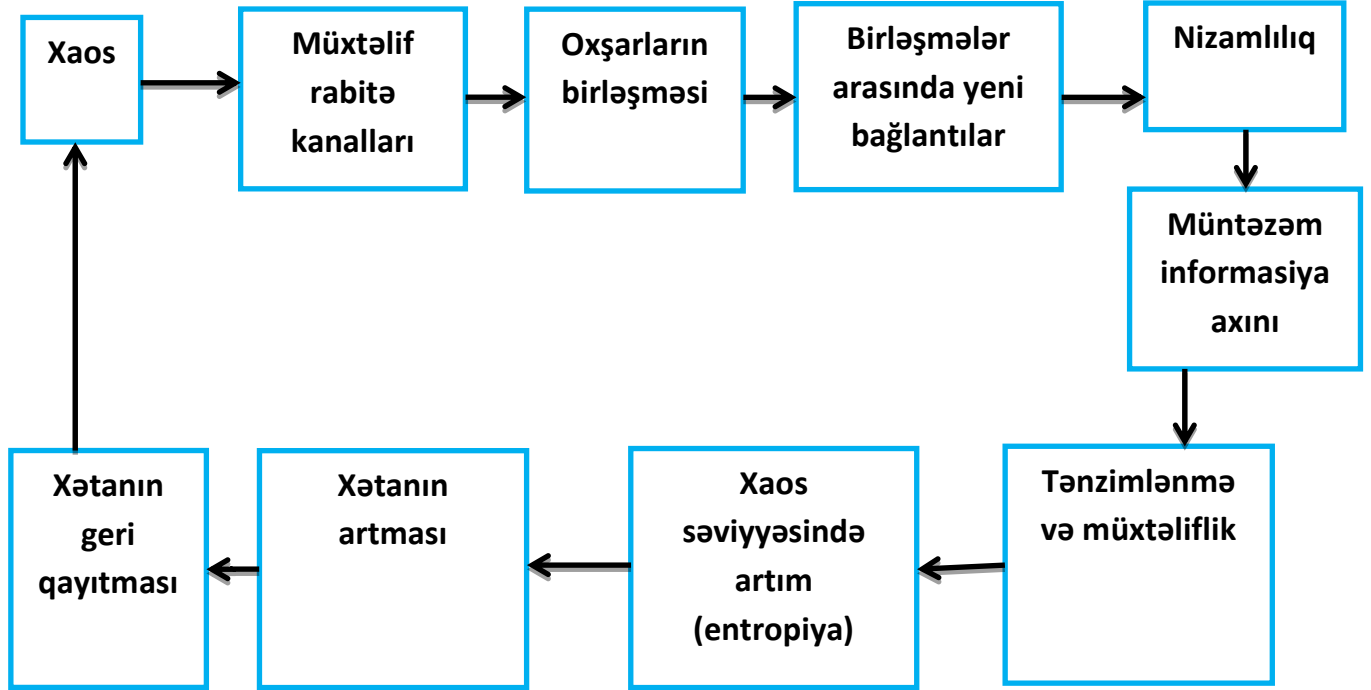
Öz-özünə təşkilolunma proseslərini sintez edən Decker prosesin əsas xüsusiyyətlərini bu şəkildə ifadə etmişdir- “sistem öz-özünə təşkil olması onun müəyyən qaydalarla idarədilmədiyini ifadə etsə də,her bir komponentin qlobal məhdudiyyətləri, sərhədi ola bilər”. Müəyyən fəaliyyətin nəticəsi və fərdlər arası qarşılıqlı təsir yüksək səviyyələrdə- mərhələlərdə təyin olunan dinamik olan toxumaları, nizamlı strukturu yaradır. Nizamsız quruluşlar daxili strukturları və xarici strukturları ilə əlaqələri təşkil edərək mövcudluğunu davam etdirir. Sistem tarazlığını, komponentlər arasındakı təsir proseslərini davam etdirməklə saxlayır. Bu təsirlər tipik lazımlı əlaqələrlə müəyyən edilir. Hər bir sistemdəki vacib bağlantıları “qaydalar” şəklində ifadə etmişdir. Əgər şərtlər dəyişərsə bağlantılar daha çox davam edə bilməz və sistem strukturu özlüyündə yeni əlaqələrlə başqa struktura çevrilərək yenidən təşkil olunur. Əvvəlki sistem tamamiylə yox ola bilər və ya yeni bir sistemi yarada bilər. Şərtlər dəyişdiyi üçün yaranmış yeni sistem əvvəlkinin eynisi deyil, burada “təkrar geri çevrilməmə” (irreversibility) meydana çıxır. Sistemdə dəyişmələr təkmilləşmə prosesi halına gəlir, bəzən də bu təkmilləşmə prosesində sıçrayış baş verir.

Öz-özünə yaranan şərtlər-dəyişmələr bu cür təkmilləşmə prosesinin tipik xüsusiyyətidir və qeyri-xəttidir. Qeyri-xətti proseslərə uyğun riyaziyyat və “fraktal həndəsə” yaranmışdır. Bu həndəsəyə görə həm şaquli, həm də üfqi keçidlər (qaydalar) olmalıdır.

Öz-özünə təşkil prosesində hissələr və ya komponentlər arasında yaranan və həndəsəndə fraktallar olaraq əks edilən həm üfqi, həm də şaquli əlaqələrin koordinasiya qaydalarını araşdıran DeGuzman və Kelso ya görə: bütün var olan sistemlərin əsas xüsusiyyəti komponentlər arasındakı yüksək koordinasiya dərəcəsidir. Koordinasiyanın yaranması hər hansı təlimat proqramının səbəbindən deyil, müəyyən dinamik qaydaların nəticəsidir. Koordinasiya qaydaları xüsusi və

fiziki-kimyəvi proseslərə bağlı strukturlar deyil öz-özünə təşkil olunan qaydalardır və mücərrəd riyaziləşdirmədir.

Öz-özünə təşkil olunma prosesi. Xüsusilə fiziki, kimyəvi, bioloji qarışıq proseslərin “öz-özünə təşkil olunma” proseslərini araşdırma nəticəsində öz-özünə təşkil olunma prosesini cəmiyyətlərə uyğunlaşdırılmasını ümumiləşdirilərək aşağıdakı sxemdəki kimi göstərmək olar.



Şəkil 1.7. Öz-özünə təşkil olunma prosesi.

- Hər bir sosial sistem və ya quruluşun mövcudluğu üçün bu proses vacibdir.
- Hər bir öz-özünə təşkil olunma prosesi bəsit bir strukturadan daha qarışıq bir struktura doğru dəyişən bir təkmilləşmədir.
- Yaranan hər bir struktur informasiya axımını nizamladığı üçün ixtisaslaşmış və lazım olan mühiti təmin edir.
- Növlərə bölünmə və ixtisaslaşmanın artması isə sistemin nizamsızlıq səviyyəsini (entropiyasını) artırır.
- Artan nizamsızlıq (entropiya) sistemin daxilində xətalara artmasına və mənfi əlaqələndirilmələrə səbəb olur.
- Sistemdə mənfi əlaqələndirmələr xaosun yaranmasına səbəb olur.

- Nizamsız sistem daxilində bölünmüş strukturlar arasında yeni bağlantılar, rəbitə kanalları meydana gəlir.
- Xaos–qarışıqlıq daxilində bölünmüş strukturlar arasında yeni bağlantılar, rəbitə kanalları yaranır.
- Yaranan yeni rəbitə kanalları ilə bənzər xüsusiyyətləri, tələbləri, ehtiyac və məqsədləri olanlar əlaqələnilib birləşmələr əmələ gətirir.
- Yaranmış birləşmələr arasında yeni “üfüqi və şaquli” əlaqələr-rəbitə kanalları meydana gəlir.
- Yeni əlaqə və təsir bağlantıları ilə sistemdə daha “qarışıq bir nizam” və vəziyyəti meydana gəlir.
- Bu cəmiyyətdəki təkamüldə bir sıçramadır.

Dünyada və təbiətdə sabit və dəyişməz heç nə yoxdur, keçmişə qayıtdıqca şəhərlər yox olur, müəyyən peşələr itir, insanlar və digər canlılar dəyişikliyə uğrayıb yox olub gedərlər, dünya sürətli şəkildə dəyişir. Günəşin çıxıb batması prosesi belə, bir əvvəlki gün ilə sonrakı gün Günəşi arasında fərq var. Bu iki gün arasında Günəşdə müəyyən həcmdə hidrogen yanaraq helium elementinə çevrilir, başqa sözlə Günəşin bir parçası azalaraq enerjiyə çevrilir. Əmələ gələn bu enerji Günəş işıqları ilə qalaktikamıza və Yərə gəlib çatır və yeni canlıların yaranmasını və inkişafını şərtləndirir. Canlılar aləmi təkrar parçalanma və ayrılma proseslərini təşkil edən subyektlərdən ibarətdir. Buna görə də heç bitməyən bir bayraq yarışması sistemi vardır. Hər subyekt öz təşkilinin genetik informasiyasını saxlayıb yenidən parçalanma və ayrılma zamanı bu informasiya özündən sonrakılara, subyektlərə ötürərək bayraq yarışmasını davam etdirir. Buna “şüurun yaranması” deyilir. Başqa sözlə şüur dediyimiz fakt, yeni xüsusiyyətlər qazanmaq və bu yeni xüsusiyyətləriylə dəyişən şərtlərə daha yaxşı uyğunlaşma təmin edə bilmə faktıdır. Digər formada “şüur” “özünü tanıma”, “öz fərqinə varma” və “özünü dərk etmə” mərhələlərindən keçərək, dəyişən şərtlər situasiyasında necə davranılmasının vacibliyinə qərar vermə və tətbiqdır.

FƏSİL II.XAOSUN İDARƏEDİLMƏSİ ÜSULLARI

2.1 Xaotik sistemlərin idarəedilməsi.

Xaos nəzəriyyəsi Soft computingin tərkib hissəsi kimi, xətti determinik sistemlərdəki hərəkətin xarakterinin xaotik ola biləcəyini müəyyən etməklə və bunları idarə etməklə avtomatik olaraq sistemi sazlamaq, optimallaşdırmaq və s. məsələləri səmərəli həll etməyə imkan verir.

Bifurkasiya və xaotik sistemin idarə olunması məsələsi. Fərz edək ki,

$$\dot{X} = V(X), X(0) = X_0 \quad (2.1)$$

tənlikləri ilə təsvir olunan dissadaptiv sistemlər araşdırılır.

Əgər baxılan sistem parametrdən asılıdırsa, (tədqiq edilən dinamik sistemlər əsasən belədir), onda onu dəyişməklə attraktorların səciyyəsinə, nəticədə sistemin davranışını dəyişmək olar [1]. Xüsusi halda (2.1)-sisteminin parametrlərini bir qədər dəyişsək, $n=2$ olduqda dayanıqlı bir nöqtə bir qədər yerini dəyişəcək, sərhəd dövrü isə formasını və dövrünü dəyişəcək. Əgər parametrin dəyişməsinə davam etdirsək, o böhran qiymətinə çatacaqdır. Attraktor keyfiyyətcə yeni topoloji quruluşa keçəcək və sistemin fəaliyyəti kəskin dəyişəcək. Sistemin qərarlaşmış hərəkət rejimlərinin topologiyasının yenidən qurulmasına bifurkasiya deyilir. Sistemin parametrlərinin kəsilməz dəyişməsinə bifurkasiya ardıcılığı uyğun gəlir.

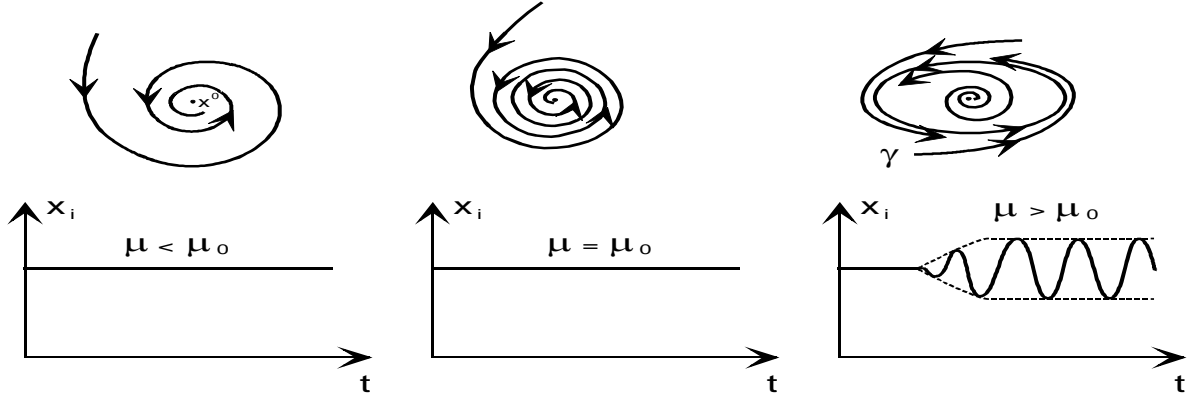
Tutaq ki, μ idarəedici parametrlərindən asılı olan sistem verilmişdir.

$$\dot{x} = V(x, \mu) \quad (2.2)$$

Fərz edək ki, μ -nün müəyyən qiymətlərində $X_0 = X_0(\mu)$ stasionar həll var və $\mu < \mu_0$ olduqda (2.1)-sisteminin $X_0(\mu)$ stasionar nöqtəsi dayanıqlı, $\mu > \mu_0$ olduqda dayanıqsızdır. μ_0 nöqtəsi bifurkasiya nöqtəsi adlanır və xaosun inkişafı üçün $\mu > \mu_0$ şərtini ödəyən həllər oblastı daha böyük maraqlı kəsb edir.

Xaosun inkişafının idarəedilməsi μ parametrinin tənzimlənməsi yolu ilə xaotik hərəkətlərin alınmasını təmin edən bifurkasiyalar ardıcılığının alınmasından ibarətdir. Sistemin stasionar vəziyyətinin bifurkasiyasına misal olaraq avtomatik idarəetmə sahəsindəki mütəxəssislərə yaxşı məlum olan Andronov-Hopf

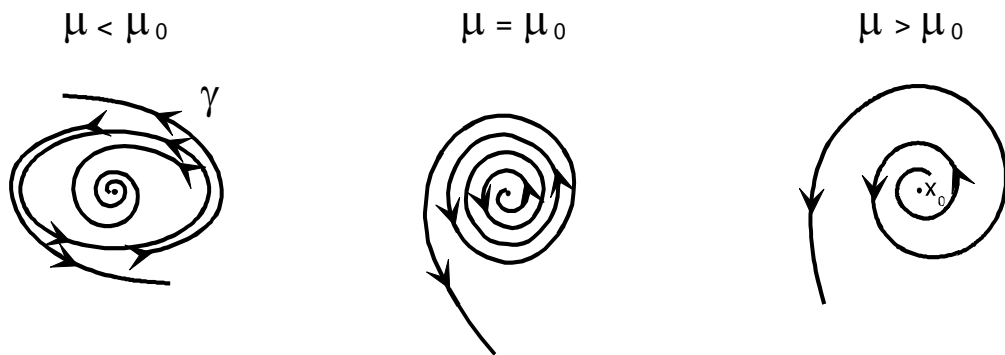
bifurkasiyasını göstərmək olar. Xəttləşdirmə matrisinin $\lambda_{1,2} = \xi + i \omega$ məxsusi kompleks-qoşma qiymətlər cütü yarımmüstəviyə keçdikdə x_0 -stasionar həlli öz dayanıqlığını itirir və bifurkasiya baş verir, yəni dayanıqlı stasionar nöqtə sərhəd dövrünə keçir. Əgər alınan sərhəd dövrü dayanıqlıdırsa, onda dayanıqlılıq az itkiyə məruz qalır (şəkil 2.1).



Şəkil 2.1. Dayanıqlığın itirilməsinin faza portreti [4]

Dayanıqlığın köklü itirilməsi zamanı (şəkil 2.2) μ_0 -dən keçəndə sistem sıçrayışla digər hərəkət rejiminə adlayır. Fərz edək ki, bifurkasiya nəticəsində dayanıqlı sərhəd dövrü yaranıb. μ parametrinin kəsilməz dəyişməsi zamanı sistemdə müxtəlif bifurkasiyalar yarana bilər. Xaos əmələ gətirən bifurkasiyalar üzərində dayanmaq.

Birincisi, fərz edək ki, ilkin dövrün dayanıqlılığının itirilməsi və invariant ikiözlü torun yaranması baş verir (şəkil 2.3).

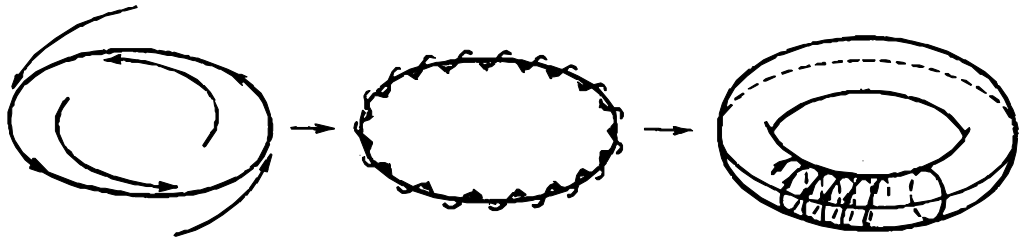


Şəkil 2.2. Dayanıqlığın itirilməsinin faza portreti [4]

Bu zaman ikiözlü invariant tor dayanıqlılığını itirə bilər və ikiözlü toroidal çoxobrazlı yaranar. Sistemin hərəkəti bu zaman üç sərbəst tezliklərlə xarakterizə edilir. Sonra μ idarəedici parametrini dəyişərək bifurkasiyalar ardıcılığı və bunun

nəticəsində artan ölçülü invariant torlar almaq olar. Son nəticədə k sayda müqayisə oluna bilməyən tezliklərlə səciyyələnən mürəkkəb kvazidövri hərəkət meydana çıxır və k -nın çox böyük qiymətlərində xaotik hərəkət alınır.

Müxtəlif tədqiqatlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, μ idarəedici parametrinin fasiləsiz dəyişməsi zamanı üç bifurkasiyadan sonra üçtezlikli kvazidövri hərəkət alınır, bu hərəkət bir qayada olaraq, dayanıqsızdır, tez dağılır və dağılmış üçölçülü torun yerində qəribə attraktor meydana gəlir [3].



Şəkil 2.3. Sərhəd dövrünün ikiölçülü tora keçidi [4]

İkincisi, dövrün iki dəfə böyüdülmüş sərhəd dövrü meydana gəlir. İdarəetmə parametrlərinin sonrakı artırılması zamanı dayanıqlığın itirilmə bifurkasiya baş verir və dörd dəfə böyüdülmüş dövr meydana gəlir. Bifurkasiyanın belə ardıcılığı μ -nün qiymətlərinin sonlu intervalında baş verir və sistemi dayanıqlı dövrü hərəkətdən xaotik hərəkətə çevirir. [3]-də xaosun inkişafının belə gedişi kimyəvi reaksiyanı təsvir edən aşağıdakı tənliklər sistemi misalında təsvir edilir.

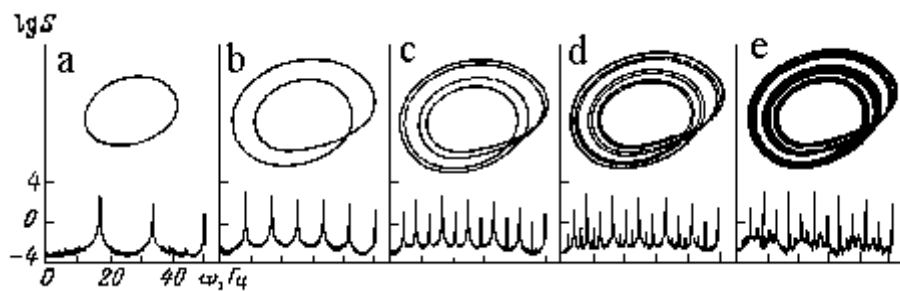
$$\dot{x} = -(y + z), \quad \dot{y} = x + y/5, \quad \dot{z} = 1/5 + z(x - \mu). \quad (2.3)$$

μ -nün müəyyən qiymətində daha doğrusu, $\mu = 2.6$ olduqda dayanıqlı nöqtədən bifurkasiya nəticəsində τ_1 dövrlü limit dövrü meydana gəlir (şəkil 2.4a).

$\mu = 3.5$ olduqda növbəti bifurkasiya zamanı τ_1 dövrlü dövr, $\tau_2 = 2\tau_1$, yəni iki dəfə böyük dövrlü dayanıqlı sərhəd dövrünə (səkkiz kimi qatlanmış) çevrilir (şəkil 2.4b).

Ardıcıl olaraq μ artanda, yəni $\mu = 4.1$ və $\mu = 4.18$ olduqda sistemdə dayanıqlı dövrü hərəkətlər (uyğun olaraq $2^m \tau_1$, $m = 3, 4, \dots$ dövri ilə) baş verir (şəkil 2.4c). Sonda, yəni

$\mu = \mu_\infty$ olanda, sərhəd dövrü qapalı olmayan cəzbedici faza trayektoriyasına çevrilir. Daha sonra $\mu = 4.23 > \mu_\infty$ olduqda qəribə attraktor formalaşır (şəkil 2.4d).



Şəkil 2.4. Qəribə attraktora keçid [4]

Xaotik sistemlərin qeyri-səlis idarə olunması. Dinamik sistemlərdə qeyri-müəyyənliyin təsviri üçün xüsusi idarəetmə alqoritmlərinin qeyri-səlis modellərindən istifadə edilir [2]. Takagi-Sugeno (T-S) qeyri-səlis sisteminin ən sadə şəkildə sintezi və idarə olunması üçün qeyri-səlis nəticə çıxarma şərtləri

$$\begin{aligned}
 & \text{IF } z_{i_1}(t) \in F_{i_1} \text{ AND...AND } z_{i_p}(t) \in F_{i_p} \text{ THEN} \\
 & \dot{x} = Ax_i + B_i u, y = C_i x + D_i u, i = \overline{1, r}.
 \end{aligned}
 \tag{2.4} \quad \text{şəklindədir.}$$

$x(t) \in R^n, u(t) \in R^m, y(t) \in R^m$ -vəziyyət vektoru, uyğun olaraq sistemin giriş-çıxışını ifadə edir.

$z_j(t)$ -Dəyişənlər çoxluğu, sistemin vəziyyət funksiyası olan, giriş dəyişənlər $u(t)$ və F_{j_i} -qeyri-səlis çoxluqdur.

Qeyri-xətti sistem üçün A_i, B_i -matrisin $z_j(t)$ dəyişənlərindən asılılığının təsviri aşağıdakı formadadır. Sistemin çıxışı ağırlıq mərkəzinin defazifikasiya üsulu ilə təyin edilir.

$$\begin{aligned}
 h_i(z) &= \frac{\omega_i(z_i)}{\sum_{i=1}^r \omega_i(z_i)}, \omega_i(z) = \prod_{j=1}^n F_{i_j}(z_j), z = (z_1, z_2, \dots, z_n) \quad \text{olarsa,} \\
 y &= \sum_{i=1}^r h_i(z) C_i x.
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

Defazifikasiya qaydalarında qeyri-xəttiliyi “gizlətmək” xaotik sistemlər də daxil olmaqla dinamik qeyri-səlis modellərin geniş sinfini yaratmağa imkan verir[2].

Lorenz sisteminə baxaq:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \sigma(x_2 - x_1), \\ \dot{x}_2 = \rho x_1 - x_2 - x_1 x_3, \\ \dot{x}_3 = \beta x_3 + x_1 x_2. \end{cases} \quad (2.6)$$

Əgər $z_1=z_2=x_1, F_1(x_1)=0.5(1+x_1/d), F_2(x_1)=0.5(1+x_1/d)$, harda ki, $d>0$ -sistemdə müəyyən limit qiymətləndirilməsi $x_1 \leq d$:

$$A_1 = \begin{bmatrix} -\sigma & \sigma & 0 \\ \rho & -1 & -d \\ 0 & -d & -\beta \end{bmatrix}; A_2 = \begin{bmatrix} -\sigma & \sigma & 0 \\ \rho & -1 & -d \\ 0 & d & -\beta \end{bmatrix}; b_1 = b_2 = 0. \quad (2.7)$$

İdarəetmə alqoritmi aşağıdakı kimidir:

$$\begin{aligned} & \text{IF } z_1(t) \in F_{1i} \text{ AND...AND } z_p(t) \in F_{1p} \text{ THEN} \quad (2.8) \\ & u = -K_{ij}, i = \overline{1,2}. \end{aligned}$$

O şərtlə ki, K_i -matrisi qeyri-səlis xətti tənzimləyicinin əmsallarıdır [2]. Deffazifikasiya qaydalarından istifadə etməklə qapalı qeyri-səlis sistem aşağıdakı formada təqdim edilir:

$$\dot{x} = \sum_{i=1}^z \sum_{j=1}^z \sum_{k=1}^z h_i(z) h_j(z) h_k(z) (A_i - B_i K_j C_k) x. \quad (2.9)$$

İmpuls və ya qeyri-səlis xaotik sistemlərin diskret idarə olunması baxımından Takagi-Sugeno (T-S) metodu həyata keçirilir.

Fərz edək ki, $\{\tau_j\}$ -diskret zaman dəyərlərinin çoxluğu,dir,

$$0 < \tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \dots < \tau_j < \tau_{j+1} < \dots, \tau_j \rightarrow \chi,$$

əgər $j \rightarrow \chi$ və $\Delta x_{r=r_j} \equiv x(r_j^+) - x(r_j)$ zaman sıralarında sıçrayış var.

Onda T-S termlərində impuls idarəetmə aşağıdakı kimi olar.

$$\begin{aligned} & \text{If } z_1(t) \text{ is } M_{i1} \text{ and...and } z_p(t) \text{ is } M_{ip} \\ & \text{THEN} \begin{cases} \dot{x}(t) = A_i x(t) & t \neq \tau_i, i = 1, 2, \dots, r, j = 1, 2, \dots \\ \Delta x = k_{ij} x(t) & t = \tau_j. \end{cases} \quad (2.10) \end{aligned}$$

Hansı ki, $M_{ij}, A_j \in R^{n \times m}, x(t) \in R^m, z_1(t), \dots, z_p(t), K_{ij} \in R^{n \times m}$ τ_i -cari qiymətlərlə impulsu idarə edir.

Sistemin çıxış defazifikasiya algoritmi isə aşağıdakı kimidir.

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) A_i x(t) & t \neq \tau_i, \\ \Delta x = \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) K_{ij} x & t = \tau_i. \end{cases}$$

Hansı ki, (2.11)

$$z(t) = [z_1(t), z_2(t), \dots, z_p(t)]^T,$$

$$W_i(z(t)) = \prod_{j=1}^p M_{i,j}(z_j(t)), \sum_{i=1}^r W_i(z(t)) = 0,$$

$$h_i(z(t)) = W_i(z(t)) / \sum_{i=1}^r W_i(z(t)), \sum_{i=1}^r h_i(z(t)) = 1,$$

$$h_i(z(t)) \geq 0, i = 1, 2, \dots, r.$$

Növbəti ifadələrdə (2.11) qeyri-səlis impuls modeli adlandırılacaq. Qeyri-səlis implus idarəetmə tətbiqi kontekstində Çua generator dövrəsinə baxmaq olar. Çua generator dövrəsinə tənliklər sistemi ilə aşağıdakı formada yazmaq olar [2]:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = 10(-x_1(t) + x_2(t) - f(x_1(t))), \\ \dot{x}_2(t) = x_1(t) - x_2(t) + x_3(t), \\ \dot{x}_3(t) = 14.87x_2(t). \end{cases} \quad (2.12)$$

$$f(x_1(t)) = -0.68x_1(t) - 0.295(|x_1(t) + 1| - |x_1(t) - 1|).$$

Əsas (2.10) ifadəsini impluslu qeyri-səlis idarəetmə kimi yazmaq olar:

Qayda $i: IF \quad x_1(t) \text{ is } M_i,$

THEN $\dot{x}(t) = A_i x(t) \quad t \neq \tau_j, i = 1, 2..$ (2.13)

$\Delta x = K_{ij} x(t) \quad t = \tau_j \quad u_j = N,$

hansı ki, $x(t) = [x_1(t), x_2(t), x_3(t)]^T.$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 10(d-1) & 10 & 0 \\ 1 & -1 & 1 \\ 0 & -14.87 & 0 \end{bmatrix}, A_2 = \begin{bmatrix} -10(d+1) & 10 & 0 \\ 1 & -1 & 1 \\ 0 & -14.87 & 0 \end{bmatrix}, \quad (2.14)$$

$$y(x_1(t)) = \begin{cases} f(x_1(t)/x_1(t) & x_1(t) \neq 0, \\ -0.27 & x_1(t) = 0. \end{cases} \quad (2.15)$$

$$M_1(x_1(t)) = 0.5(1 - y(x_1(t)/d),$$

$$M_2(x_1(t)) = 1 - M_1x_1(t).$$

$d = 3, \sigma = 0.005, \xi = 1.2, k = 200$ olarsa, onda

$$P = [2.6269, -2.6208, -1.0936, -1.6108, 12.4114, 5.8169, 183.8264], [J+K < 0.007]$$

$$\text{və } K_{ij} = \text{diag}([-0.999, -0.999, -0.999]) \quad (j \in N) \quad \text{və } \ln(\xi\beta) + j\sigma = -1.9509 < 0.$$

2.2. Xaotik proseslərin idarəetmə məsələləri

Xaotik proseslərin idarə olunması məsələlərinin riyazi formullarla ifadəsi xaotik sistemlərin əsas modellərinə əsaslanaraq tərtib edilir.

Xaosun riyazi modeli müxtəlif ədəbiyyatlarda ən ümumi formada aşağıdakı kimi adi diferensial tənliklər şəklində ifadə olunur.

$$\dot{x}(t) = F(x, u), \quad (2.16)$$

Hansı ki, $x = x(t)$ - n -ölçülü dəyişənlərin vəziyyət vektoru, $u = u(t)$ -idarəetmənin m -ölçülü giriş vektoru, $\dot{x}(t) = dx/dt$. $F(x)$ -funksiyası-vektoru adətən fasiləsiz diferensiallanmış qiymətlər alır.

$$\dot{x} = F(x, u, t), \quad (2.17)$$

Xarici təsirlər olduqda qeyri-stasionar modeldən istifadə edilir:

Bir çox hallarda daha sadə şəkildə uyğun idarəetmə modelindən istifadə etmək olar:

$$\dot{x} = f(x) + g(x)u. \quad (2.18)$$

Qeyd edək ki, əhəmiyyətli dərəcədə fərqli olan bu modelə baxsaq idarəetmənin koordinasiya məsələlərində və parametrik idarəetmə məsələlərində giriş dəyişənləri xarici təsir kimi çıxış edir və giriş dəyişənlərinin dəyişməsi sistemin fiziki parametrlərini dəyişir. Bu prosesin qeyri-xətti modellərlə təsviri və müəyyən formada təsnifləşdirilməsi əslində əsaslı fərq yaratmır. Göründüyü kimi, idarəetmənin koordinasiyasında xətti geriyə əlaqə xaotik sistemin idarəedilməsi məsələlərində və parametrik idarəetmə məsələlərində koordinatların qeyri-xətti dəyişməsini müəyyən edir.

$y(t)$ -funksiyası ilə sistemin çıxışı ölçülür.

$$y(t)=h(x(t)). \quad (2.19)$$

Əgər çıxış dəyişənləri qeyri-müəyyəndirsə, onda çox güman ki, mövcud ölçü bütün vektorları təyin edir, məsələn; $y(t)=x(t)$.

Bu vəziyyət üçün verilmiş fərq tənliyi ilə diskret modeldən istifadə edilir.

$$x_{k+1} = F_d(x_k, u_k) \quad (2.20)$$

Hansı ki, ümumi şəkildə $x_k \in \mathbb{R}^n, u_k \in \mathbb{R}^m, y_k \in \mathbb{R}^l$ vasitəsilə vektorların qiyməti, k-nıncı addım üçün giriş və çıxış təyin edilmişdir. Təyin olunmuş bu model F_d -vasitəsi ilə müəyyən edilir. Bu baxılan modellər üçün bütün başlanğıc $t \geq t_0$ şərtinə uyğun həllər mövcuddur, adətən $t_0=0$ qəbul edilir.

İndi isə xaotik proseslərin idarəedilməsinin şərhinə baxaq.

Müxtəlif sistemlərdə kaosun aradan qaldırılması, titrəşməli struktur, rabitə sistemlərində arzuolunmaz harmonikliyin aradan qaldırılması və s. qeyri-sabit periodik həllərin sabitləşməsi məsələsidir. Sistem obyektinin idarəedilməsində yüksək tezlikli rəqslərin yaranması, xətti sistemin giriş çıxış matrisinin təyin olunmuş qiymətlərinin xəyali oxuna yaxın olması bu sistemlərin xüsusiyyətləridir. Tənzimlənmə zamanı kvazidövrü zərərli titrəyişlər xaotik xarakter daşıyır. Xaotik rəqslərin tənzimlənərək müntəzəm şəkildə aradan qaldırılması aşağıdakı kimi tiyəyişin qarşısını almağa kömək edir.

Fərz edək ki, $x_*(t)$ -sistemin hərəkəti ilkin şərt olaraq $x_*(0)=x_{*0}$ və bu hərəkət bir T-dövri, yəni $t \geq 0$ olduqda $x_*(t+T)=x_*(t)$ kimi ifadə edilir. $x_*(t)$ - üçün $x(t)$ həllərinin əldə olunması və onun sabitləşməsi məsələsinə baxaq:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (x(t) - x_*(t)) = 0. (2.21)$$

və ya $y(t)$ sistem çıxışının verilmiş $y^*(t)$ -funksiyasına uyğun olaraq:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (y(t) - y_*(t)) = 0. (2.22)$$

$x(t)$ sistemi üçün istənilən həll ikin şərt kimi $x(0) = x_0 \in \Omega$, hansı ki, Ω - ilkin şərtləri müəyyən edir.

Məsələnin qoyuluşu idarəetmə funksiyasının açıq şəkildə tapılmasından (proqramlı idarəetmə fəaliyyətindən) ibarətdir.

$$u(t) = U(t, x_0) \quad (2.23)$$

Yaxud, geri əlaqə olaraq aşağıdakı şəkildə

$$u(t) = U(x(t)) \quad (2.24)$$

və ya çıxış geri əlaqəsi (əks əlaqə)

$$u(t) = U(y(t)). (2.25)$$

(2.21) yaxud (2.22)-bərabərlikləri idarəetmənin icrasının təmin edir.

Bu cür formada periodik hərəkətin tənzimlənməsi, stabilləşdirilməsi idarəetmə nəzəriyyəsində *izləmə məsələlərinə* uyğundur. Lakin əsas xüsusiyyət kimi: xaos sistemlərin idarə olunmasında yüksək səviyyəli optimal idarəetmə həyata keçirmək üçün dəyişən maipulyasiyalı fəaliyyət tələb olunur. Belə bir problemin həlli üçün $x_*(t)$ -yə uyğun xaos trayektoriyalar məlum deyil.

Xüsusi halda qeyri-sabit tarazlıq sabitləşir. Fərz edək ki (2.16) bərabərliyinin sağ tərəfi $F(x_{*0}, 0) = 0$ -dır. Daha sonra $u(t) \equiv 0$ olmaqla (2.16)-sistemi x_{*0} tarazlıq vəziyyəti yaranır, sabitliyin yaranması üçün lazım olan yuxarıda qeyd olunmuş müvafiq idarəetmə seçilir. Problemin xüsusiyyəti yenidən “sadə” idarəetməni əlavə olaraq tələb edir.

İdarəetmədə digər problem həyəcanlanma və ya xaos rəqslərin generasiyası məsələsidir. Bu məsələ təsadüfi seçmə və ya qeyri-idarəetmə kimi də başa düşülə

bilər. Xaotik hərəkət zamanı isə sistemin arzuolunan davranışında problemlər yaranır. Təsadüfi say generatorları, radiolokasiya sistemləri və rabitə sistemlərində xaotik siqnalların mənbələri klassik nümunələrdir. Son illər ərzində kimya sahəsində və biotexnologiyada, irihəcmli materialların emalında xaotik proseslərin istehsala maddi təsiri sübut olunmuşdur. Bu məsələ üçün sistemin faza vektorlarının hansı trayektoriya ilə hərəkətinin əvvəlcədən naməlum olması xarakterikdir və ya məqsədə çatmaq üçün bu vacib deyil.

Formal olaraq (2.22)-da idarətmənin planlaşdırılması təmin olunur, lakin, burda $x_*(t)$ -planlaşdırılmış trayektoriya dövrü deyil. Bundan başqa prosesin idarə olunması üçün bir trayektoriya boyunca hərəkət uyğun bir sıra formal xaotik meyarlar təqdim edilə bilər. Məsələn, skalyar məqsəd funksiyası $G(x)$ idarətmənin məqsədini müəyyən edir və limit bərabərliyin əldə olunması təmin edir.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} G(x(t)) = G_* \quad (2.26)$$

və ya aşağı hədd üçün bərabərsizlik

$$\lim_{t \rightarrow \infty} G(x(t)) \geq G_* \quad (2.27)$$

Ümumi şəkildə xaotik məsələnin həllində məqsəd funksiyası Lyapunov eksponenti kimi qəbul olunur, $G = \alpha_1$ və $G_* > 0$ kimi müəyyən edilir. Bəzi hallarda $G(x)$ -funksiyası kimi mexaniki ümumi enerji və ya elektrik rəqsləri seçilir.

Digər mühim məsələ məqsədli idarətmədə sinxronizasiya proplemidir, daha dəqiq desək sinxron idarətmə, avtomatik və ya öz-özünə sinxronizasiya məsələsi. Sinxronizasiyanın vibrasiya texnikasında, kommunikasiya texnologiyalarında, biologiyada, biotexnologiyada və s. müxtəlif formada tətbiqi əhəmiyyətlidir. 1990-cı illərdən başlayaraq çox sayda elmi əsərlərdə sinxron idarətmənin xaotik proseslərin və informasiyanın ötürülməsi sistemlərində tətbiqi məsələlərinə rast gəlmək olar.

Ümumiyyətlə, sinxronizasiya iki və ya daha çox vəziyyətin müntəzəm dəyişməsi və ya sistemin bəzi xüsusiyyətlərinin əlaqəli şəkildə dəyişməsi kimi başa düşülür. Əgər qeyd olunmuş kimi yalnız asimptotik tələb yerinə yetirilsə, onda bu cür sinxronizasiya asimptotik sinxronizasiya adlanır. Əgər sinxronizasiya sistemdə

idarəetmə olmadan baş verməyə (məs: $u=0$), onda uyğun idarəetmə qanunu müəyyən olunması məsələsi həll edildikdə qapalı sistemdə sinxronizasiya baş verə bilər. Belə ki, sinxronizasiya nizamlı idarəetmənin məqsədi kimi qəbul edilə bilər. Formal ifadə kimi $x_1 \in R^n, x_2 \in R^n$ vektor vəziyyətinə görə iki alt sistemin sinxron hərəkəti tam və ya qismən təsadüfi vektor vəziyyətinə uyğun ola bilər. Məsələn:

$$x_1 = x_2 \quad (2.28)$$

(2.28)-bərabərliyi müəyyən təsirlə alt sistemlərin birləşməsinə müəyyən edən faz fəzasını ifadə edir. Asimptotik sinxronizasiyanı təmin etmək üçün hər iki sistemdə x_1 və x_2 aşağıdakı formada ifadə edilə bilər.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (x_1(t) - x_2(t)) = 0. \quad (2.29)$$

Ümumiyyətlə, $x = \{x_1, x_2\}$ vəziyyət vektoru bütövlükdə sistemin çoxsaylı $\{x: x_1 = x_2\}$ çarpaz şəklində (2.29) –bərabərindəki münasibətlərə əsasən $x(t)$ -yə yaxınlaşması deməkdir.

Həyəcanlamanın və sinxronizasiya rəqslərinin idarə olunmasını ümumi xüsusiyyəti arzuolunan hərəkətin qeyri-müəyyən olmasıdır və onun xarakteristikası qismən məlumdur. Məsələn, həyəcanlı titrəyiş zamanı rəqslərin yalnız tələb olunan amplitudu müəyyən edilir, tezlik və forma müəyyən çərçivədə dəyişə bilər. Bütün alt sistemlərin rəqsləri bir-birinə müvafiqdir, halbuki hər alt sistemin hərəkət xarakteristikaları geniş çərçivədə dəyişir və sinxronizasiya məsələlərində bu formada əsas tələb təsadüfi deyil.

İdarəetmənin sadə riyazi formada ifadə edilməsinin məqsədi belə məsələlərdə bir neçə sayda göstəricilərin və ya arzu edilən müəyyən qiymətlərin əldə edilməsidir. Bu məsələdə rəqslərin həyəcanlanması, rəqs amplitudunun artması belə bir göstərici kimi çıxış edə bilər. Sinxronizasiya məsələsində bəzi göstəricilərin qiymətləri $G(x)$ asimptotik təsadüf ola bilər və hər iki sistem üçün:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (G(x_1(t)) - G(x_2(t))) = 0. \quad (2.30).$$

(2.21),(2.22),(2.26) və ya (2.30) düsturlarına uyğun idarəetmənin məqsədini yenidən $Q(x,t)$ məqsəd funksiyasını sadə riyazi formada

$$\lim_{t \rightarrow \infty} Q(x(t), t) = 0. \quad (2.31).$$

şəkildə yazmaq olar. Məsələn, arzuolunan idarəetməni əldə etmək üçün (2.31) $Q(x)$ -i $Q(x) = \|x_1 - x_2\|^2$ kimi təyin etmək olar. (2.21) düsturunda idarəetmə optimallığını məqsəd funksiyası $Q(x, t) = (x - x_*(t))^T F(x - x_*(t))$ kimi göstərmək olar, F -burada müəyyən müsbət simmetrik matrisdir. Qeyd edək ki, idarəetmə alqoritminin sintezi üçün müvafiq məqsəd funksiyasının seçilməsi vacib məsələdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, (2.24), (2.25) idarəetmə qanunları dinamik əks əlaqə ilə genişlənir, gecikmə tənlikləri və ya diferensial tənliklərlə təsvir olunur. Bu sinif modellərə bənzər riyazi formulların tətbiqinə yuxarıda baxılıb.

Attraktorların modifikasiyası xaos proseslərin idarə olunmasının vacib məsələlərindəndir, məsələn, periodik və əks əlaqəli xaos rəqslərin çevrilməsi. Bu cür məsələnin həll üsullarının tapılması lazer texnologiyası, kimya texnologiyasının, telekommunikasiya texnikası, biologiya, tibbin və s sahələrin inkişafına təkan verdi. Məsələn, lazerin iş qabiliyyətinə uyğun müxtəlif xaos rejimlərdə girişə zəif əks əlaqəni optik kanal ilə bərpa etmək olar. Nəticədə onunun əsas iş prinsipi saxlanılmaqla şüalanma gücünü artırmaq olar. Əksinə olaraq, kimyəvi texnologiyada prosesin xaos qarışması xüsusiyyəti reaktorun faydalılığını təmin edilməsi və reaksiyanın sürətinin artırılması və reaksiyadan əldə edilən məhsulun keyfiyyətinin artırılması məqsədinə xidmət edir. Buna əsasən, xaosun dərəcəsinin artması halında dügün məqsədli idarəetməni təmin etmək mümkün olmur. Tibbdə ürəyin müxtəlif tip aritmiyası, ürəyin qeyri-müntəzəm dəyişən ritmlərinin dərəcəsinin təyin edilməsində əks əlaqəli (geri qayıtma), müvafiq zaman aralığında xəbəredici impulsun verilməsi üsulu ilə işləyən elektrosimulyatorun istifadə olunması təklif edilir.

2.3. Xaos proseslərin idarəetmə üsulları

İdarəetmə prosesində idarəetmə signalının formalaşması zamanı bəzi funksiyalarının təsviri və qiymətlərinin nəzərə alınmaması əvvəlcədən seçilmiş $U(t)$ xarici signalın dəyişməsinin sistemə dərhal təsirinə səbəb olur və qeyri-xətti sistemdə hərəkətin dinamikliyini idarə etmək üçün qarışıq idarəetmə prinsipləri və ya

“siqnalın idarəetmə proqramından” istifadə olunur. Bu siqnalın sistemə müəyyən fiziki təsiri ola bilər. Xarici təsirin meydana gəlməsi sistemin müəyyən idarəetmə parametrlərinin dərhal dəyişməsinə səbəb olur. Bu yanaşma uyğun sadə realizasiya həyata keçirilən zaman burada hər hansı ölçmənin aparılması və ya ötrücülərin quraşdırılması lazım deyil. Bu fakt proseslərdə sürətli idarəetməni həyata keçirmək üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir, məsələn atom və molekulyar səviyyədə olan sistemlərin real zamanda vəziyyətinin ölçülməsi mümkün deyil.

Dinamik sistemlərdə periodik həyacanlanma siqnalının əhəmiyyəti çoxdan məlumdur. Məsələn, yüksək tezlikli rəqslərin xaotik vəziyyəti dəyişərək sabitləşməsi 20-ci əsrin birinci yarısında məlum idi. Bu fikir “vibrasiyalı mexanika”-nın əsasını qoydu. Qeyri-xətti sistemlərin hərəkətinə yüksək tezlikli rəqslərin təsirini analizi Kırilov-Boqalyubova metoduna əsaslanır. Parametrlərin modulasiyası və titrəyişli idarəetmə uydurma “titrəyişli” idarəetmə və Q.A.Leonovanın dəyişkən sabitləşmə araşdırmalarına, bir sözlə yüksək təsirli idarəetmə nəzəriyyəsində əsaslanır. Bu nəzəriyyədə, ədəbiyyatlarda müəyyən nisbi trayektoriya üzrə tarazlıq vəziyyətinin təyin olunması və yalnız sistemin sabitləşməsi məsələsinə baxılıb. Bu elmi nəşrlərdə sistemin dəyişən xassələri Lure (xətti dinamik alt sistemlərdə statistik qeyri-xətti əks əlaqə forması) şəklində təqdim olunur, diskret-sabit stoxastik giriş siqnalının titrəyişli idarəedilməsi təklif edilir. Bu mümkün təsir sistemin tarazlıq vəziyyətində ekvivalent qeyri-xəttilik yaradır və s. Bu elmi işlərdə [11] xüsusilə xaosun evristik meyarların istifadə olunub, sistemdə istənilən xaotik prosesləri aradan qaldırmaq üçün təsir imkanları araşdırılmışdır. Ədəbiyyatda orta həyacanlandırıcı təsirin sistemə aid təbii rəqslərin müəyyən tezlik intervalında dəyişməsinə təsiri geniş şəkildə araşdırılmışdır. Təyin olunmuş periodik hərəkətin müəyyən zaman anında parametr qiymətlərinin xaotik oblastda dəyişməsi periodik hərəkətdə xaotik rəqslərin formasının dəyişməsinə səbəb olur. Sadalanan məsələlərin əsas nəticələrini kompüterdə müəyyən proqramlar vasitəsilə modelləşdirmək olar.

İlk cəhdlər nəzəri anlayışlar V.K.Melnikov metodu [11-12]–dəki işlərdə “Duffing Holmes osilatoru”-nun öyrənilməsinə tətbiq olunub.

$$\ddot{\varphi} - c\dot{\varphi} + b\varphi^3 = -a\dot{\varphi} + d\cos(\omega t). \quad (2.32)$$

(2.32)- bərabərliyinin sağ hissəsində kiçik şiddətli, həyəcansız cari Hamilton sistemi təsvir olunub. Analitik Melnikov funksiyası sabit və qeyri-sabit müxtəlif kiçik həyəcanlanmalar arasındakı müddətin dəyişmə sürətini əks etdirir. Bunun əsasında dəyişən parametrlərin qiymətlərinə görə sistemin hərəkəti xaotik olur. Daha sonra, xaosun şiddətinin dəyişməsinə uyğun b qeyri-xətti parametrlərin yerinə $b(1 + \eta \cos \Omega t)$ funksiyası götürülüb və yeni Melnikov funksiyası tapılıb. Bu funsiyanın tədqiqində müxtəlif qiymətlər oblastının seçilməsi ilə müəyyən edildi ki, əgər Ω tezlik ω əsas həyəcanlanma tezliyinə yaxın seçilərsə xaotik hərəkətlərin tənzimlənmə bilər. Bu effekt eksperimentdə iki daimi cazibənin əldə olunması ilə elektromaqnit vibrasiya və optik sensorun qurulması zamanı təsdiqlənib. Son illər bu sahədə aparılan tədqiqatlar tələb olunan xarici təsirin səviyyəsinin azaldılması və arzu olunan dövrü tskilin əldə edilməsini ilə sistemin dayanıqlı trayektoriyasını təmin etmək və xaos üzrə təzyiqin keyfiyyətini yaxşılaşdırmasına yönəlib. Eləcə də Josepson keçidlərinin kompüter modelləşdirilməsi, bundan əlavə diskret zamanda sistemlərin idarə olunması, maye kristallarda baş verən proseslərdə, eləcə də eksperiment əsasında qeyri-stabil sistemdə müəyyən olunan faza dəyişmələri, həmçinin tezlik parametrləri ilə xaosun artması və xaos mühitinin daxildən azaldılması tədqiqatları da aparılmışdır [11]. Bundan başqa kvazidövrü həyəcanlanmanın nəticəsində periodik təsirin azalmasına yönələn araşdırmalar aparılmışdır. Eləcə də bir sıra elmi ədəbiyyatlarda təsadüfi proseslərdə, sistemə təsir zamanı həyəcanlanma parametrlərinin təyin edilməsi, spektral sıxlığı yüksək olan bir sistemdə rezonans amplituduna yaxın həyəcanlama tezliyi seçilməsi üçün V.K.Melnikov metodu istifadə olunub. İstənilən dövrü prosesdə həyəcanlanma ilə rezonansın artması baş verir. Xaotik proseslərdə attraktor trayektoriyalarına görə idarəetmənin seçilməsi ilə ayrı-ayrı dövrlər ilə eyni dövrlərə uyğun həyəcanlanmanın amplitudu əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Ədədi illüstrasiya yanaşmasının Lorens sisteminə tətbiqi ilə sistemdə yüksək nizamlılığın əldə edilməsi, Lorens sisteminin tərkibində otuz iki diffuziya-

əlaqənin olması müəyyən edilmişdir. Müxtəlif elmi məqalələrdə qeyri-sabit dövrü trayektoriyaların sabitləşməsi imkanları və dövrü hərəkət signalının tezliyinin sistemin xarakteristik tezliyindən çox aşağı olması qeyd olunub və xaos proseslərdə nazik dəmir qarışıqı olan qranat qatlarında ferromaqnit rezonansının qarşısını alma metodları da araşdırılmışdır.

Daha ətraflı şəkildə aşağıdakı metoda baxaq. Tutaq ki, obyektin idarəedilməsi modeli aşağıdakı kimidir:

$$\dot{x} = f(x) + Bu, \quad x \in \mathbb{R}^n, u \in \mathbb{R}^m. \quad (2.33).$$

Fərz edək ki, $m=n$ və $\det B \neq 0$ -dır. Əgər $x_*(t)$ -idarə edilən hərəkətin arzu edilən trayektoriyası, intuitiv formada həyəcanın seçilməsi:

$$u_*(t) = B^{-1}(\dot{x}_*(t) - f(x_*(t))) \quad (2.34).$$

$x_*(t)$ -funksiyasının seçilməsi sistemin xaos hərəkət tənliklərinə uyğun müəyyən edilir. $e = x - x_*(t)$ -xətə bərabərliyi, buna əsasən $\dot{e} = f(e + x_*(t)) - f(x_*(t))$. Əgər xəttləşən sistemin $A(t) = \partial f(x_*(t)) / \partial x$ matrisi ilə bərabər sabit qiymətlər əsasında λ -nın müəyyən qiymətləri üçün və bütün $t \geq 0$ qiymətləri üçün $A(t) + A(t)^T \leq -\lambda I$ şərti ödənilir. (2.33)-(2.34) bərabərliyinin həlləri qarşılaşdırılaraq (2.21)-də idarəetmənin məqsədi təyin edilir. Əgər $m < n$ və B -birləşmə matrisidir, aşağıdakı şərtlərdə eyni nəticə əldə edilə bilər: $(\dot{x}_*(t) - f(x_*(t)))$ vektor-funksiyasının ala biləcəyi qiymətlər əsasında B -matrisinin sütunlarını təşkil olunur. Sonra müvafiq idarəetməni $u_*(t) = B^+(\dot{x}_*(t) - f(x_*(t)))$ şəklində göstərmək olar, o şərtlə ki B^+ matrisi B matrisinin tərs matrisidir.

Ümumi şəkildə demək olar ki, bir sıra xaos proseslərin idarəetmə metodları indiyədək açıq konturda işlənib. Bu metodların çoxu xüsusi hallarda və tapşırıq modelləri üçün araşdırılır. Ümumi məsələ proqram signalının köməkliyi bir həyəcanlanma mühitində xaos rəqslərin amplitdunun azaldılması ilə xətalara aradan qaldırılmasının təmin edilməsidir.

FƏSİL III. SİNERGETİK İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNİN İQTİSADİYYATDA ROLU

3.1.Sinergetik iqtisadiyyat və onun əhəmiyyəti

Sinergetik iqtisadiyyat iqtisadi nəzəriyyələr sahəsi, əsasən müəyyən zaman müddəti ərzində iqtisadi təkamül, iqtisadi inkişaf prosesləri ilə bağlıdır. Sinergetik iqtisadiyyat xüsusilə, dəyişən qeyri-xətti sistemləri özündə birləşdirir və iqtisadi təkamül zamanı qeyri-xətti hallara, struktur dəyişmələrinə, bifurkasiya və xaosa diqqət çəkir. Bir sıra ədəbiyyatlarda bu mövzu ilə bağlı “iqtisadi analizin yeni üsulları” “xaotik iqtisadiyyat”, “sinergetik iqtisadiyyat” kimi mövzular tədqiq edilmiş və araşdırılmışdır.

Dinamik sistemlərin hərəkəti, xüsusi xarakteristikaları Haken tərəfindən sinergetik yanaşma ilə ifadə edilmişdir. Sinergetik iqtisadi yanaşma iqtisadi sistemin alt sistemlərin qarşılıqlı əlaqəsi ilə özlüyündə bütünləşməsi makroskopik formada öz-özünə təşkil olunması kimi müəyyən edilir. Bundan başqa sinergetik yanaşma ilə kaos zamanı kritik nöqtələrdə sistemin makroskopik hərəkətinin özlüyündə dəyişməsi və faza keçidlərində rəqslər arasında tarazlığın olmaması müəyyən edilmişdir. Sinergetikanın maraq sahəsi yalnız attraktorlar arasında kvazi-tarazlıq, tarazlıq, bənzər limit dövrü keçidləri ilə məhdud deyil. Sinergetika digər xüsusi sonlu forması olmayan keçidləri əhatə etməyə çalışır. Bu mənada sinergetik iqtisadiyyata sinergetikanın bir hissəsi kimi baxmaq olar. Xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, sinergetik iqtisadiyyat yaranmasında, ümumi sinergetika nəzəriyyəsinin, fundamental iqtisadi təkamül fikirlərin, Priqoqin və bir sıra elm adamlarının xidmətləri olmuşdur.

Əvvəlcə, biz müxtəlif iqtisadi məsələlər üçün sinergetik iqtisadiyyatın əhəmiyyəti, ümumi iqtisadiyyat və sinegetika arasındakı əlaqələri müəyyən etməliyik. Sinergetik iqtisadiyyat iqtisadi təkamül ilə bağlıdır və o özündə iqtisadi dinamika nəzəriyyəsinin bir hissəsini birləşdirir. Bu anlayış, “iqtisadi sinergetika” bir çox nəzəriyyələri özündə cəmləyir-biznes mərhələləri nəzəriyyəsi, iqtisadi artım nəzəriyyəsi, müxtəlif analitik üsullar və buna prinsipə uyğun müxtəlif nəzəriyyələr. Bu nəzəriyyələr və metodlar ənənəvi iqtisadi dinamika nəzəriyyəsinin məzmununu

təşkil edir. Bu mənada sinergetika iqtisadiyyatı əsas iqtisadi dinamika nəzəriyyəsinin davamını təşkil edir, iqtisadi hadisələrdə yekun nəticələr bu yeni nəzəriyyə çərçivəsində izah oluna bilər və əvvəlki nəzəriyyələri inkar edir. Sinergetik yanaşma baxımından xüsusi hallarda, yaradılmış iqtisadi dinamika nəzəriyyəsi universal deyil. Sinergetik iqtisadiyyatın iqtisadi təkamülün bütün məsələlərinin həll etməyə imkan verdiyini demək olmaz, lakin bu yeni nəzəriyyə iqtisadi proseslərdən bir sıra nəticələr çıxarmağa, dinamik iqtisadiyyatı izah etməyə, hətta bəzən dinamik iqtisadi prosesləri proqnozlaşdırmağa imkan verir, Ancaq ümumi iqtisadi nəzəriyyə və metodların köməkliyi ilə bəzi iqtisadi prosesləri izah etmək olmur. Sinergetik iqtisadiyyat iqtisadi hadisələrin kompleks izahı üçün yeni ümidverici istiqamət təklif edir.

İqtisadi hadisələri anlamaq üçün müxtəlif iqtisadi yanaşma, fikir mövcuddur. Ümumi iqtisadiyyat bəzi fundamental mexanizmləri, rəqabət, əməkdaşlıq və iqtisadi obyektlərin məqsədəuyğun idarəedilməsini təklif edir. Sinergetik iqtisadiyyatın əsasında bir neçə başqa konsepsiyalar dayanır. Məqsədəuyğun davranış anlayışı burada öz əhəmiyyətini itirmir və sabit, balanslı ənənəvi iqtisadiyyatın inkişafında fundamental rol oynayır. Ancaq sinergetik iqtisadiyyat bu konsepsiyanın ağırlıq mərkəzindən keçir, məsələn qeyri-sabitliyin ümumi iqtisadiyyata təsir etməməsi. Sinergetik iqtisadiyyata görə iqtisadi təkamüldə dayanıqsızlıq, qeyri-xəttilik baş verir, amma dayanıqlılıq və xəttlilik ümumi iqtisadiyyat üçün xarakterikdir.

Biznesin mərhələləri nəzəriyyəsi ümumi iqtisadi dinamika nəzəriyyəsinin əsas predmetidir. Bu nəzəriyyə sinergetik iqtisadiyyat üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Ancaq son illər formal endogen tsikl nəzəriyyəsinə maraq həqiqətən də artmışdır. Biz çoxlu iqtisadi mexanizmlərin tətbiqinin xaosun yaranmasına səbəb olmasını müəyyən edə bilərik. Biznes mərhələlərində iqtisadi və siyasi faktorlar arasında qarşılıqlı əlaqələr qeyri-xətti ola bilər və biznes mərhələlərində planlanmış iqtisadiyyat rəqabətsiz ola bilər. Ümumi iqtisadi dinamika nəzəriyyəsi çərçivəsində yox, endogen mexanizmlərin köməkliyi ilə iqtisadi məlumatların nizamsız dinamikası müəyyən formada izah oluna bilər. Müasir qeyri-xətti dinamik xaos nəzəriyyəsi yaranması bir qədər anlaşılmaz oldu. Xaos konsepsiyaları özlüyündə iqtisadi dinamika nəzəriyyəsi

üçün tamamilə yenilik idi. Sinergetik iqtisadiyyat iqtisadi sistemlərdə endogen xaosun öyrənməsi üçün müəyyən analitik üsullar təklif edir. Çünki, istənilən iqtisadi sistemin təkamülü zamanı xaos yaranır. Xaosun mövcudluğu faktı o deməkdir ki, dəqiq iqtisadi proqnozlaşdırma mümkün deyil.

Sinergetik iqtisadiyyat stoxastik proseslərin iqtisadi təkamülə təsiri anlayışını meydana gətirdi. Buna əsasən, əgər dinamik sistemdə dayanıqlılıq yaranırsa, onda dayanıqsız təsirlərin keyfiyyətli iqtisadi analizə təsiri sıfır səviyyəsindədir, onları nəzərə almamaq olar və bu nəticələrin sadələşdirilməsi üçün vacibdir. Belə ki, ümumi iqtisadi yanaşmada, sistemin dayanıqlılığını məqsədyönlü şəkildə təmin edilməsi, kiçik dalğalanmaları aradan qaldırması üstünlük təşkil edir. Ancaq əgər sistem dayanıqsızdırsa xaosun təsirinin təhlili çox çətin olur. Dinamik sistemlərin hərəkətlərində kiçik dalğalanma əhəmiyyətli dərəcədə dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, qeyri-sabitliyin aradan qaldırılması məsələsi Karl Marks, Keynes, Şumpeter və digər iqtisadçıların tədqiqatlarında öz əksini tapmışdır, bu iqtisadçılar dayanıqsızlığın səbəbini müxtəlif cür izah etməyə çalışıblar. Sinergetik iqtisadiyyatda iqtisadi inkişafın gedişinə “baxış” Şumpeterin iqtisadi inkişafı ilə bağlı baxışlarına çox bəzərdir. İnnovasiya təkanlarını Şumpeter “güc mənbəyi” kimi qəbul etmişdir, sistemdə keyfiyyət dəyişikliyinə səbəb: innovasiyasız iqtisadiyyatın durğunluq vəziyyətində qalmasıdır, innovasiya təkanları isə xaosa gətirib çıxara bilər. Lakin bu o demək deyil ki, sinergetik iqtisadiyyat hər şeyi izah edə bilər, ancaq bir sıra hallarda eyni problemə aid fikirlər Şumpeterin işlərindəki fikirləri ilə üst-üstə düşə bilər, gedən proseslərin izahı müxtəlif ola bilər və bu fərqə “müxtəlif anlaşma səviyyəsində” şərtlər qoyula bilər. Nəticələri sinergetik iqtisadiyyatın real iqtisadi göstəricilərdən istifadə edib yoxlamaq olar. Riyaziyyat sinergetik iqtisadiyyatda mühüm rol oynayır. Riyazi dəqiq ifadələr bu dinamikliyi, dövrü inkişafı, xaos və s. –ləri başa düşmək üçün bizə kömək edir.

Müxtəlif müəlliflərin əsərlərində iqtisadi təhlildə qeyri-dəqiq informasiya və qeyri-rasionallığın rolu müəyyən edilmişdir. Məsələn, Simon təqdim olunan mürəkkəb xaotik hərəkətin trayektoriyasına uyğun məhdud səmərəliliyi və istehsalın

səviyyəsinin qənaətbəxş olmasını müəyyən etdi. Simona görə optimal strategiyanın hesablanması mürəkkəbliyi səbəbi ilə iqtisadi subyektlərin optimal strategiyası tapıla bilməz, bunun əvəzinə məqsədəuyğun istehsal səviyyəsi seçilir. Xaotik hərəkət imkanları görə Simonun məhdud səmərəlilik şərhini başqa istiqamətlərdə izah edilə bilər.

Sinergetik iqtisadiyyat sistemin müxtəlif səviyyələrində qarşılıqlı dəyişən müxtəlif təsirlərə diqqət yetirir. Belə ki, bu cür qarşılıqlı əlaqələrin və “sistemli analizi”nin əhəmiyyəti sosial təkamül proseslərini anlamaq üçün imkanlar yaratdı. Sistemli təhlildə dayanıqlılıq aydın şəkildə müəyyən edilir. Bu baxımdan sinergetik iqtisadiyyat hələ də ümumi iqtisadiyyat çərçivəsində müəyyən olunur.

İqtisadiyyatda qeyri-xəttilik və dayanıqsızlıq yeni müzakirələrə gətirib çıxara bilər. Müxtəlif incə məsələlərdə bir sıra suallara iqtisadi nəzəriyyə uyğun daha həqiqətə yaxın cavab tapmaq çətin olur. Xaosun mövcudluğu iqtisadi nəzəriyyəyə öz təsirini göstərir. Bu nəzəriyyələr klassik yolla, nəzəri deyilənləri formullarla ifadə edilməklə və eksperimental formada məlumatlar yoxlanıldıqdan sonra öz təsdiqini tapır. Əgər iqtisadi hadisələrdə xaotiklik varsa, uzunmüddətli proqnozların verilməsi əslində qeyri-mümkün olur, yəni bu prosesdə nəzəriyyənin yoxlanılması proseduru çox çətin olur. Bundan başqa sinergetik iqtisadiyyat ümumi iqtisadiyyatın inkişafında əhəmiyyətli dərəcə mənfi rol oynaya bilər. Sübut olub ki, bu nəzəriyyə ilə öncədən az-çox dəqiq proqnozlar vermək mümkün olmur, daha incə modellərin inkişafı və daha dəqiq qiymətləndirmə parametrlərinin olması təqdirində məsələlər həll edilə bilər. Həmçinin xaos konsepsiyasının yalnız ümumi ekonometrikaya deyil, həm də bütün iqtisadiyyata mənfi təsiri ola bilər. Əgər klassik iqtisadiyyatın vəzifəsi yalnız iqtisadi hadisələri tarixi və digər aspektlərdən izah etmək idi, lakin müasir iqtisadiyyatda isə proqnoz arqumentləri üçün bazislərin yaradılması məsələsi həll olunur, ancaq xaos faktının olması gələcək proqnozlaşdırma cəhdlərində səhvlərə gətirib çıxara bilər.

Bəzi sinergetik tipli yeni iqtisadi nəzəriyyələri aydınlaşdırmaq üçün xüsusi qiymətləndirmə aparılır, daha sonra biz biliyin toplanmasını müasir nəzəriyyənin

timsalında görəcəyik. Lakin, bu illüstrasiyaya- yalnız məsələlərin eskizi kimi ümumi formada baxıla bilər. Eləcə də fiziki kapitalın toplanması iqtisadiyyatın, fərdi və ya ictimai biliyin toplanması isə fəlsəfi elmlərin əsas mövzu hesab edilə bilər. Müxtəlif ədəbiyyatlarda biliyin artımı bir sıra nəzəriyyələrdə təqdim edilir. Bu cür yanaşmaların Popper, Kuhn və Lakatos tərəfindən müzakirəsi aşağıda verilmişdir.

Fəlsəfə elminə uyğun mühüm yanaşmanı Popper təklif etmişdir. Popperin yanaşmasının mərkəzi qeyri-müəyyənlik konsepsiyası anlayışı dayanır. O, müəyyən etmişdir ki, empirik müşahidələr, elmi ümumiləşdirməni heç vaxt yarada bilməz, çünki elmi nəzəriyyə çoxlu sayda müşahidələri özündə əks etdirmir və biz iqtisadi proses zamanı müşahidələrlə bu nəzəriyyə arasında ziddiyyətin olmayacağından əmin ola bilmərik. Ancaq nəzəriyyənin uğurlu sınağı əsasında biz onu inkar edə bilmərik. Belə uğurlu sınaqlara nəzəriyyə əsasında əldə olunan “faktları” aid etmək olar, onlar əsas nəzəriyyənin sübutu imkanlarını artırır. Popperə görə inkar və bir sıra meyarlar elmi və ya qeyri-elmi yolla müəyyən edilə bilər. Elmi təkliflər bir sıra prinsipləri rədd edə bilər. Popperə görə biliyin toplanmasında bəzi faktlar nəticəni inkara gətirib çıxarır. Popperin sözlərinə görə, elmi bilik-hər hansı aşkar tətbiqin nəticəsi deyilsə, bu bilik deyil, lakin, ümumiləşdirmələrin yalnız əsas hissəsi onların doğruluğu müəyyən edir və sadə ümumiləşdirilmələrin baza hissəsi yaranana qədər onları inkar etmək cəhdləri baş tutmuşdur. Elm saxta fərziyələrin inkarı və aradan qaldırılması yolu ilə inkişaf edə bilər. Digər tərəfdən də təsadüfi halda qeyri-elmi mövqelər inkar edilmir.

Fəlsəfi elmin digər yanaşmasını Tomas Kun təklif etmişdir. O, fundamental konsepsiya kimi elmi biliyin artımı fenomenini izah etmək üçün “normal elm” anlayışından istifadə etmişdir. Burada “normal elm” “müəyyən elmi ictimaiyyətlərin keçmiş elmi nailiyyətlərinə söykənən, ,gələcəkdə praktiki istifadə etmə zərurəti olan tədqiqatlar” deməkdir. Bu paradigmaya nümunə kimi Aristotelin “Fizika”, Nyutonun “Prinsipləri” və Lavuazenin “Kimya” qeydlərini göstərmək olar. Yeni paradigma “normal elm” anlayışı olduqca təzə idea olduğundan, bu paradigma sadıq tərəfdarları qrupa cəlb etməyə və alimlər tərəfindən bütün növ problemlərin həllini əhatə etməyə imkan verdi. Normal elm bir sıra xüsusiyyətlərə malikdir, bunlara müəyyən mənada

tənqid olunan fikirlər, inkar edilə bilməyən fikirlərin və bir sıra istifadə edilməsi vacib olan metodlar aiddir. Onlar normal elmin yaranmasında intizam mühitini təşkil edir. Normal elmlə məşğul olan alimlər çox sərt qadaları ifadə edə bilmirlər, məsələn buna uyğun aşağıdakı nümunələrə nəzər salaq. Kuna görə tənqidi olmayan bu nəzəriyyəni bir sıra məsələlərin həlli və real dünyada çoxlu sayda detalları araşdırmaq üçün tətbiq etmək olar. Bu fikir Popperin nəzəriyyəsindən fərqlənir. Ancaq Kuna görə, alimlər bütün vaxtlarını əsas məsələlərin araşdırılmasına həsr etsələr, onda onlar heç vaxt “kiçik” problemlərin tədqiqini apara bilməzlər. Məhz normal elm sahəsində xüsusi formaların təqdim olunması inkar edilən fikirlərin araşdırılmasına və elmi ictimaiyyətin formalaşmasına səbəb olmuşdur. Nəzəriyyədəki əsas müddəaları qəbul etməyənlər elmi ictimaiyyətə aid edilmir. Hələ uzun müddət də normal elmin inkişafı olduqca “stabil” olacaq. Lakin, zaman-zaman bu paradigma baxımından izah edilə bilinməyən anomaliyalar və ya müəyyən faktların meydana gəlməsi səbəbi ilə böhran vəziyyəti yarana bilər. Əksər hallarda anomaliya rədd edilə bilər: bu sadə faktları nəzəriyyə izah edə bilmir. Anomaliyalar nəticəsində böhran baş verə bilər, yəni, paradigma əsasında anomaliya yarana bilər, anomaliyanın yaranmasında xarici xarakterili təsirlərin xüsusi rolu var. Kun paradigmasında ziddiyyətlərin yaranması zamanı alimlərin məsələnin həll yollarını tapmaqda çətinlik çəkdiyini vurğulayır. Buna görə də alimlər artıq bu paradigmanı nəzərə almırlar. Digər tərəfdən Kuna görə, nəzəriyyənin dəyişməsi, nəzərə alınmaması böhran yarana bilər. Bu halda çox daha mürrəkəb strukturda nəzəriyyə yaradılır, ancaq mürrəkəbliyin artması nəticələrin dəqiqliklə əldə edilməsinə təsir edir. Nəhayət aydın olur ki, sistemdəki təməl səhvlər və anomaliya uzunmüddətli böhranın yaranmasına səbəb olur.

Çoxlu sayda tez-tez paradigma və əlaqə dəyişiklikləri adətən böhranla nəticələnir. Alimlər hesab edir ki, təsadüfi cavab axtarışının, normal elmdə, hətta fəlsəfədə yeri yoxdur. Bu paradigmanın əlaqəndirilməsi ilə yeni təsadüfi prinsiplər əmələ gəlir. Popperə görə elmi inqilablar təkcə ziddiyyətlər əsasında baş verir, Popperin fikrincə, nəzəriyyənin yoxlanılması zamanı əldə edilən bilik və faktlar əsasən ziddiyyətlərin aradan qaldırılması mütamadi olmalıdır.

Lakatos Popper və Kunun yanaşmalarından əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənən fərziyələr irəli sürmüşdür. Onun məqsədi Popper sxemin, uğursuz hesab etdiyi nəzəriyyənin, tədqiqat proqramının modifikasiyası ilə digər meyarlara əsaslanan nəzəriyyənin yaradılması idi. Tədqiqat proqramı iki əsas hissədən ibarət idi: sərt təməl və tam evristik hissə. Daha əvvəl irəli sürülən fərziyələr sərt təməldən ibarət olub, tədqiqat proqramı zamanı inkar edilə bilmir. Tam evristika hissəsi məsələləri həll etmək üçün güclü bir texnika hesab olunur. Bu məsələlərin əvvəlcədən hazırlanmış planına uyğun olaraq anomaliyaların aradan qaldırılması ilə həlli nəzərdə tutulur. Əgər tədqiqat proqramını əvəz edə biləcək daha yaxşı proqramlar varsa, o rədd edilə bilər. Yeni proqramda hər şey izah edilməlidir və yeni proqramda bəzi yeni faktları köhnə proqrama uyğun proqnozlaşdırmaq olmaz. Bu meyar nəzəriyyədə sürətli modifikasiyaya, kiçik ziddiyyətlərin yaranmasına səbəb olur, çünki o daha dözümlü deyil, geniş ehtimal olunan proqnozların verilməsinə ciddi tələb olmasına baxmayaraq Popper meyarları təkzib olunur. Lakatosun yanaşmasına uyğun olaraq, Kun məsələlərin həll yolu bugünkü anomaliyaların nəzəri təhlilinin aparılması ilə müəyyən edilir. Elmi yolla anomaliyaların aradan qaldırılması üsullarının müəyyən edilməsi həm də riyazi problemdir.

Sinergetik iqtisadiyyat baxımından iqtisadi rəqabət və planlaşdırma. Bu gün sosialistlər və kapitalistlər arasında intellektual və siyasi çekişmələr, mübarizələr daha sərt şəkildə davam edir. Bunun əsas səbəbi ondan ibarətdir “kapitalist ölkələr” çoxsaylı dövlətlərin iqtisadi sistemə müdaxilə edirlər, “sosialist ölkələr” isə özündə rəqabət mexanizmlərini tətbiq edir. Dünyada qarışıq tipli iqtisadiyyat üstünlük təşkil edir. Çünki rəqabət qabiliyyətli və planlı sistemlərin də həm üstün, həm də mənfi cəhətləri var, həmçinin bu mexanizmin üstünlüyü haqqında ümumi nəticə yoxdur.

Biz sinergetik iqtisadiyyat baxımından iqtisadiyyatın rəqabət və planlaşdırma mexanizmlərini müzakirə edəcəyik. İqtisadçılar kapitalizm cəmiyyətinin çox fərqli şəkildə görür. Məsələn, Karl Marks, Şumpeter və Keyns rəqabətli iqtisadiyyatı dayanıqsız sistem kimi təsvir edirlər. Müasir iqtisadiyyata görə isə iqtisadi sistemin rəqabətli olub-olması real situasiyadan asılıdır. Digər tərəfdən müasir neoklassik

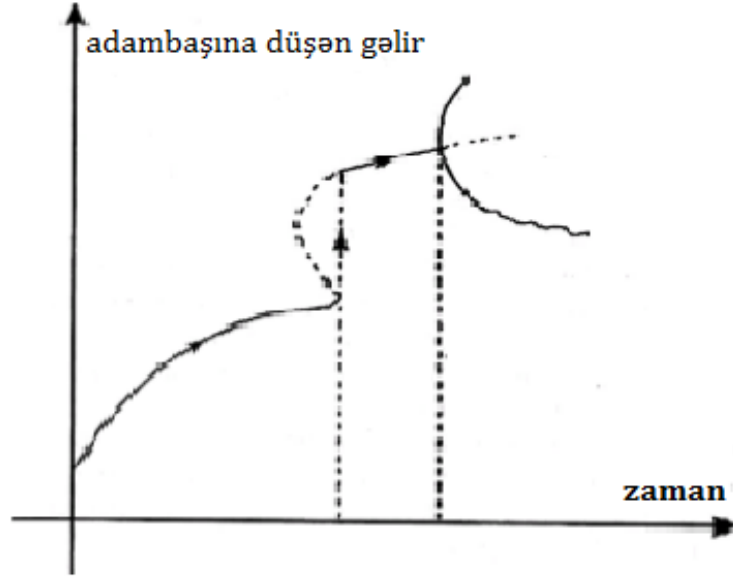
nəzəriyyədə kapitalist cəmiyyətdə davamlı iqtisadi artım ehtimal olunur. Bu mövzuda Marks, Şumpeter, Keyns kimi iqtisadçılar hesab edirlər ki, qeyri-sabit kapitalist cəmiyyətdə qeyri-sabitlik mənbələri və onların cəmiyyətə təsiri tam fərqlidir. Sinergetik iqtisadiyyat baxımından iqtisadi sistemdə təkamül həmişə sabit olmaya bilər. Sistemdə təkamül həmişə xarici və daxili qüvvələrin təsiri ilə dəyişə bilər. Sistemin xarici parametrlərinin bəzi kritik dəyərlər alması sistemin anidən strukturunun dəyişməsinə və ya xaosun yaranmasına səbəb ola bilər. Düzgün rəqabətin çox müsbət tərəfləri var, kapitalizm cəmiyyətində potensial qeyri-sabit şərait ideal rəqabəti uzun müddət ərzində təmin edə bilər. Rəqabət sisteminin dayanıqsızlığı insanlar arasında bərabərsizliyə gətirib çıxara bilər. Çünki iqtisadi sistem üçün xaos səciyyəvidir, hər kəsin hər zaman şansını sınamaq üçün şansı var. Uğur və uğursuz əvvəl biriləri, sonra başqaları düşə bilər. Belə ki, kapitalist iqtisadiyyatında qeyri-sabitliyin nəticəsi kimi bəzi insanlar bir dəfə uğur qazanmaqla heç işləmədən varlı ola bilər, bəziləri isə daima ağır işlərdə çalışıb çox kasıb yaşaya bilər. Xaosun mövcud olması səbəbiylə, rəqabət mexanizmlərinin köməkliyi ilə qeyri-bərabərliyin qarşısını almaq olmaz. Məhz buna görə də insanlar bilir ki, belə bir iqtisadi sistemdə onların müsbət mənfəət əldə etmək şansı var, buna görə də onlar yeniliklərin tətbiqi və iqtisadi səmərəliliyin artırılması üçün səylər göstərirlər. Bu baxımdan sinergetik iqtisadiyyat Şumpeterin iqtisadi yanaşmasına çox oxşardır. Müsbət mənfəət əldə etmək üçün yönəlmiş bütün səylər ümumilikdə sistemi dayanıqsız vəziyyətə gətirə bilər. Aşkar şəkildə insanların səylərinin dayanıqsızlıq arasındakı əlaqəsini fərqləndirmək mümkün deyil. Məhz bu israrlı səylərin və qeyri-sabitliyin arasında mürəkkəb qarşılıqlı fəaliyyətin nəticəsi kapitalist sisteminin davranışında həmişə əks olunur. Bu tip quruluşlar insanlar arasında bərabərsizliyin çox böyük səviyyədə artmasında imkan vermir. Çünki sırf rəqabət mexanizmi ilə bərabərsizliyin qarşısını almaq mümkün deyil, ideal kapitalizm cəmiyyəti həmişə mövcud ola bilməz, çünki belə bir mexanizm cəmiyyətdə fərdlər və ya firmalar arasında bərabərsizliyin böyük dərəcədə olmasını dəstəkləmir.

Sinergetik iqtisadiyyat görə dinamik iqtisadi sistemlərdə qeyri-sabitlik, dayanıqsızlıq gözlənilməz struktur dəyişikliklərinə, xaosa gətirib çıxara bilər. Bu böhranın aradan qaldırılması üçün sabitləyici rəqabət sistemi təqdim edilməlidir. Davamlı sabitləşmə siyasətinin vasitəsilə kapitalist cəmiyyəti dövlətin məhv olmasının qarşısını ala bilər. Kapitalist cəmiyyətində depressiyanın yaranması zamanı müvafiq tədbirlərin görülməsi istehsalın kəskin azalmasının qarşısını ala bilər. Keynsə görə sabitləşdirici faktor dövlət olmalıdır, məsələn bəzi sosial problemlər dövlətin xüsusi fəaliyyəti nəticəsində həll edilə bilər. Keynsin fikrincə mürəkkəb iqtisadi təkamül müvafiq müdaxilə ilə inkişaf edə bilər. Bu optimizm keynsçiliyə xasdır, çünki bu nəzəriyyəçilər hesab edirlər ki, dövlətin iqtisadiyyata müdaxiləsi iqtisadiyyatın həmişə davamlı, dayanıqlı olmasına zəmanət verir.

Kapitalist iqtisadiyyatı qeyri-sabit olduğundan, Marks tərəfdarları kapitalist cəmiyyətinin üzləşdiyi problemləri mərkəzləşdirilmiş planlı sistem kimi həll etməyi təklif edirdilər. Marksistlər hesab edirdilər ki, xaotik iqtisadi həyatı mərkəzləşdirilmiş qaydada planlaşdırıb idarə etməklə dayanıqlı iqtisadi həyatla əvəz etmək olar. Bu halda cəmiyyətdə bütün insanlar və dövlət hər cəhətdən bərabərlik şəraitində formalaşır. Onlar hesab edirlər ki, demokratiya yalnız sosialist cəmiyyətin əsas xüsusiyyətlərindəndir. Rəqabət mərkəzləşdirilmiş planlaşdırma ilə əvəz edilərsə, bu halda nəinki kapitalist, sosialist iqtisadiyyatın sürətli inkişafı baş verəcək. Sosialist dövlətlərin ən mühüm xarakteristikaları ictimai xoşbəxtliyin maksimum dərəcədə olması, ümumiyyətlə, asanlıqla əldə edilə bilər. Belə bir nəzəriyyə yoxdur: Sosializm cəmiyyətində iqtisadi sistemin dayanıqsızlığının qarşısını almaq asandır və eyni zamanda səmərəliliyə və sabitliyə nail olmaq mümkündür. Əgər səmərəlilik təmin edilmərsə, onda uzun müddət sabitlik itirilir. Bu halda müəyyən edilməlidir ki, qeyri-sabit şəraitdə sosializm məqsədlərinə necə çatmaq olar.

Sinergetik iqtisadiyyat baxımından inkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan iqtisadiyyat modeli. İqtisadi inkişaf–tez-tez uğula və uğursuzluqla müşahidə edilən, eyni zamanda çox mürəkkəb struktura malik bir prosesdir. Bu prosesin təhlili zamanı müxtəlif müəlliflər iqtisadi inkişafın müxtəlif aspektlərinə diqqət çəkmişlər.

Sənayeləşmə səviyyəsi, orta gəlir və digər amillərə görə iqtisadi sistemi inkişaf edən və inkişaf etməyən kimi təsnif etmək olar. Doğrusu, iqtisadiyyatı iqtisadi cəhətdən inkişaf etmiş və ya iqtisadi cəhətdən inkişaf etməmiş kimi təsnifləşdirmək də özlüyündə çətin məsələdir. Buna səbəblərdən biri də odur ki, “inkişaf” da özü nisbi anlayışdır, çünki inkişaf etməkdə olan ölkələrdə iqtisadi mexanizm inkişaf etmiş ölkələrdə olduğu kimi mükəmməl işləmir.



Şəkil 3.1. İqtisadi yüksəliş

İnkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkələr qarşısında dayanan əsas problemlər çox müxtəlifdir. İnkişaf etməkdə olan ölkələr adətən, mühitin çirklənməsi, istehsal səmərəliliyinin aşağı olması, aşağı gəlir, korrupsiya və s. problemlərlə üzləşirlər. İnkişaf etmiş ölkələrdə isə yüksək infilyasiya, işsizlik və s. problemləri yaranır. Bu problemlər özündə müxtəlif narahatlıqları əks etdirir, onlara iqtisadi inkişafın müxtəlif səviyyələrində rast gəlmək olar. İqtisadi inkişafda bir sıra çətinlikləri aradan qaldırılması məqsədi ilə müəyyən metodların yaradılması üçün sinergetik iqtisadiyyat vasitələrindən istifadə edilir.

İqtisadi inkişaf zamanı struktur dəyişikliklərini təsvir etmək üçün amerikalı tarixçi Rostou iqtisadi “yüksəliş” anlayışını təqdim etmişdir. İqtisadi yüksəlişdə köhnə məhdudiyyətlərin aradan qaldırılması zamanı istehsalın sürətlə artması baş verir, beləliklə, iqtisadi yüksəliş fasiləsiz və uzun müddətli olur. Sinergetik iqtisadiyyat

baxımından şəkil 3.1-dəki iqtisadi “yüksəlişi” şərh edək. Nisbətən qısa müddət ərzində “yüksəliş” kritik fazada təyin oluna bilər, baş vermiş struktur dəyişikliklərinin xarakteri bütün sistemin ümumi strukturundan asılıdır. Əgər sistem kritik vəziyyətə yaxın deyilsə, bu halda bir faktorun inkişafı struktur dəyişikliklərinə səbəb ola bilməz. Müəyyən zaman müddətində sistem kritik vəziyyətə yaxındırsa, onda struktur dəyişiklikləri bir çox amillərlə bağlıdır. Məsələn, Rostou–ya görə Britaniyada iqtisadi “yüksəliş” 1783-cü ildən sonra iki on illik, Amerika və Fransa inqilablarına qədər davam edib. Bu nisbətən sürətli yüksəlişə əvvəlcədən hazırlıq yüz illər boyu ziddiyyət təşkil etmişdir. İqtisadi yüksəlişə hazırlıq mərhələsi erkən və orta əsrlərdə uzun müddət davam edib, dövrdən asılı olaraq müəyyən müddət ərzində əzmkarlıq və işçinin əmək intizamına xüsusi diqqət məhsuldar qüvvələrin təşkilati modelinin yaranmasına səbəb olub. Avropa və Amerikada sənayeləşməni hazırlayan amillər sırasına kapitalizm dövründə bankirlər, orta əsrlərdə Renessans dövrünün tacirləri, XVI əsrdən sonrakı dövrdə müstəmləkəçilik siyasəti, protestanlara qarşı münasibət, dövlətin rəqabət qabiliyyətinin yaranması, xüsusi ilə elm sahəsində XVII və XVIII əsr fəlsəfi ənənələrdən imtina edilməsi aid edilə bilər. Çoxları elə düşünür ki, inkişaf etməkdə olan ölkələrdə əgər kifayət qədər maliyyə dəstəyi, münbit xarici və daxili şərait varsa iqtisadi yüksəliş əldə edilə bilər. Lakin sinergetik iqtisadi yanaşma baxımından kritik nöqtəyə yaxınlaşdıqca sistemdə struktur dəyişiklikləri baş verir. Digər tərəfdən sistem dayanıqlı olarsa, parametrlərin kiçik dəyişməsi iqtisadi durumun da kiçik dərəcədə dəyişməsinə səbəb ola bilər. Kritik yanaşma baxımından bütövlükdə sistemin müəyyən edilmiş struktur və ya hər hansı strateji dəyişikliyin olması ehtimalı çox azdır, hər hansı bir cəmiyyət bir çox digər aspektlərə görə qəfil struktur dəyişikliklərinə hazır deyil, ona görə də sadəcə iqtisadi inkişaf struktur dəyişikliklərinə səbəb kimi xarakterizə oluna bilməz. Heç bir xarici dəyişiklik cəmiyyətə təsir göstərə bilməz, əgər ümumilikdə o bu dəyişikliklərə hazır deyilsə. İqtisadi inkişafda struktur dəyişiklikləri bir çox amillərə görə müəyyən edildiyi üçün, bir vəziyyətdən digər bir vəziyyətə keçid zamanı cəmiyyətin transformasiya prosesi oduqca uzun müddət davam edir.

İnkişaf etmiş ölkələrdə bəzi siyasətçilər iqtisadi inkişafın yalnız müəyyən xüsusi amillərini dəyərləndirirlər, məsələn, Çin rəsmiləri hesab edirlər ki, əgər mərkəzi dövlət düzgün iqtisadi qərarlar qəbul etsə, onda Çinin iqtisadi islahatları uğurla nəticələcək, məhz iqtisadi inkişaf üçün hökumət müxtəlif təklifləri analiz edir. Lakin sinergetik iqtisadiyyat baxımından iqtisadi inkişaf sadəcə bir sıra iqtisadi amillərlə müəyyən edilə bilməz. İqtisadi struktur müxtəlif iqtisadi və sosial dəyişiklərin qarışılmalı fəaliyyəti ilə müəyyən edilir. Ona görə də hökumət üçün uzun müddətli planlaşdırmada ictimai qurumların quruluşları və əhalinin potensial səviyyəsi daha vacibdi, nəinki istehsalın planlaşdırılması və inflasiyaya nəzarət. Düzdür biz deyirik ki, inflasiya səviyyəsi və istehsalın strukturunun sürətli dəyişməsinə nəzarət ictimai təsisatların strukturu və əhalinin struktur səviyyəsi ilə müqayisədə daha vacibdir, bu o demək deyil ki, biz onları nəzarətdə saxlamaqla iqtisadi inkişafı əldə edə bilərik, Lakin biz görürük ki, yalnız inflasiyaya nəzarət və ya istehsalın uzunmüddətli planlaşdırılması iqtisadi “yüksəlişi” müəyyənləşdirə bilməz.

3.2.Sinergetik idarəetmə sistemləri

Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsinin iki əsas inkişaf istiqaməti var.

■ Optimal nəzəriyyələrdən istifadə etməklə kibernetika əsasında abstrakt-riyazi yanaşmanın formalaşdırılması nəticəsində adaptiv və təmzimpləyici idarəetmənin həta keçirilməsi. Buna əsasən sistemin əsas strukturuna, “giriş-çıxış”, ötürmə funksiyası, tezlik xarakteristikaları aid edilir.

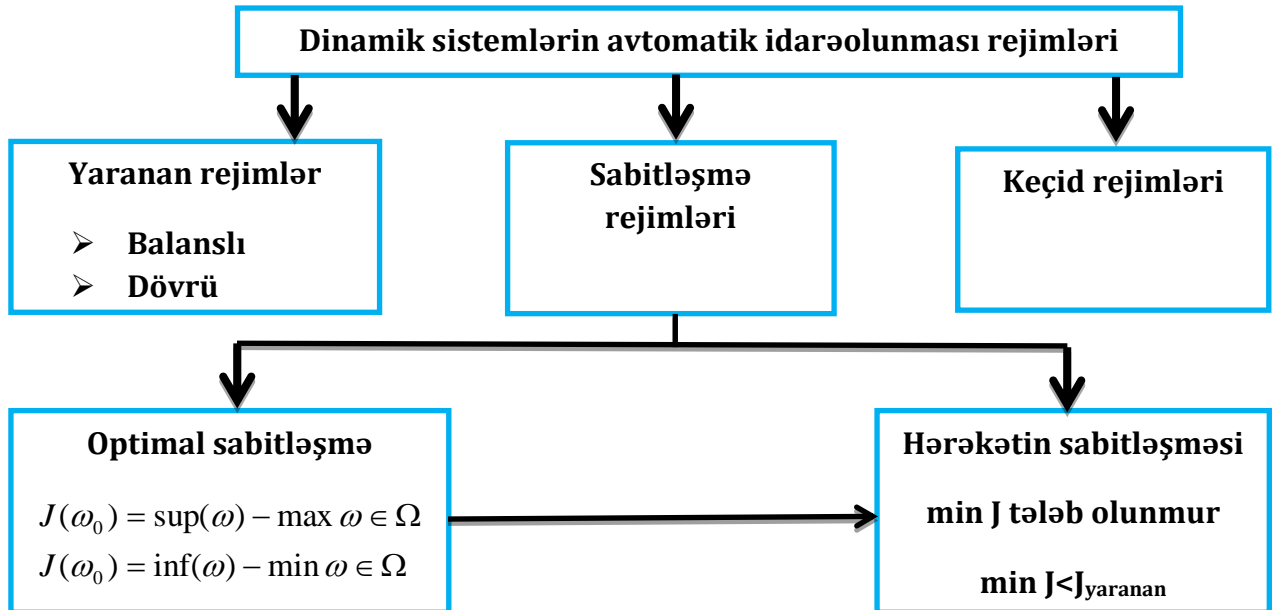
■ İnvariant (sinergetik) idarəetmə nəzəriyyəsindən istifadə etməklə sinergetikanın öyrənilməsi əsasında fiziki strukturun formalaşdırılması, bura öz-özünə təşkil olunma, qeyri-xətti dinamika, attraktorlar, xaosdan nizamlılığa nəzəriyyəsi, tarazlıqda olmayan açıq sistemlər nəzəriyyəsi daxildir..

Sistemin inkişafının müxtəlif mərhələlərində idarəetmə üçün müxtəlif görkəmli alimlərin müəllifi olduğu qeyri-xətti dinamikanın müəyyən prinsip və anlayışlarından istifadə edilir.

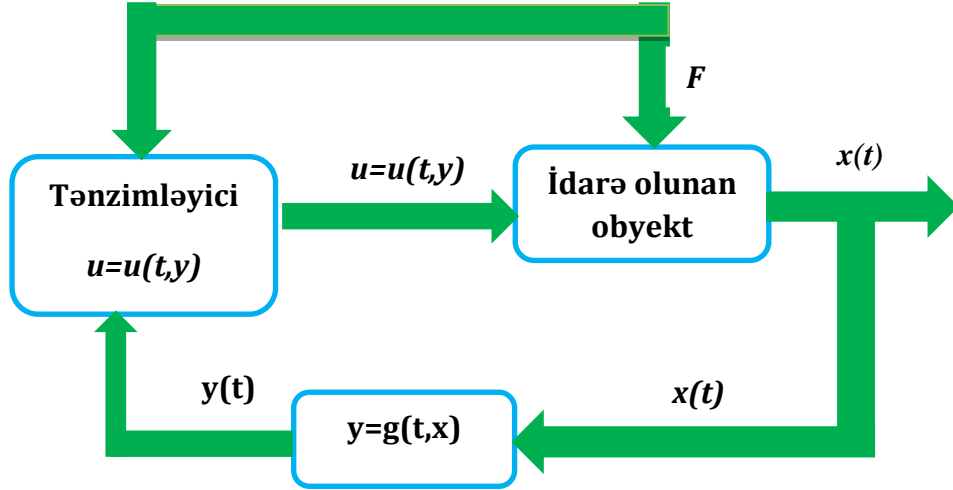
■ Güc və implus vektoru anlayışı (İ.Nyuton).

- Variasiya prinsipi, skalyar kinetik enerji və güc funksiyası anlayışı (J.L.Laqranj və V.R.Hamilton).
- İnvariantlıq nəzəriyyəsi, asimptotik dayanıqlılıq nəzəriyyəsinin diferensial tənliklər səviyyəsində faza fəzasında strukturu (A.Poincare,A.Lyapunov).
- İnvariantlıq nəzəriyyəsi, asimptotik dayanıqlı hərəkət, attraktorlar nəzəriyyəsi, faza fəzasının strukturunun ümumi nəzəriyyəsi (Q.Haken,A.Kolesnikov).

Hal-hazırda fundamental nəzəriyələrin ən vacib istiqamətlərinə idarəetmə məsələlərinə sinergetik yanaşma, ekstrapolyasiya ilə öz-özünü tənzimləmə nəzəriyyəsi, sistemin idarədilməsində qeyri-səlis və neyron şəbəkə nəzəriyyəsi və s. aiddir. Akademik A.Krasovski, bu görkəmli alimin sözlərinə görə “Son 30 ildə avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsinin inkişafında avtomalaşdırılmanın təcrübədə çətin əldə edilməsinə görə disbalans və təhriflər yaranmışdır”. Bir tərəfdən idarəetmə məsələlərinin riyazi istiqamətində sürətli inkişaf baş verir, digər tərəfdən isə bir sıra istiqamətlərin modellərində boşluqlar var, idarəetmə prosesinin ümumi qanunauyğunluqlarını axtamaqdan imtina bir çox avtomatlaşdırılmış sistemlərinin keyfiyyət göstəricilərində böyük nailiyyətlərin əldə edilməməsinə səbəb olur. Ona görə də energetik, informasiya, fiziki və digər model və meyyarlarındakı məhdudiyyətlər nəzərə alınmalıdır.



Şəkil 3.2. Sistemin idarədilmə rejimlərinin strukturu

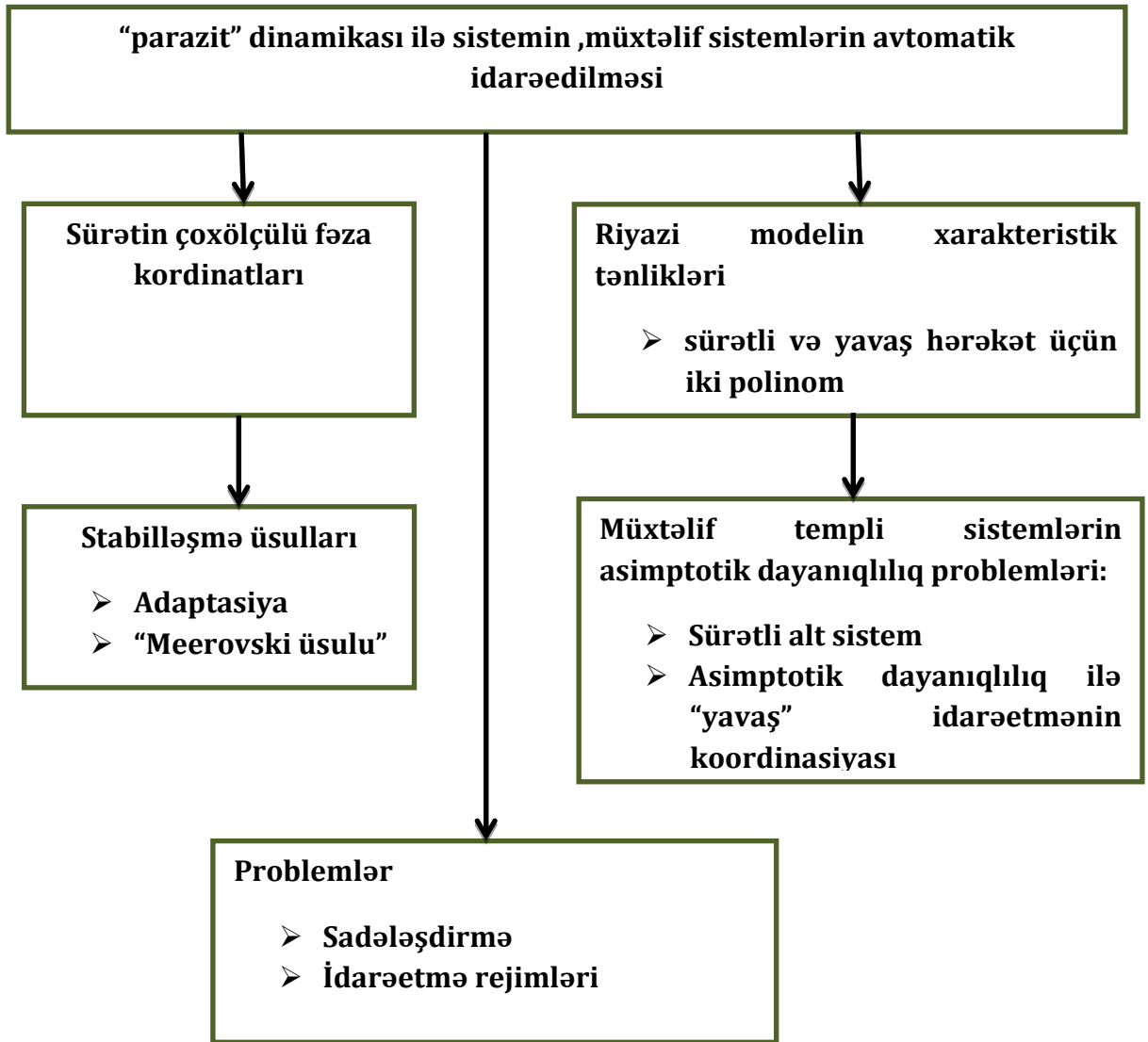


Şəkil 3.3. Çevik əks əlaqə ilə birləşdirilmiş mövqeli idarəetmə sistemi.

Əvvəlcə, məsələnin təsvirinə uyğun, dinamik sistemlərdə ziddiyyətlərin sintezi əks əlaqəli proqram sistemi üçün sistemin müəyyən edilmiş blok sxemi şəkil 3.2-də təqdim edilib, daha sonra şəkil 3.3- də isə çevik əks əlaqəli, qapalı idarəetmə sisteminin vəziyyəti təsvir edilmişdir.

Klassik avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsinin məsələləri. Ziddiyyətlərin yaranmasının əsas səbəbləri, proqram problemləri və mövqeli sistem aşağıda göstərilmişdir.

1. İdarəetmə obyektinin və onun riyazi modellərinin yüksək dərəcəli uyğun zamanətin olmaması;
2. Sabitləşmə rejiminin təxmini optimallaşma rejiminə keçid dinamikasının nəzərə alınmaması;
3. Mürəkkəb obyektin və sistemin dinamik xüsusiyyətlərinin nəzərə alınmaması;
4. Demək olar ki, mümkün konstruktiv hesablama alqoritmlərinin olmaması;
5. Yaranmış vəziyyətdə baş verən dinamik rejimlərin nəzərə alınmaması (dayanıqlı və dövrü keçid);
6. Dinamik proseslərdə məhdud və məhdud olmayan zaman müddəti ərzində qiymətləndirmə və əlaqələndirmə;



Şəkil 3.4. “Parazit” dinamikası ilə sistemin idarəolunmasının struktur sxemi.

Optimal idarəetmə nəzəriyyəsi və sabitləşmə nəzəriyyəsi arasında ziddiyət.

Obyektin dəqiq optimal keçidlərinə uyğun yeni dayanıqlı vəziyyətin təyin edilərək və real müddət ərzində bütün meyarları müəyyən etməklə, verilmiş meyarların optimallaşdırılmaqla və məhdudiyət tələbləri nəzərə alınmaqla optimal idarəetmənin həyata keçirilməsi real mürəkkəb dinamik sistemlər üçün praktiki cəhətdən mümkün deyil. Bu sistemin hərəkəti idarəetmədə məqsədə nail olduqdan sonra və daim fəaliyyət göstərən təsirlər, həyacanlanmalar şəraitində kəsilməzdir. Öz növbəsində sabitlik rejiminin əldə edilməsi üçün müəyyən zaman müddəti lazımdır, amma bu zaman müddəti məhdud deyil. Lakin, idarəetmədə sabitləşmə rejimləri tez-tez yaranan məhdudiyətlər nəzərə alınmadan və keçid proseslərinin keyfiyyət göstəriciləri nəzərə alınmadan əldə edilir.

Məhdud informasiya ilə dinamik sistemlərin sabitləşdirilməsinin iki üsulu var: uyğunlaşma prinsiplərinə görə idarəetmə və böyük əmsallarla dayanıqlılıq əldə edilən əks əlaqəli idarəetmə. Bu zaman verilmiş tapşırıq təsiri uyğun idarəetmənin səmərəliliyi və əks əlaqə prinsipi ziddiyyət təşkil edir. Tapşırıq təsiri nəticəsində kiçik səhvlər planlaşdırılan trayektoriyada böyük kənarlaşmalara səbəb olur, ancaq sistemin idarəedilməsində əks əlaqə prinsipindən istifadə edilərsə tapşırıq təsirinin nəticəsində yaranan kiçik xətlər planlaşdırılan trayektoriyada kiçik kənarlaşmaya səbəb olacaq. Real dinamik sistemlərin idarəedilməsi üçün yeni tarazlıq vəziyyətində məhdud zaman ərzində sistemin optimal “dəqiq” keçidlərini müəyyən etmək lazımdır.

Lazımi idarəetmə məsələlərini praktiki həlli üçün daim fəaliyyət göstərən təsirlər, həyəcanlanmalar şəraitində asimptotik sabitliyi, yeni tarazlıq vəziyyətini müəyyən etmək lazımdır. Ona görə də dinamik sistemlər üçün tənzimləyicilərin hazırlanması optimal idarəetmə nəzəriyyəsinin metodlarından istifadə etməklə sabitləşmə məsələsinin həlli kimi nəzərdən keçirilir və bundan başqa təyin olunmayan zaman keçidlərinin dayanması optimal idarəetmə nəzəriyyəsində dayanıqlılıq məsələsi kimi tədqiq edilmişdir.

Bu cür yanaşma mürəkkəb (çoxəlaqəli) dinamik sistemlər üçün, elektroenergetik, mexaniki sistemlərin idarə olunması, həmçinin texnoloji proseslərin idarəedilməsi üçün xüsusilə vacibdir. Sabitlik rejiminin təmin edilməsi üsulları, başqa sözlə mürəkkəb sistemlərdə dayanıqlılığın analizi sıfır həlləri eksponensial sabit olan tək xətti əlaqəli alt sistemlər, xətti sistemlər üçün kifayət qədər yaxşı aparılmışdır. Lakin, hətta xətti sistemlər üçün ümumi dayanıqlılıq anlayışı konstruktiv deyil, çünki baxmayaraq ki, asimptotiklik xüsusiyyəti davam edir, amma zamanın ilk anlarında trayektoriyanın kəskin “artması” müşahidə edilir. Üstəlik, qeyri-stasionar və qeyri-xətti təsirlər nəticəsində xətti stasionar sistemin dayanıqlılığı pozula bilər.

Başqa bir paradoksu qeyd edək. Optimal idarəetmə nəzəriyyəsi məhdud proqramlı idarəetmə ilə məşğul olur. Lakin, nə sabitləşmə nəzəriyyəsi, nə də klassik avtomatik tənzimlənmə nəzəriyyəsi üçün belə yanaşma xarakterik deyil, bu məsələ əks əlaqə prinsipindən istifadə etməklə və idarəetmədə əhəmiyyətli məhdudluqlar nəzərə

alınmamaqla öz həllini tapır. Xətti sistemin tam xətasız idarəedilməsində sabitləşmə rejiminin təmin edilməsi üçün dövrü və stasionar sistemin riyazi xarakteristik tənliklərinin müvafiq müsbət köklərin həqiqi hissəsinə uyğun koordinatların təyin edilməsi lazımdır.

Optimal idarəetmə nəzəriyyəsində optimal məsələlərin həllində birbaşa üsullardan istifadə edilməsi, maksimumluq prinsipi və dinamik proqramlaşdırma ziddiyyətlər yaradır. Məsələdə “ziddiyyətin ölçüsü”nü, mövcud parametrlərin qeyri-müəyyənliyini maksimumluq prinsipi və dinamik proqramlaşdırmanın köməkliyi ilə sintez etmək demək olar ki, mümkün deyil. Bundan əlavə, optimal idarəetmə nəzəriyyəsində əks əlaqəli idarəetmənin seçilməsi sistemin asimptotik dayanıqlılığını təmin edir və zaman funksiyası şəklində həllərinin axtarılması mühəndislər üçün bir üstünlük təşkil edir. Qeyri-xətti və qeyri-stasionar sistemlərin sabitlik rejimlərinin aşağıdakı növləri var:

- Sabit qərarlaşma nöqtəli
- Sabit hərəkət
- Lyapunov sabitlik
- Asimptotik sabitlik
- “Kiçik” və ya “böyük” sabitlik
- İlkin şərtlərə görə həssas sabitlik

Sinergetik sistemlərdə xaos nəzərə alaraq mühüm asimptotik dayanıqlılıq təmin edilə bilər. Bir qayda olaraq, sistem üçün riyazi model yaradılarkən yalnız xətti tənliklərdən istifadə edilib. Bu yanaşmada “az əhəmiyyətli” faktorların nəzərə alınmaması əsassız, məntiqsiz sadələşdirmə gətirib çıxarır.

Qeyd edək ki, avtomatik idarəetmə sisteminin hərəkəti müəyyən zaman aralıqlarında müxtəlif intensivlikdə baş verir. Məsələn, kiçik qeyri-xəttilik hər hansı giriş siqnalının dəyərlərindən demək olar ki, asılı deyil, sistemdə digər parametrlərin qiymətlərindən asılıdır. Aşağı sürətli, templi dinamik sistemlərin tədqiqində parametrlərin azca dəyişməsi prinsiplial keyfiyyət və kəmiyyət səhvlərinə gətirib çıxarması müşahidə edilmişdir. Buna görə də avtomatik idarəetmə sistemlərində əks

əlaqə, kiçik effektlər, incə təsirlər və s. nəzərə alınmalıdır. Qeyd edək ki, AİS-nin vəziyyəti haqqında tam məlumat olsa belə, ola biləcək kiçik təsirlər nəticəsində sistemdə bir çox səhvlər model dəyişkənliyi yarana bilər. Dinamik sistemlər arasında kiçik parametrləri ehtiva edən dəyişkən idarəetmə sistemləri texnologiyanın müxtəlif sahələrində, təbiət elmləri, iqtisadiyyat və s. istifadə edilir.

Çox dəyişkən (multirate) sistemlərin öz-özünə təşkilolunma xüsusiyyətləri haqqında. Çox dəyişkən sistem üçün sürətli faza dəyişikliklərinin müxtəlif miqyasda təsvirinə baxaq.

$$\begin{cases} \dot{x} = A_{11}x + A_{12}z + B_1u, \\ \mu \dot{z} = A_{21}x + A_{22}z + B_2u, \\ y = C_1x + C_2z. \end{cases} \quad (3.1).$$

$$x \in R^n, z \in R^m, u \in R^j, \mu \succ 0.$$

Hansı ki, n-yavaş “əsas” vəziyyət vektoru, m-sürətli “parazit” vəziyyət vektorudur. Asta və sürətli alt sistem şəklində sistemin başlanğıcda bölünməsi ideyası tabeçilik prinsipi yaradır. $\mu=0$ olduqda bir kök əldə edilir və A_{22} matrisində qeyri-adilik yaranır.

$$z = A_{22}^{-1}(A_{21}x + B_2u). \quad (3.2).$$

(3.1) sürətli hərəkət sisteminə uyğun (3.2) sistemində və $\mu=0$ olduqda sistemdə hərəkət sürətinin azalması baş verir.

$$\bar{x}_M = A_0x_M + B_0u_M. \quad (3.3)$$

$$B(1)-(3) \quad A_0 = A_{11} - A_{12}A_{22}^{-1}A_{21}; \quad B_0 = B_1 - A_{12}A_{22}^{-1}B_2; \quad y_M = (C_1 - C_2A_{22}^{-1}A_{21})x_M - C_2A_{22}^{-1}B_2u_M = C_0x_M + D_0u_M; \quad C_0 = C_1 - C_2A_{22}^{-1}A_{21}; \quad D_0 = -C_2A_{22}^{-1}B_2.$$

(3.1) tənlikləri ilə dinamik ilkin unikal həllər və həllər aralığı təyin edilir, həmçinin tənlikdəki parametrlərə uyğun xassələr müəyyən edilir və əvvəlcə belə bir sistemin hərəkəti planlaşdırılır. Lakin, dinamik modeldə elə bir həll və həllər var ki, sistem dayanıqlılığın itirir və sinergetik gözlənilməz xarakterik bil hal yaranır. Sistemdə qərarlılıq və ya xaos –sistemdə yalnız daxili proses, vəziyyətə görə yaranmır, burda

xarici təsirlər və digər müxtəlif kiçik təsirlər də sistemdə qərarlaşmanın pozulmasına səbəb ola bilər.

Dinamik sistemin idarə edilməsində sinergetika metodları. Müasir dövrdə çoxölçümlü, çoxəlaqəli, qeyri-xətti, qeyri-müəyyən, kompleks sistemlərdə kritik hərəkət və xaotik rejimlər var. Bu davranışların idarə olunması üçün bir neçə amillər nəzərə alınmalıdır. Birgə fəaliyyət-kortəbii formada fəsadlarla nəticələnə bilər, parametrlərin dəyişməsi yavaş və ya sürətli şəkildə sistemin strukturun dəyişməsinə səbəb ola bilər. Öz-özünə təşkil olunma-bu planlaşdırılmayan hadisədir, məsələn avtorəqslərdə sürətli və yavaş şəkildə amplitudanın dəyişməsi və müəyyən parametrlərin dəyişməsi ilə qeyri-sabit rejimin yaranmasını nümunə göstərmək olar. Ancaq güc yanaşmasına yenidən nəzər salaq; müxtəlif sistemlərdə idarəetmə məsələləri və keçidlərin analizi üçün, sistemin arzuolunan strukturunun faza fəzasının sintezi, daxili qarşılıqlı təsirlər nəticəsində yaranan rezonansın formalaşdırılması üsullarının yaradılması üçün öz-özünə təşkil olunma nəzəriyyəsinə və sinergetika anlayışına ehtiyac var idi. Bu nəzəriyyələrdə idarəetmədə yeni anlayışlar meydana gəldi: müəyyən parametrlərə uyğun attraktorlar, bağlılıq, mərhələli sintez, bifurkasiya və s.. Sinergetikada müəyyən edilmişdir ki, analoji informasiya prosesləri yalnız süni yaradılmış sistemlərin idarə edilməsində deyil, həm də dayanıqlılıq sərhədində olan təbii fiziki sistemlərdə yarana bilər. Hətta zəif siqnallar belə sistemlərin fəaliyyətində müəyyən bifurkasiya nöqtələrində yüksək rezonanslı xaosa səbəb ola bilər. Buna yanaşma kompleks açıq mürəkkəb sistemlərə, kompleks dinamik hərəkətə, o cümlədən xaotik sistemlərə də aiddir.

Asimptotik sabitlik, avtomatik tənzimlənmə. Qeyri-stasionar vəziyyət üçün bir sıra fərziyyələrə baxaq:

1. Fərz edək ki, idarəetmə üçün $t \in [t_0, t_1]$ və spesifik $A_{22}(t)$ –yə uyğun $\{A_{22}(t), B_2(t)\}$ cütü müəyyən edilmişdir. Bundan başqa parametr $\mu > 0, \mu \in (0, \mu_0)$ və $\forall t > t + \mu_0$ olduqda ötürmə funksiyası $\Phi(t, t_0)$ üçün $\Phi(t, t_0) / \mu_0 = 0(\mu)$ olar.

2. Və (3.3)-sistemin idarəedilməsində $\text{rang}(B_0, A_0 B_0, K, A_0^{n-1} B_0) = n$, (A_0, B_0) matrislərinin təyin edilməsi $u_1(t), i = \overline{1, r}$ idarəetmənin seçilməsi üsulundan asılıdır.

İddia 1. (3.3) sisteminin tənzimlənən idarəetmə

$$u = -R^{-1} B_0^T p x = K_0 x,$$

və qapalı sistem asimptotik dayanıqlıdır.

Çoxəlaqəli dəyişən tempi sistemlərdə avtomatik idarəetmənin tənzimlənməsi üçün statik avtonomluğu təmin etmək lazımdır.

Əgər tənzimləyicini də nəzərə alsaq, onda statik dayanıqlı idarəetmə

$$u = Kx + Mv$$

şəklində olar, hansı ki, K və M tənzimləyicinin $p \times m$ və $p \times r$ ölçülü matrisləridir.

Teorem. Əgər $\{A_0, B_0\}$ - sabitləşdirmə cütləri, A_{22} – Hurvis matrisi $\text{rank} \begin{bmatrix} A_0 & B_0 \\ C & D_0 \end{bmatrix} = n + q$,

K və M isə tənzimləyicinin parametrləri matrisidir, bu halda hər $\mu \in (0, \mu_0)$ olduqda

(1)-(3) dəyişkən tempi sistem üçün statik avtonom vəziyyət yaranır və hər $\mu \in (0, \mu_0)$ qiymətləri üçün sistemdə $\lim_{t \rightarrow \infty} \dot{x}(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \dot{z}(t) = 0$:

$$\dot{x} = A_{11}(t)x + A_{12}(t)z + B_1(t)u,$$

$$\mu \dot{z} = A_{21}(t)x + A_{22}(t)z + B_2(t)u,$$

$$J = \int_0^{\infty} [y^T Q(t)y(t) + u^T(t)L(t)u(t)] dt,$$

$y^T Q y > 0, y \neq 0, u^T R u > 0, y = \begin{bmatrix} x(t, \mu) \\ z(t, \mu) \end{bmatrix} \in R^{n+m}$, hansı ki, $x \in R^n$ -dəyişən vəziyyətli yavaş

hərəkət vektoru; $z \in R^m$ -dəyişən vəziyyətli çevik hərəkət vektorudur.

Reduksiya edilən sistem üçün ($\mu=0$) Rikkati tənliklərinin müəyyən müsbət həlli var:

$$\dot{p}(t) = -p(t)A_0(t) - A_0^T p_1(t) + p(t)B_0(t)L^{-1}(t)B_0(t)p(t) - Q(t),$$

hansı ki,

$$A_0 = A_{11}(t) - A_{12}(t)A_{22}^{-1}(t), \quad B_0(t) = B_1(t) - A_{12}(t)A_{22}^{-1}(t)B_2(t),$$

$$K_0(t) = -L^{-1}(t)B_0^T(t)p(t), \quad L(t) = A_0(t) + B_0(t)K_0(t).$$

Digər yanaşma ilə davam edək.

İddia 2. Əgər $A_0(t)$, $B_0(t)$, $Q(t)$, $L(t)$ matrislərinə uyğun $t \in [0, \infty]$ müntəzəm məhduddur və $Q(t) > 0, L(t) > 0$, $\{A_0(t), B_0(t)\}$ matrislər cütü və idarəetmənin bütün mövcud qeyri-sabit matrisləir $A_0(t), A_{22}(t)$ və $L(t)$ Hurvis matrisini ifadə edir və $\mu_0 > 0$ kimi təyin edilir, belə ki, $\mu \in (0, \mu_0)$ bütün tarazlıq mövqeyi üçün $x=0, z=0$ və əgər $u(t) = L^{-1}(t)B_0^T(t)p(t)x(t) = K_0(t)x(t)$ olarsa, qapalı sistem analitik qərarlı və stabil şəkildə gələ bilər. A_{22} matrisi təyin edilmirsə və $\mu = 0$ kimi qəbul edilirsə, onda (3.1) sisteminə görə çoxəlaqəli invariant sistemdə öz-özünə təşkilolunma rejimləri yaranır. Bu müxtəliflik sistemin daxilində cəlbedici, asimptotik qərarlılığın yaranması, attraktorun yaranması ilə nəticələnir. Lakin, belə müəyyən inersial çoxəlaqəli öz-özünə təşkil olunan sistemlərin yaradılmasının planlanması tədqiqatçının təcrübəsi və hadisələri hissetmə, dərk etmə qabiliyyətindən asılıdır. Dinamik sistemlərin “yavaş” və “sürətli” keçidlərinin vəziyyətində qeyri-xəttiliyin yaranması əsas parametrlərin formalaşması ilə təyin edilir. Dinamik sistemlərin sintezində müasir elmi yanaşmalardan istifadə edilir, burada idarəetmənin və öz-özünə təşkilolunma prosesinin bütünləşməsi vacibdir.

Sürətli dəyişən (Multitemplate) dinamik sistemlərin kvazioptimal idarəedilməsinə nümunə. Keyfiyyətli sürətli dəyişən (multitemplate) tənzimləyicilərin optimal kvadratik funksionallığın əldə edilməsi ilə layihələndirilməsi məsələsinə baxaq, məsələn, gərginlik tənzimləyicisi buna misal ola bilər. İdarəetmə obyektini aşağıdakı tənliklər sistemi ilə göstərmək olar, burada μ kiçik parametrdir, törəməyə uyğun $x \in R^2, z \in R^3, u \in R^1$.

İdarəetmə obyektin tənlikləri aşağıdakı kimidir:

$$\frac{dx}{dt} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_1} & \frac{a_1}{T_1} \\ 0 & -\frac{1}{T_2} \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \frac{a_2}{T_2} & 0 & 0 \end{bmatrix} z,$$

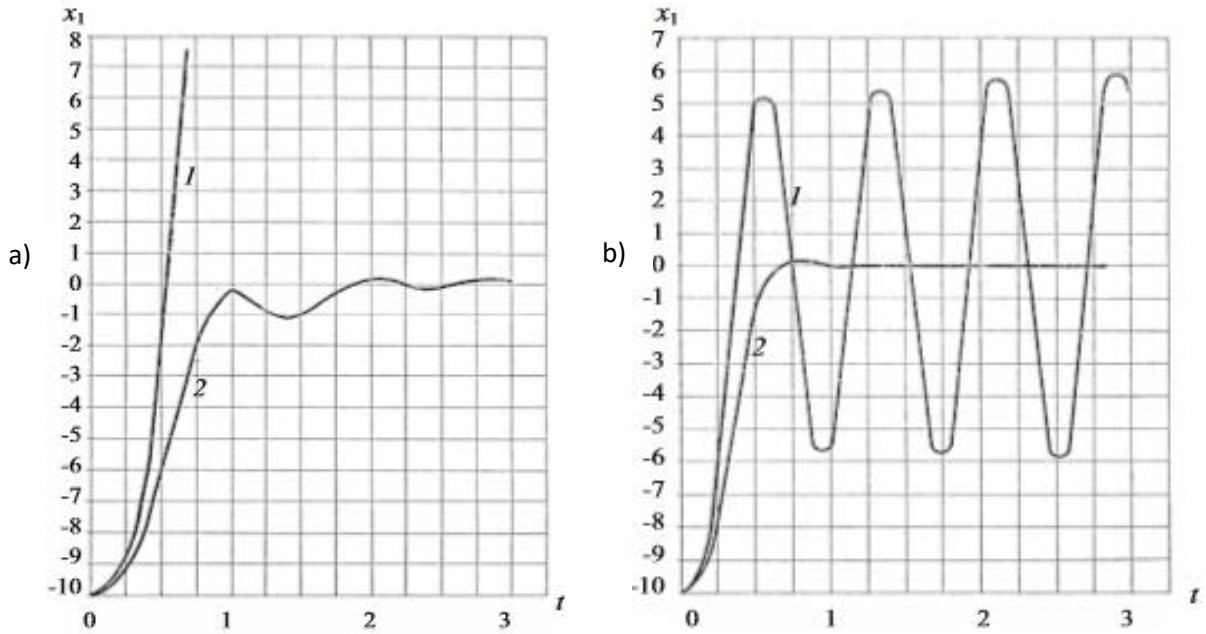
$$\frac{dz}{dt} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_3} & \frac{a_3}{T_3} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{T_4} & \frac{a_4}{T_4} \end{bmatrix} z + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{a_5}{T_5} \end{bmatrix} u,$$

hansı ki, $T_1=5; T_2=2; T_3=0.07; T_4=0.04; T_5=0.1; a_1=2.5; a_2=3.2; a_3=6; a_4=3; a_5=3$.

Optimal idarəetmə qanununu müəyyən etmək üçün minimum meyarları təyin etmək tələb olunur.

$$I = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} (x_1^2 + u^2) dt.$$

Bu məsələnin həlli onu göstərir ki, sistemdə parametrlərin kiçik dərəcədə dəyişməsinin nəzərə alınması qeyri-qənaətbəxş keyfiyyət göstəricilərinin təyin edilməsinə gətirib çıxarır (Şəkil 3.5).



Şəkil 3.5. İki tip layihələndirilmə üsullarının $x_1(t)$ asılılıqları a) $\mu=0.07$, b) $\mu=0.02$;

1-Sadələşdirilmiş layihələndirmə, 2-Kvazi-optimal layihələndirmə.

Parametrlərin kiçik dərəcədə dəyişməsinə həssaslıq göstərən sabit tənzimləyicilərin yaradılması üçün müxtəlif alqoritmlərin və layihələndirmə üsullarının inkişaf etdirilməsinə ehtiyac var. [13]-da təklif edilən kvazioptimal layihələndirilmə metodlarında mənfi əks əlaqədə optimallığın əldə edilməsinin K və μ kiçik parametrlərinin dəyişməsindən asılılığı göstərilmişdir.

3.3.Xaos əsaslı şifrələmə metodu və analizi.

Müasir dövrdə informasiya sistemlərində istifadə edilən şifrələmə metodları informasiyanın təhlükəsizliyini təmin etmək üçün qarışıq bir formada müxtəlif metodları özündə birləşdirir. Çox təhlükəsiz hesab edilən bir çox metodlar zamanla öz funksiyasını yerinə yetirə bilmir. Başqa sözlə, təməl şifrələmə metodlarının qırılmaz olmadığını və sonlu zaman müddətində şifrənin əldə edilməsi mümkündür. Burada mövzuda Henon xaotik sistemləri ilə məntiqi xəritənin təsadüfi xüsusiyyətlərindən istifadə olunmaqla görüntü şifrələmədə sürətli bir alqoritm yaradılmışdır. Ağ-qara və rəngli şəkillər üzərində aparılan tədqiqin nəticəsi olaraq alqoritm təhlükəsizliyinin yüksək olması müşahidə edilmişdir. İnternet və simsiz şəbəkələrdə görüntülərin şifrələnməsi və etibarlı şəkildə görüntülərin ötürülməsi sistemlərinin əhəmiyyəti gedərək artmaqla birlikdə, şəkil və video ölçülərinin böyük olması ilə əlaqədar AES, DES, RSA kimi klassik şifrələmə alqoritmlərindən istifadə edilir. Xüsusilə online zaman sistemlərində, video konfrans kimi tətbiqlərdə bu cür alqoritmlərini sürətinin az olduğu üçün istifadə edilmir. Bu məsələnin həlli üçün bir çox multimedia şifrələmə alqoritmləri təklif edilir. Bu alqoritmlərin mənfə xüsusiyyətlərindən biri də açar ölçüləridir və əgər bir şifrəli məlumatların kiçik ölçülü açar ilə istifadə edilsə, hücumlar qarşısında zəiflik göstərəcək. Strukturlaşdırılarkən şifrələmədə təməl blokların yaradılmasında qeyri-xətti funksiyalardan istifadə edilir. Diskret və kəsilməz zamanlı xaotik sistemləri birləşdirən daha qarmaşlıq bir sistem Guan tərəfində yaradılmışdır. Bundan başqa bir metod da sürəti və təhlükəsizliyi artırmaq üçün yaradılmışdır. Buna misal olaraq, xaotik sistem xüsusiyyətlərini özündə cəmləşdirən bir neçə alqoritm təklif edilmişdir. Xaotik alqoritmlər ayrıca bir yolla əldə edilir, bu alqoritmlər çox sadədir, amma görüntü şifrələnməsi üçün çox vacibdir. Bu vəziyyət xaotik sistemlərin başlanğıc dəyəri, sistem parametrləri və təsadüfi xüsusiyyətlərinə əsaslanır. Xaotik sistemlərə əsaslanan alqoritmlər sadə olduğu üçün, bu alqoritmlərdən istifadə edilən sistemlərdə sürət daha yüksəkdir. Blok metodunda bu cür alqoritmlər istifadə edilərsə, blok və iterasiya saylarının idarə olunması ilə bu alqoritmlərin hesablama sürəti və həssaslığı seçilir. Xaotik

sistemlərin xüsusiyyətlərindən istifadə olunan metodlarda, sistemin açar dəyişmələrinə çox həssas olduğunu nəzərə alsaq, bu sistemlərin daha təhlükəsiz olduğunu demək olar.

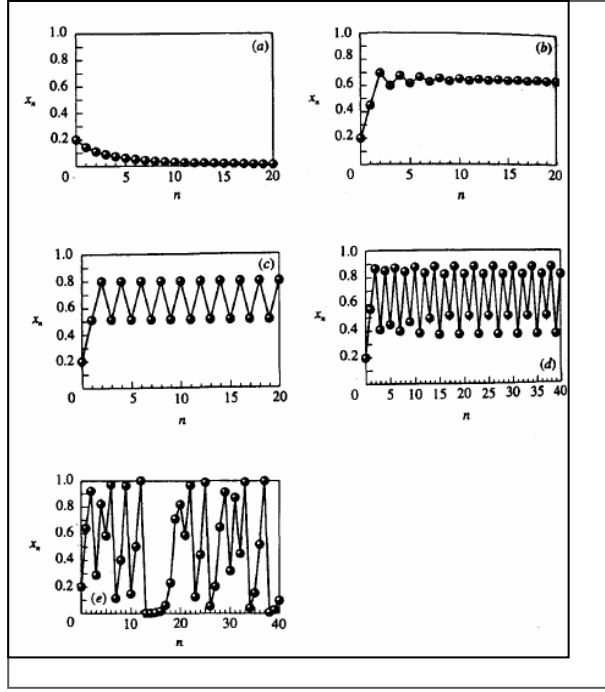
Məntiqi xəritə. Məlumatların ötürülməsi üçün xaotik siqnalların istifadə edilməsi fikri ilk dəfə olaraq 1993-cü ildə Hayes və digər elm adamları tərəfində ortaya atılmışdır. Xaos bazalı şifrələmə proqramları əsasən xaotik sistem tənliklərini istifadə edərək müxtəlif təsadüfi say yaratmaqla uzun bir təsadüfi say sıraları əmələ gətirib bu say sırası ilə də görüntüləri şifrələyirlər. Sadə olan qeyri-xətti sistemlərdən biri də məntiqi xəritədir. Bu sistem əslində 1838-ci ildə Pierre Franois Verhulst tərəfindən demoqrafik bir model kimi təqdim edilmişdir. Görüntülərin (şəkil,video) şifrələnməsində, məntiqi xəritələri, onların başlanğıc şərtlərə həssas olmasını, təsadüfi oxşar davranış göstərməsi və təkrar olmayan xüsusiyyətləri əks etdirdiyi üçün S-box qutularının yerinə istifadə edilir. Xaotik əsaslı (bazalı) şifrələmə proqramlarının xaotik xəritələri istifadə etməklə təsadüfi saylar genoratoru uzun təsadüfi say sıraları yaradaraq düz görüntünü bu təsadüfi saylarla şifrələyir.

Məntiqi xəritə aşağıdakı kimi verilir.

$$X_{n+1} = \lambda X_n (1 - X_n) \quad (3.4)$$

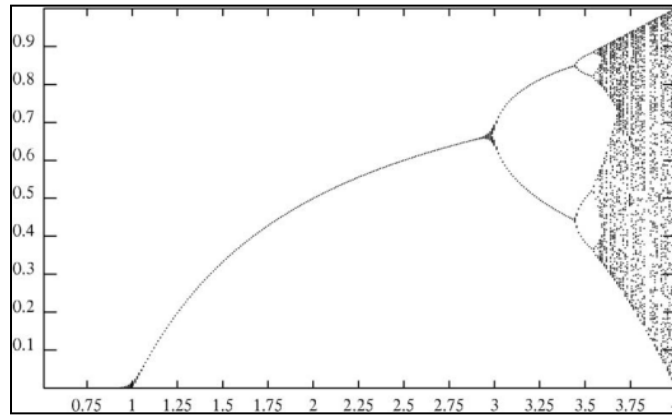
Burada sırasıyla $X_n \in (0,1)$ və λ sistem dəyişəni və parametri, n isə təkrarlama sayıdır. Beləliklə, bir başlanğıc qiyməti x_0 və bir parametr k alaraq, $\{X_n\}_{n=0}^{\infty}$ seriyası hesablanır. Burada x_0 və λ qiymətləri məntiqi xəritənin başlanğıc dəyərləridir. Bu başlanğıc qiymətlərin, xüsusilə λ dəyərinin məntiqi xəritələmədə vacib funksiyası vardır.

Şəkil 3.6-də məntiqi xəritənin zaman ərzində əldə edilən miqdarları və fərqli dəyərləri göstərilmişdir.



Şəkil 3.6. (a) $\lambda=0.9$, (b) $\lambda=2.6$, (c) $\lambda=3.2$, (d) $\lambda=3.57$, (e) $\lambda=4$

Şəkil 3.6-ya əsasən məntiqi xəritə $\lambda = 0.9, 2.6, 3.2$ qiymətlərində deyil, $\lambda = 3.57, 4$ qiymətlərində xaos xüsusiyyətlər göstərir. Başqa sözlə λ dəyərinin fərqli qiymətlərdə məntiqi xəritənin nə qədər təsirlənməsi bifurkasiya (bifurcation) diaqramı ilə Şəkil 3.7-də göstərilmişdir.

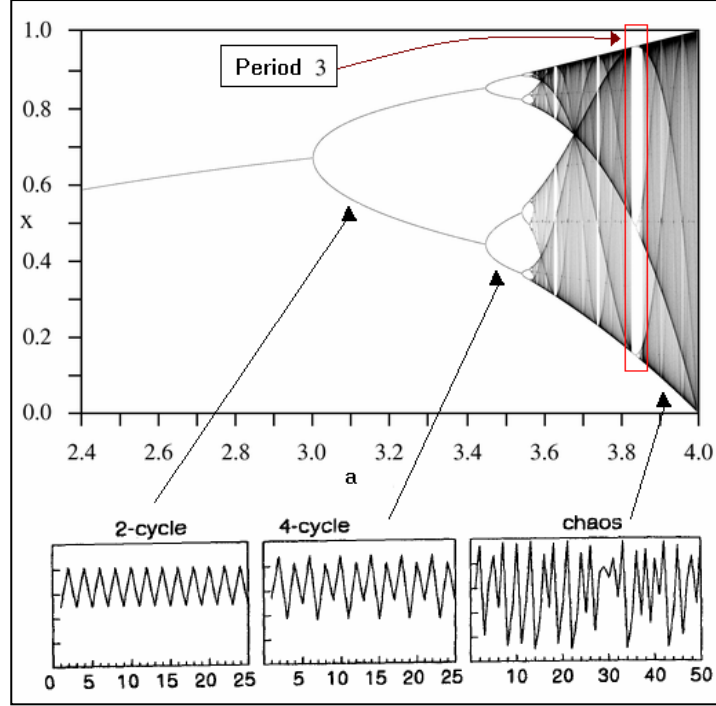


Şəkil 3.7. Bifurkasiya (bifurcation) diaqramı.

$0 \leq \lambda \leq 1$ üçün əldə edilən həll sadəcə sabit bir nöqtədir. $1 < \lambda \leq 3$ üçün yenə bir sabit nöqtə vardır. $3 < \lambda \leq 3.75$ intervalında, xəritənin iki qatının çıxarılması müşahidə edilir.

Nəhayət $\lambda = 4$ olduqda, xaosun $[0;1]$ arasında müxtəlif dəyərlərin yaratdığını görürük.

Şəkil 3.8-də, Şəkil 3.7-də açıq şəkildə görünməyən 2.4 il 4.0 nöqtələri arasındakı xəritə xüsusiyyətləri daha aydın şəkildə göstərilmişdir.



Şəkil 3.8 Bifurkasiya (bifurcation) diaqramı $2.4 \leq \lambda \leq 4.0$ olduqda.

Təklif edilən təsadüfi say generatoru. Xaotik xüsusiyyətləri istifadə edən şifrələmə metodlarında, əsasən xaotik sistemlərlə rast gəlinən təsadüfi ədədlərdən istifadə edilir. Məntiqi xəritə aşağıdakı kimi istifadə edilərək bir birindən fərqli 256 təsadüfi ədəd yaradılmışdır.

$X_{n+1} = \lambda X_n (1 - X_n)$, for $X_n \in (0,1)$, and $\lambda \in (3.9996, 4]$ Bu metodu görüntü şifrələnməsində istifadə edərkən λ -nın dəyəri 3.99999 seçilmişdir. Əldə edilən X_n -lər $[0,1]$ intervalında olduğundan, bu aralığı 256 parçaya bölmək üçün $\varepsilon = \frac{1}{256}$ parametrində istifadə edilir. Beləcə $[0,1]$ intervalında tapılan i parça $((i-1)\varepsilon, i\varepsilon)$ arasında olacaqdır. Məntiqi xəritə istifadə edilərkən başlanğıc dəyəri x_0 -olmaqla, alqoritmin açarı seçilir. Açar söz, ən çox 80 bit -dən ibarət bir söz və ya hər

hansı bir veriləndir. Bu veriləni ASCII simvolu (hər biri 8 bit) kimi $K_0, K_1, K_2, \dots, K_9$ şəklində ifadə edilir və burdakı hər bir K_i -də 8 bitdən ibarət olduğundan $K_{i1}, K_{i2}, K_{i3}, \dots, K_{i8}$ kimi göstərmək olar. Təsdufi ədədlər sırası yaradan alqoritm aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir.

a) $\varepsilon \leftarrow \frac{1}{256}$

b) $\lambda \leftarrow 3.9999$

c) $X_0 \leftarrow [K_{01} * 2^{79} + K_{02} * 2^{78} + K_{03} * 2^{77} + \dots + K_{98} * 2^0] / 2^{80}$

d) Yəni $X_i (X_{i+1} \leftarrow \lambda X_i (1 - X_i))$

e) $R \leftarrow$ Yəni X_i -nin aid olduğu parça

f) Əgər R əvvəlki iterasiya siyahısında yoxdursa, l

o R -i siyahıya əlavə et.

g) (d),(e) və (f) adımlarını siyahıda 256 ədəd olana qədər təkrarla.

Bu alqoritm ilə 256 sayda (0-la 255 arasında təkrarsız) bir iterasiya siyahısı yaradılır. Sonra isə bu ədədlərdən istifadə etməklə bir görüntü veriləni şifrənilir. Aşağıda C proqramlaşdırma dilində açar kəlimələrdən (KeyStr) bir x_0 -dəyəri hesablayır.

```
double Createx0(String KeyStr){
    int n,k=8;
    double sum=0;
    n=KeyStr.Length();
    for(int i=1;i<=n;i++,k+=8)
        sum+=(double)KeyStr.operator [](i)*pow(2,k);
    sum+=(double)KeyStr.operator [](1)*pow(2,k);
    k+=8;
    return sum/pow(2,k);
}
```

Bu x_0 -dəyəri ilə iterativ siyahı yaradan C kodu isə aşağıdakı kimidir.

```

double İtr_Creator(String KeyStr,int chk,int itr[])
{
double xx;
x0 = createx0(KeyStr);
xx=x0;
R= 3.9999;
iteration[0]=(int)(x0*256)+1;
for(int i=1;i<256;i++)
while(1){
x1=(double) r*x0*(1-x0);
x0=x1;

int xn=(int)(x1*256);
int chkFound=0;
for(int k=0;k<i;k++)
if(iteration[k]==xn) chkFound=1;

if(chkFound==0){
iteration[i]=xn;
break;
}
}
return xx;
}

```

Təklif edilən şifrələmə metodu. Bütün şəkillər piksellərdən təşkil olunub. Bu piksellər əslində 0 ilə 255 arasında bir dəyəərə malikdir və pikselin rəngi bu dəyəərin göstəricisidir. Bu xüsusiyyət həm ağ-qara, həm də rəngli görüntülər üçün keçərlidir. Ancaq rəngli şəkillərdə hər piksel üçün 3 fərqli dəyər vardır, və bu dəyərlər qırmızı, yaşıl, göy rəng komponentlərini əmələ gətirir. Əvvəlki mərhələdə əldə edilən təsadüfi sayları iterasiya verilənləri adlandırıb, bir görüntünün piksellərini şifrələyə bilərik. Bunun üçün şəklın faylından bütün pikselləri oxuyaraq aşağıdakı alqoritmin köməkliyi ilə yeni dəyərlər əldə edilir.

Şifrələmə alqoritmi

a) Görüntünün bütün dəyərləri bir P siyahısına yerləşdirilir. $P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_{m \cdot n}\}$

(m,n: görüntünün ölçüləri).

b) Bütün $P_i = j$ -lər üçün C_i -ləri hesabla, $C_i = Iteration(pos)$, burada

$Pos = (i+k) \bmod 256$ ve $Iteration(k) = j$

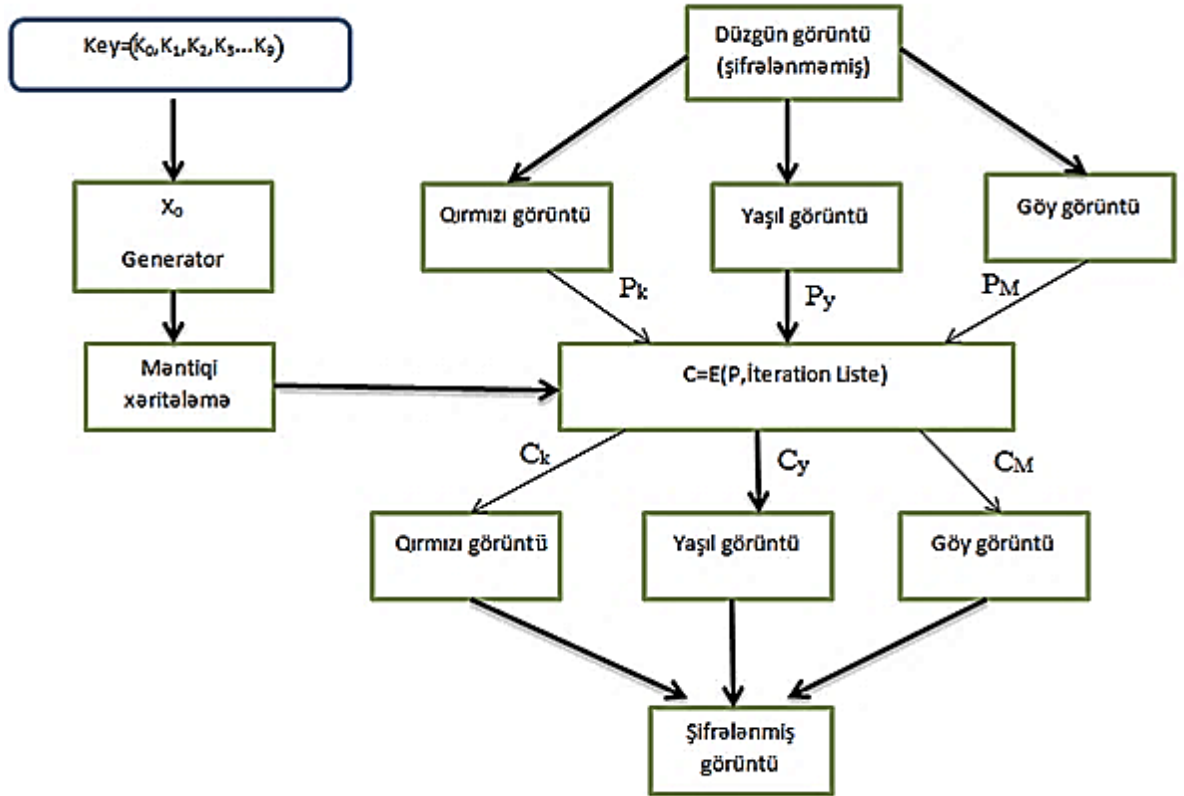
Beləliklə, bir görüntü şifrələnmiş bir görüntüyə çevrilir. Alqoritmə görə əvvəlcə bir pikselin dəyəri seçilir, sonar o dəyərin iterasiya verilənindəki qarşılığı olan index ilə bu pikselin yerləşdiyi index toplanaraq əldə edilən dəyərin 256 ilə rejimi hesablanır. Bu son dəyər iterasiya veriləndə təkrar index kimi istifadə edilərək bir dəyər əldə edilir və bu dəyər əsas piksel dəyərinin şifrələnmiş qarşılığı olaraq əldə edilir. Bu proses bütün piksellərə tətbiq olunduqda bütün görüntü şifrələnmiş olur. Bu şifrələnmiş görüntünü deşifrə etmək üçün, eyni təsadüfi saylar yaradılaraq bir iterasiya veriləni kimi saxlanılır və şifrləmə alqoritmi təkrarlanaraq düz görüntüəldə edilir. Bu alqoritmin C dilindəki kodu aşağıdakı kimidir.

```
for(int n=0;n<Image0->Width;n++)
  for(int m=0;m<Image0->Height;m++){
    int i=(n*Image0->Width)+m;
    R = GetRValue(Image0->Canvas->Pixels[n][m]);

    for (int s=0;s<255;s++)
      if (iteration[s]==R) {k=s;break;}
    int pos=(i+k) % 255;
    ppR= iteration [pos];

    Image1->Canvas->Pixels[n][m] = RGB(ppR,ppR,ppR);
  }
```

Təklif edilən metodun strukturu Şəkil 3.9-də göstərilmişdir.

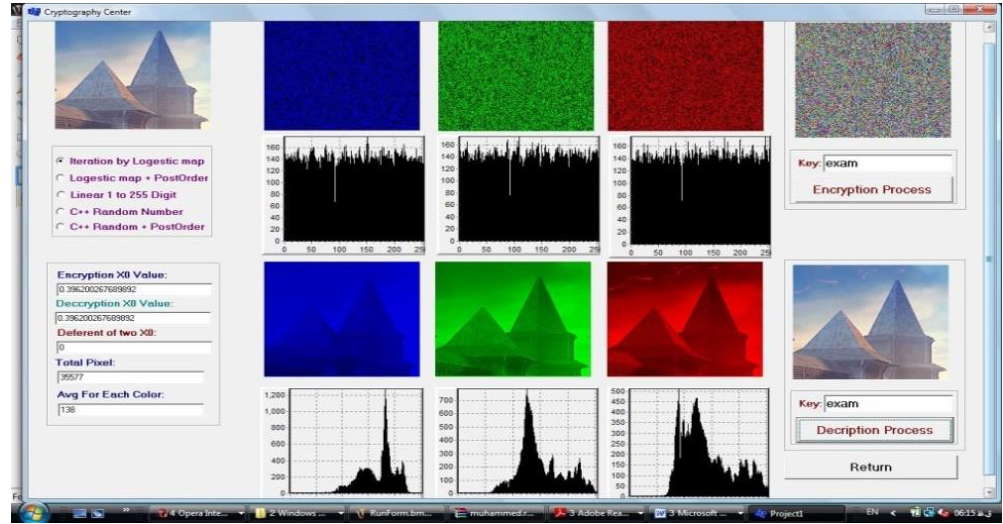


Şəkil 3.9. Təklif edilən metodun strukturu.

Təhlükəsizlik analizi. Metodun etibarlılığını, təhlükəsizliyini göstərmək üçün burada bir neçə analiz aparılmışdır. Bu analizlər:

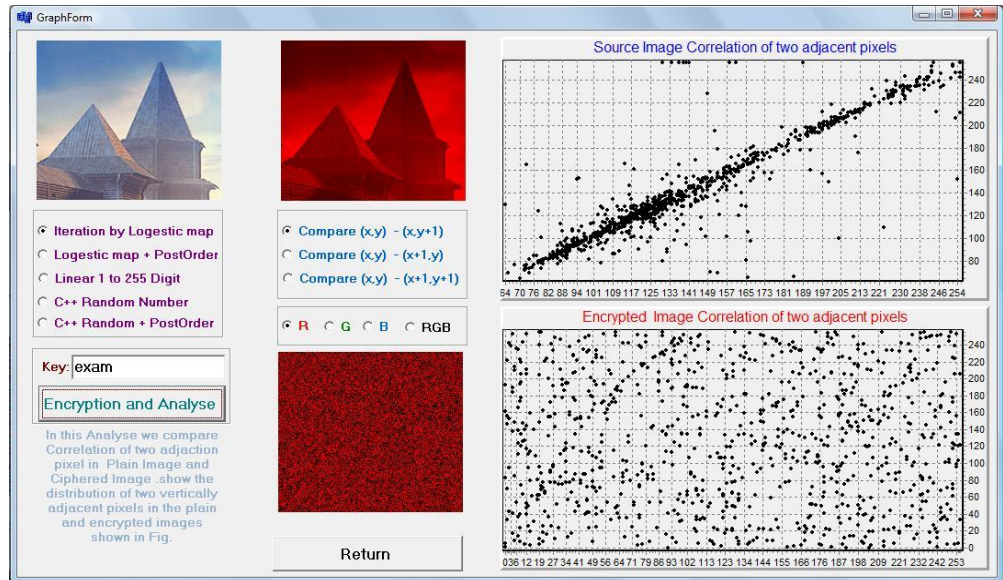
- Histoqram analizi
- Korelasiya əmsal analizi
- İnformasiya entropisi

Histoqram analizi. Düzgün (şifrəlməmiş) görüntü və şifrələnmiş görüntünün histoqramı Şəkil 3.10-da göstərilmişdir. Burada göstərilən düzgün görüntü rəngli olduğu üçün, histoqramlar həm düzgün həm də şifrəli görüntülər üzərindəki qırmızı, yaşıl, göy rənglərin bölünməsinə görə yaradılmışdır. Şəkil 3.10-a görə düzgün görüntülərin histoqramı statik analiz üçün əlverişlidir.



Şəkil 3.10. Düzgün və şifrəli görüntülər histoqramı

Korelasiya əmsal analizi. Sadə bir korelasiya analizi, iki dəyişənin arasındakı münasibətin dərəcəsini və istiaqamətini müəyyən üçün aparılır. Hər iki dəyişənin həmişə dəyişməsi və dəyişənlərlə münasib verilənlərin normal bölünmə göstərməsi vəziyyətində dəyişənlər arasındakı münasibət Pearson korelasiya əmsalı ilə müəyyən edilir. Burada görüntülərin qonşu piksellər arasında xətti münasibətin olub olmadığını müəyyən etmək üçün Şəkil 3.11-da göstərilən analiz aparılmışdır.



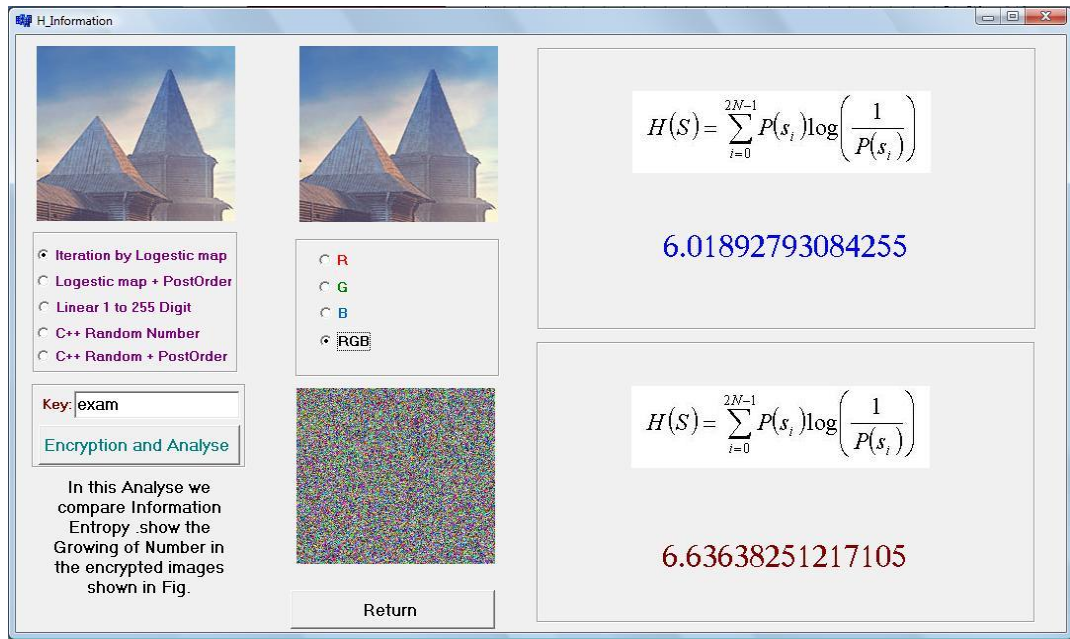
Şəkil 3.11. Korelasiya əmsalı analizi.

Şəkil 3.11-ya görə şifrələnməmiş görüntünün bu münasibət xətti, şifrəli görüntüdə isə xətti deyildir. Bu səbəblə şifrələnmə prosesinin statik analizə qapalı olması müşahidə edilir.

İnformasiya entropiyası. Entropiya təsadüfi yaradılmış saylar arasında qeyri-müəyyən münasibətin olmasıdır. Bu termin əslində Shannon entropy-sinə söykənir və qısaca aşağıdakı bərabərliklə ifadə edilə bilər:

$$H(S) = \sum_{i=0}^{2N-1} P(s_i) \log\left(\frac{1}{P(s_i)}\right) \quad (3.5)$$

Bu ifadənin kiçik qiymətlər yaratması statistik analiz zamanı istifadəsinin daha uyğun olacağı göstərir. Bu şifrələnmiş görüntünün başqa tərəfdən təhlükəsiz olub olmadığını araşdırmaq üçün informasiya entropisində faydalanmaq olar. Bunun üçün hər görüntünün piksel dəyərləri P ilə ifadə edilib, görüntü ölçüləri N*N alınarsa, (3.5)-tənliyi düzgün və şifrəli görüntülərin hər biri üçün H(S) dəyərlərini hesablamaq olar. Şəkil 3.12-də bu dəyərlər düzgün və şifrələnmiş görüntülər üçün göstərilmişdir.



Şəkil 3.12. İnformasiya entropisinin analizi

3.4 Sinergetik yanaşmanın regional idarəetmədə rolu

Sinergetika üsulları regionl idarəetmədə mürrəkkəbliyin öyrənilməsi, regional təşkilatların qurulmasında davamlı (kəsilməz) şəkildə sosial-iqtisadi əlaqələrin yaradılması, mərkəzləşdirilmiş təşkilat mexanizmlərinin qurulması və bütün bölgələr

səviyyəsində idarəetmə sistemi modellərinin inkişafı üçün xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Regional idarəetmədə sinergetik bir sistem ayrı-ayrı hissələrin əlaqələndirilmiş şəkildə cəmləşərək makrososial kollektiv hərəkətin nəticəsi kimi yüksək səviyyəli yeni keyfiyyətləri yaradan birlik kimi başa düşülür. Mürəkkəb sistemlərin vasitələri:

- ✚ Öz-özünə təşkil olunma, qeyri-xətti dinamika, sinergetika, dinamik sistemlər, qeyri-stabil stoxastik proseslər, xaos;
- ✚ Regional sistemin düzgün idarədilməsində tənzimlənmələr də nəzərə alınmalıdır.

Boqdanovskinin taktikalarında təşkilat anlayışı bütün sistemləri əhatə edir: insan birlikləri, fəza cismləri sistemi və s.. İdarəetmədə ölkələrin inkişaf istiqamətlərinin, həmçinin ölkə daxili idarədilmənin həyata keçirilməsinin və müəssisə və regional səviyyədə institusional layihələndirilməsi qlobal proqnozlaşdırmaya daxildir. Regional idarəetmədə iqtisadçı-menecerlərin idarəetmə və təşkilətməyə yanaşması: idarəetmə ümumi bir prosesdir, təşkilətmə isə iqtisadi-sosial texnologiyalarla investitsiyandan, coğrafi şərait, əmək xərcləri, iqlim, maliyyə məsələləri, infrastruktur nəzərə alınmaqla optimal effekt əldə etməyin planlanmasıdır. Bu yanaşmalar təşkil olunma və idarəetmə elminin inkişafında müəyyən bir fəaliyyət kimi mühüm rol oynayır. Əgər Hegelin ümumi abstrakt fəlsəfənin gücü haqqında fikirlərini nəzərə alsaq, post-sənaye mərhələsində, inkişaf etmiş ölkələrdə informasiya cəmiyyətinin inkişafında təşkil olunma və idarəetmənin yeni mərhələlərini müşahidə edə bilərik. Hegelin fikrincə bir subyekt obyekt səviyyəsinə qədər inkişaf edərsə, onda yaranan obyekt aktiv və yaradıcı mənbə rolunda çıxış edir. Bəşəriyyətdə qeyri-bərabər aktivlik müşahidə olunur, ona görə ki, bu prosesə aid etmək olar: cəmiyyətdə elmi texnologiyaların inkişaf etməsinə, ölkələrdə nanotexnologiyanın inkişafına baxmayaraq məhdud sayda ərzaq, qidalanma, geyim, kommunikasiya texnologiyaları, nəqliyyat istehsal edilir. Lakin, K. Marksın fikrincə kapitalizm özünün inkişafında reqresiyaya məcbur qalacaq, iqtisadi inkişafı əldə etmək üçün müəyyən istehsal sahələrinin dayandırılması və digər amillər buna səbəb ola bilər. Artıq

günümüzdə də bu fikir müəyyən mənada öz əksini tapır. XX əsrdə çoxlu müəyyən ölkə və şəhərlərdə maliyyə kapitalının qoyuluşu səbəbiylə istehsalın artması və nəticədə həmin ölkələrdə və ya şəhərlərdə orta təbəqəli insanların azalması və “üçüncü” ölkədən ucuz işçi qüvvənin əldə edilməsi və nəticədə digər ölkədə işsizliyin yaranması, bu səbəbdən ölkənin insanlara pulsuz ərzaq və ya işsizlik haqqı verməsi nəticəsində müflisləşən bir ölkə və ya şəhər (Deytroyt kimi) halına gəlməsi dünyada bərabərsiz kapitalist rejiminin yaranmasına səbəb olur. Öz növbəsində orta təbəqənin azalması ölkəyə investisiyaların qoyuluşuna mənfi təsir edir və nəticədə vergi yığımı azalır. Bu son elmi yanaşma ilə əldə edilən nailiyyətlər cəmiyyəti reqresiya yoluna sürükləyir.

C.Urry nin sinergetik “mobilləşmə” yanaşmasında görə bütün insanların birgə fəaliyyətinin təşkili və dağınıqlığı obyektiv deyil. O, öz-özünə inkişaf və təşkil olunan sistemlərə nümunə kimi: piyada hərəkəti, atla hərəkət, aviauçuş və dəmiryolu nəqliyyatının inkişafını göstərmişdir. Nisbi zaman-sürət, məkan fəlsəfi və fiziki yanaşmalar insanların gündəlik təcrübəsinə çevrilir, ümumi idarəetmənin vasitələri: əşyalar, əlaqələr, sürətli baş verən dəyişik hadisələr və s. hesab etmək olar.

Öz-özünə təşkilolunan sistemlər dayanıqlılığın əldə edilməsi qabiliyyətinə malikdirlər. Dünyada baş verən enerji müharibəsində ABŞ öz qazını Avropaya nəql etmək məqsədiylə Rusiyaya tətbiq olunan sanksiyalar şəraitində Ukraniyanı siyasi kart kimi istifadə edir, ancaq Macarıstan burada gözlənilməz tarazlaşdırma rolunu oynayır. Avropa ölkələri ticarət əlaqələrində Rusiya qazını qısa müddətli öz anbarlarına transferini nəzərdə tuturlar. Bu Ukraniyanın Rusiya qazına ödəniş etmədən istifadə etmək imkanından məhrum edir. Ancaq macarlar Avropa dəyərlərini yenidən qiymətləndirmək üçün müxtəlif şüarlar irəli sürürlər: “Əvvəl tanklar var idi, indi banklar var, biz Avropa İttifaqının müstəmləkəsi olmaq istəmirik”. Rusiya Federasiyasına tətbiq edilən sanksiyalar sistemi müttəfiqlərin – Avropa və Asiya ölkələr arasındakı qütbləşməni aşkar etdi. Müxtəlif cəhətlərinə görə tarazlıqda olmayan dünya balanslı dayanıqlılığı qismən əhatə edir.

Ancaq, bəzən fərqli təşkilatlarda baş verən dağıdıcı proseslərin fəaliyyəti inkişafa doğru irəliləmənin nəticəsi ola bilər. Müxtəlif cəmiyyətlərin, siniflərin, qrupların bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsində müəyyən maraqları toqquşur, məhz ona görə də hər bir cəmiyyət, toplum özü üçün, öz qaydaları ilə kollektiv, dünya, bəşəriyyət təşkil etməyə çalışır. Bu fərdi yanaşmanın nəticəsi olaraq təşkilatın təcridi ilə ümumi birləşmə, mükəmməl təşkilatın yaradılmasına nail olmaq mümkün deyil. Müxtəlif təşkilat formaları ilə mübarizə aparılır. Göründüyü kimi bütün insanların maraqları təşkilatı xarakter daşıyır. Amma bu həmişə cəmiyyətin inkişafının irəliləməsinə gətirib çıxarırmı?.. İ.Vallersteyn-nin fikrincə sosializmin dağılması və kapitalizm böhranı çox güman ki, xaos səbəbiylə baş vermişdir. Burada tarixi prosesin subyektiv səbəblərini də qeyd etmək lazımdır. Sinergetika çoxəlaqəli struktur, müxtəlif mənbələrin evrstik araşdırılması, universal paradigmalardan yaradılması kimi bütün sahələri əhatə edir. İnsanların mənəvi güclərinin tam ələ alınmaqla birlikdə güclərin inkişafı məsələsi də qeyd edilməlidir. İnsanların bağlılığı, insanlığın gücünün idarəedilməsinin öyrənilməsində humanitar elmlərin rolu var, amma sinergetika əsasında elmi-praktiki yanaşma bu məsələnin həllində yeni başlanğıc nöqtəsi yaratdı.

Bizim dünyamızla ümumi dünya arasında fərqlər var: məsələn yalnız gərginlik fərqi, enerji fəaliyyətində özünü göstərir, təkcə bu müxtəliflik müəyyən praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Bazar iqtisadiyyatı dövründə müəyyən idarəetmə obyektini kimi şirkəti “makrosfer şirkət” kimi qəbul etmək lazımdır. Kompleks korporasiyaların inkişafı, bu təşkilatların müxtəlif ölkələrdə öz nümayəndəliklərini açmaqla transmilli şirkətə çevrilməsi zərurəti yaratdı. Burada transmilli şirkətin idarəetmə və inkişaf prosesinə təsir edən bir neçə vacib amili qeyd etmək olar, məsləhət orqanının yaradılması, digər ölkələrin idarəetmə sisteminin və qanunlarının təsiri, təbii və sosial ehtiyatların istismar qaydalarının ayrı-ayrı ölkələrdə müxtəlif olması, satış və təchizat konturu və s.

Region- öz-özlüyündə deyil, bu cəmiyyətin rifahına nail olmaq üçün dövlətin texnoloji bir elementidir. Dövlətin tənzimləmə mexanizmləri, idarəetmə prinsipləri və üsulları rifahın, sabitliyin dayanıqlılığın lazımı səviyyədə təmin

edilməsini, ölkədaxili təhlükəsizliyi təmin etmək üçün əsas vəsifələri özündə əks etdirməlidir. Ona görə də bütün dövlət tənzimlənmələrinin dərəcəsi uyğun meyarlara görə yoxlanılmalıdır. Əldə edilən nəticələr öz növbəsində elmə, səhiyyəyə, mədəniyyət də daxil olmaqla, iqtisadiyyatın bütün sahələrinə potensial imkanlar təmin etməlidir-amma ilk növbədə məhsulların istehsalı, sənaye sahəsinə. Hələki Rusiya Federasiyasında qloballaşmaya doğru addımlar istehsal sahəsi istiqamətində deyil, istehlakda müşahidə edilir. Rusiyanın bərpa olunmayan təbii resursları ilə əmtəə məhsulları istehsalı əsasında vəsait əldə edilir. Regionların potensial imkanlarının vacib bir amili kimi yüksək ixtisaslı və müasir idarəetmə bacarıqları olan, zəruri biliyə malik menecerlər-idarəçilər və işçiləri göstərmək olar. Hələ ki, dövlət tənzimləmə mexanizmləri, tədbirləri regionların idarəetmə və inkafının məqsəd və vasitələrini birləşdirmək üçün şərait təmin etmir. Nəticədə dövlətin əhali qarşısındakı borcu artır. Dövlətin həyata keçirdiyi idarəetmə üsullarının əsası olmalıdır, dövlətin əsas funksiyası müəyyən edilən hədəf və tədbirlər sisteminin həyata keçirilməsini təmin etmək, idxalı əvəzləyən daxili sənaye məhsullarının istehsalı texnologiyasını inkişaf etdirmək, müəssisələrin böhrandan çıxarılması üçün müəyyən tədbirlərin həyata keçirmək və müxtəlif üsul və vasitədən istifadə etməklə dayanıqlılığını təmin etməkdir. Ancaq, regional qarşılıqlı maraqların, müəssisələrin daxili əlaqələrinin təyin edilməsi və optimal qurulması dövlətin qarşıdurma olmadan idarəedilməsinə imkan yaradır.

Son olaraq qeyd etmək lazımdır ki, dövlətin idarəetmə sistemində xarici və daxili qeyri-tarazlığın, disbalansın çevik hebatının formalaşdırılması üçün sinergetik yanaşmadan istifadə etməklə idarəetmənin regional tipinə müraciət etmək lazımdır. Sistemin əsas təşkilati mexanizmlərinin formalaşması birləşmə kompleksinə daxildir, kompleksdə bir elementin fərqli inteqrasiyası zamanı, zərurət olduqda- disfunksional sistem kompleksinin bağlanması. Universal tənzimlənmə mexanizmi kimi təyin edilmiş Boqdanovski termlərinin “seçilməsi” – ni göstərmək olar. Əsas məsələ regional idarəetmənin inkişaf istiqamətlərinin seçilməsidir, çünki, həqiqi formaların saxlanması, idarəetmədə davamlı inkişaf yolunun təyin edilməsi ilə mümkündür.

NƏTİCƏ

Xaotik sistem başlanğıc şərtlərə, parametrlərin kiçik dərəcədə dəyişməsinə çox həssasdır. Məsələn, hava şərtlərinin kəpənək effektindən asılılığını Pekində qanad çırpan bir kəpənəyin Vaşinqtonda bir fırtınaya səbəb olması ilə bağlılığı kimi anlamaq olar. Ancaq bunu hər qanad çırpan bir kəpənəyin fırtınaya səbəb olması kimi başa düşmək olmaz. Burada əsas məsələ odur ki, əgər baş verə biləcək fırtınanı əvvəlcədən təyin etmək istəyiriksə, kəpənəklərin qanad çırpması qədər kiçik hava axınlarını, hərəkətlərini hesablanmasını təmin edə biləcək bir sistem yaratmalıyıq. Əks təqdirdə, əgər, bu kiçik dəyişikliklər nəzərə alınmazsa havanın düzgün proqnozlaşdırılması mümkün olmayacaq, çünki bu cür sistemlər çox qarışıq, xaotikdir. Başqa sözlə desək, bu cür xaotik sistemlərinin hərəkətinin düzgün proqnozlaşdırılması çox çətinidir. Lakin, bu cür sistemlərin öz-özünə nizamlanma kimi xüsusiyyətləri də mövcuddur. Buradan xaos nəzəriyyəsinə əsasən belə bir nəticə çıxarmaq olar:

1. Biz artıq nəyi, hansı sistemi, hansı elmi istiqaməti tədqiq edib etməyəcəyimizi müəyyən edə bilərik, məsələn hər hansı bölgə üçün 10 il sonrakı hava durumunu dəqiq proqnozlaşdırmanın xaos nəzəriyyəsinə görə mümkünsüz olması aydın olur. Ona görə də bu istiqamətdə aparılacaq tədqiqatların nəticəsiz qalmasını əvvəlcədə anlamaq olar və bu istiqamətdə vaxt sərf etməklə elmi araşdırmaların aparılması düzgün olmaz.

2. İstər dünyada, cəmiyyətdə, istərsə də elmdə sistemli, dayanıqlı dəyişikliklər etmək üçün sistemdəki ən kiçik dəyişiklikləri belə nəzərə almaq lazımdır. Çünki xaotik sistemlər ən kiçik dəyişikliklərə son dərəcə həssasdır.

3. Xaotik olan hər bir sistemdə bir nizamlılığın olma ehtimalı var, təsadüflük, nizamsızlıq bizim üçün anlaşılmaz olduğu üçün biz belə sistemlərin dayanıqlılığını qavraya bilmirik, bu cür sistemlərdə nizamlılığı təyin etmək üçün yeni riyazi anlayışlara, qaydalara ehtiyac var.

İqtisadi xaosun mövcudluğu iqtisadi proqnozlaşdırma və metodologiyada mühüm rol oynayır. Qeyd etmək lazımdır ki, xaosun təyin edilməsi daha fundamental və

yoxlanılmış bir sıra konsepsiyaların yaradılmasını şərtləndirdi. Xaosun yaranması bəzi səmərəli mexanizmlərin işinə təsir göstərdi. Müşahidə edilən kaos-hər hansı bir xüsusi mexanizmə, struktura uyğun gəlmir. Yəni, kaos generasiya edən fundamental mexanizm tam əlçatan deyil, kaos tamamilə təsadüfi yaranır. Müxtəlif sistemlərdə kaos həmişə qeyri-müntəzəm deyil. Sistemdə yaranmış kaosda bir qərarlılıq müşahidə etmək olar. Bu mənada kaos potensial müsbət hal hesab etmək olar. İqtisadi təkamülün müsbət istiqamətdə inkişafı günümüzdə yarana biləcək böhran vəziyyətlərində bizə “böyük dönüş nöqtəsi” yaratmasına ümüd verir. Xaotik və mürəkkəb iqtisadi keçid vəziyyətləri zamanı iqtisadi kaosun müəyyən edilməsi iqtisadi proqnozlaşdırma imkanlarını məhdudlaşdırmasına baxmayaraq, kaosun təyin edilməsi yaranmış məhdudiyyətlər çərçivəsində iqtisadi proqnozlaşdırmanın keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün yeni imkanlar yaratmışdır. Xaos nəzəriyyəsi bizə real problemlərin həllini sadələşdirməyə imkan yaradır, həmçinin yarana biləcək təhlükələr, böhran vəziyyəti və xaotik prosesi müəyyən etmək üçün “erkən xəbərdarlıq sistemi” –nin daha səmərəli şəkildə yaradılmasına köməklik göstərir.

Müəyyən edilmişdir ki, fəlsəfi baxımdan insanın təbiəti yalnız bir neçə əsas aspektdən ibarətdir: biliyə həvəsi, egoizm, başqalarını düşünmə, sevgi və s. Məhz bu cəhətlərin müxtəlif vasitələrlə kombinasiyalarının təsiri altında mürəkkəb iqtisadi davranış (iqtisadi kaos) formalaşır. Burada təqdim edilən sinergetik iqtisadiyyatı – yalnız başlanğıc kimi hesab etmək olar. Bu istiqamətdə getdikcə biz kompleks analitik problemlərlə qarşılaşacağıq. Sinergetik iqtisadi sistemlərdə dayanıqsızlığın dəyişməsi müxtəlif ölçülü qeyri-xətti dinamik tənliklərlə təsvir edilir, ancaq biz belə sistemlərin hərəkətini anlaşılmaması, təhlil edilməsi üçün yalnız analitik metodlardan istifadə edilməsinə ümüd edə bilmərik.

Bu dissertasiya işində sinergetika metodlarından istifadə etməklə yaranmış xaotik proseslərin təyin edilməsi, xaotik dinamika ilə obyektlərin qeyri-xətti idarə olunması məsələləri və bir sıra mürəkkəb məsələlərin həlli öz əksini tapmışdır, həmçinin xaotik sistemlərinin idarə edilməsinin aktual və vacib məsələlərinə də baxılmışdır. Xaotik proseslərə praktikada geniş şəkildə rast gəlmək olar. Bunların

lokallaşdırılması, rejim parametrləri oblastının məhdudlaşdırılması, öz-özünə təşkil olunma və öz-özünə davam etmə sistemin səmərəli iş qabiliyyətinin şərtlərinə zidd deyil. Bu kontekstdə xaotik sistemlərin idarə edilməsi məsələlərinin həlli üçün rezonans həyəcanlanma ümumi metodlarından istifadə edilməsi müəyyən edilmişdir. Bu metodların bir sıra imkanlarından bəzi sistemlərdə xaotik hərəkətin sabitləşdirilməsi, paylanmış sistemlərdə süni əlaqəli strukturun yaradılması, informasiyanın müxtəlif cür emalı məsələlərinin həlli, öz-özünə təşkil olunma prosesinin analizi üçün istifadə edilir.

Bundan başqa sinxronizasiyanın xaotik sistemlərin idarə edilməsi məsələlərində effektivliyi də nəzərə alınmışdır. Bu məqsədlə xaotik sistemlərdə sinxronizasiya modelləri araşdırılmışdır. Qaldı ki, məkan olaraq idarə etmə metodu – diskret xaotik hərəkətin müxtəlif keçid rejimlərinin uyğun olaraq diskret strukturunun təsviri və diskret kaosun tənzimlənməsi məsələsi də qeyd edilmişdir. Bundan əlavə informasiyanın ötürülməsi zamanı xaotik şifrələmə metodundan istifadə etməklə məlumatların şifrələnməsi üsulu da dissertasiya işində yer almışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, regional idarə etmədə sistemin daxili və xarici dayanıqsızlığının təyin edilməsi üçün sinergetik yanaşmanın çevik əks əlaqəli tipindən istifadə edilə bilər. Kompleksin ayrı-ayrı elementlərinin bir-biri ilə əlaqələnməsi, inteqrasiya etməsi, lazım olduqda-kompleks disfunkcional sistemin bağlanması, təşkilati sistemin əsas mexanizmlərinin formalaşdırılması mürəkkəb kompleksin tərkib hissəsidir. Universal tənzimləyici mexanizmlər Boqadanovski termlərini “seçimi” ilə təyin edilir. Regional idarə etmədə əsas diqqət düzgün inkişaf istiqamətinin seçilməsinə yönəlməlidir, bu yolla idarə etmədə davamlı inkişaf yolunun saxlanılması mümkündür. Bir-birini tamamlama, inteqrasiya, parçalanma prosesləri dünyanı təşkil edir, buna görə də idarə etmə subyektini kimi nəzarət və formalaşdırma düzgün olmalıdır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. R. Ə. Əliyev və R. R. Əliyev, Soft computing”, “Bakı- Çarşıoğlu 2003”, 610səh.
- 2.Э. И. Владимирский, Б.И.Исмаилов. «Синергетические методы управления хаотическими системами» Баку, «ELM» 2011. – 240s.
- 3.Лоскутов А. Ю. ,Михайлов А. С. Введение в синергетику, М: Наука. Главная редакция физ.-мат.лит. 1990. 272s.
- 4.Мандельброт Б//Странные аттракторы.М.:Мир,1981.səh.47-575.Alleyne A. Reachability of chaotic dynamic systems //Phys.Rev.Lett.1998.V.80.P.3751-3754.
- 6.Aston P. J, Bird C. M. Using control of chaos to refine approximations to periodic points// Int. J. Bifurcation Chaos. 2000. V. 10. P. 227- 235.
- 7.Basso. M, Gensio R, Tesi A. Cotroller design for extending periodic dynamics of a Pyragas controllers// İEEE Trans. Circ. Syst. 1997. V. 44. P. 1023-1027.
- 8.Mettin R. Control of chaotic maps by optimized periodic inputs // Int. J. Bifurcation Chaos, 1998. V. 8. P. 1707-1711.
- 9.Moon F. Chaotic and Fractal Dynamics, An Introduction for Applied Scientists and Engineers. Wiley & Sons, 1992.
- 10.Pecora L., Carroll T. Synehronization in chaotic systems // Phys. Evy. Lett. 1990. V. 64. P. 821 - 824.
- 11.Genesio R,Tesi A.Harmonic balance method for the analysis of chaotic dynamics in nonnilinear system// Autom.1992.V.28.N3.P.531-548.
- 12.Lima R,Pettini M.Suppression of chaos by resonant parametric perturbation/Phys.Rev.A.1990.V.41.P.726-733.
- 13.Sannuti P., Kokotovic P. Near optimum design of linear systems by a singular perturbation method // İEEE Trans. Automat. Control. ac-14. 1969. № 1. P. 15–22.
- 14.В.-Б. Занг //Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории: Мир 1999. —335 s.

- 15.**Бекман (Beckmann, M. J., 1952) «A Continuous Model of Transportation», *Econometrica* 20 Бекман, Пуу (Beckmann, M. J., Пуу, Т., 1985): *Spatial Economics: Density, Potential, and Flow* (North-Holland, Amsterdam)
- 16.**Йосс, Джозеф (looss, G., Joseph, D. D., 1980) *Elementary Stability and Bifurcation Theory* (Springer, New York) Русский перевод: Йосс Ж., Джозеф Д. *Элементарная теория устойчивости и бифуркаций.*—М.:Мир, 1983.
- 17.**Шаршеналиев Ж. Синтез систем оптимального управления и стабилизации: проблемы и противоречия // Пробл. автоматки и управления. 2009. № 1.С.5-16.
- 18.**Солодовников В. В. Синтез корректирующих устройств систем автоматического регулирования // *Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования. Кн. 2. Анализ и синтез непрерывных и дискретных систем автоматического регулирования.* М.: Машиностроение, 1967. С. 303–346.
- 19.**Летов А. М. Аналитическое конструирование регуляторов. 3 // *Автоматика и телемеханика.* 1960. № 6. С. 661–668.
- 20.**Богданов, А. А. *Тектология : (Всеобщая организационная наука) : в 2 кн. / редкол. Л. И. Абалкин и др. М. : Экономика, 1989. Кн. 1. 203 с.; Кн. 2. 350 с*
- 21.**Аршинов, В. И. Синергетика конвергирует со сложностью // *Вопр. философии.* 2011. № 4.
- 22.**Хоружий, С. С. Что такое Синергия? Синергия как универсальная парадигма : ведущие предметные сферы, дискурсивные связи, эвристические ресурсы // *Вопр. философии.* 2011. № 4.
- 23.**С.П.Парамонова,О. Ю. Комарова, //Использование синергетического подхода к теории регионального управления, *Вестник Челябинского государственного университета.* 2014. № 25 (354),Философия. Социология. Культурология. Вып. 35. С. 86–90.