**Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti**

İdarəetmə və Sistemlər Mühəndisliyi kafedrası

“Tədqiqat üsulları” fənninin mühazirələr konspekti

Bakı-2018

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.............................................................................................................................2

1. Elmi tədqiqatın əsas anlayışları və terminləri ...............................................................2
2. Nəzəri tətqiqatların metodoloji əsasları və analitik tədqiqat metodu ...........................3
3. Tədqiqatın ehtimal statistik metodları ..........................................................................8
4. Elmi tədqiqatlarda sistemli analiz ................................................................................
5. Eksperimental tədqiqatların aparılması metodologiyası ..............................................
6. Tədqiqatların korrelyasiya təhlili ................................................................................12
7. Xətti reqresiya asılılığı ................................................................................................14
8. Çoxdəyişənli xətti reqresiya asılılığı .........................................................................18
9. Parabolik və loq-parabolik reqresiya asılılğı ..............................................................21
10. Tədqiqatlarda proqnozlaşdırma üsulları .....................................................................28
11. Eksperimental tədqiqatların optimallaşdırılması ........................................................32
12. Eksperimentlərin planlaşdırılması ..............................................................................37
13. Elmi tədqiqatlarda qeyri-səlis texnologiyaların tətbiqi ..............................................44
14. Tədqiqatların simulyasiya modelləşdirilməsi .............................................................55
15. Elmi tədqiqatların səmərələyinin qiymətləndirilməsi

və nəticələrinformalaşdırılması..................................................................................62

**Giriş**

1. **Elmi tədqiqatın əsas anlayışları və terminləri**

Elmi-texniki tərəqqi cəmiyyətin inkişafına ciddi təkan verən amillərdən biri olub, müasir elmin inkişaf tempi ilə sıx əlaqədardır. Bu əlaqələr müxtəlif şəkildə özünü biruzə verir ki, bu da elmin istehsal qüvvələrinin inkişafı ilə əlaqəsi, dövlət tərəfindən elmin idarə edilməsi, elmi tədqiqatların planlaşdırılması və proqnozlaşdırılması, elmi təşkilatlar şəbəkəsinin təşkili və təkmilləşdirilməsi, elmi kadrların formalaşdırılması, fundamental və tətbiqi tədqiqatların optimal nisbətini n müəyyənləşdirilməsi, beynəlxalq elmi əlaqələrin təşkili və inkişafı kimi fəaliyyət istiqamətlərindən ibarətdir.

Elmi-texniki tərəqqi, elm və texnikanın qarşılıqlı əlaqəli inkişaf prosesi olub, insanlara xarici mühitə təsir etməklə maddi və mənəvi gəlir əldə etməyə imkan verir. Hal-hazırda elmi-texniki tərəqqi elmi-texniki inqilab şəklində özünü biruzə verir ki, bu da müxtəlif sahələrdə yeni texnologiyaların yaradılması və tətbiqi ilə sıx əlaqədardır. Elmi-texniki inqilabın əsas xüsusiyyəti elmin rolunun kəskin artmasından ibarətdir ki, bu da yalnız fiziki əməyin deyil, həmçinin zehni əməyin avtomatlaşdırılmasından, elmi-texniki informasiyanın kəskin artması və yeniləşdirilməsindən, materialların konstruksiyaların texnoloji proseslərin tez dəyişdirilməsindən və kompleks avtomatlaşdırma və idarəetmə sistemlərinin səviyyəsinin yüksəldilməsindən ibarətdir.

Elmi-texniki tərəqqi ali təhsil müəsisələrində tələbələrin və magistrantların bilik səviyyələrinə daha yüksək tələblər qoyaraq, onlardan yüksək yaradıcılıq qabiliyyəti və mürəkkəb şəraitdə daha düzgün texnoloji və təşkilati qərar qəbul edilməsi qabiliyyətinin aşılanmasını üzə çıxarır.

Digər tərəfdən müasir istehsalat proseslərinin avtomatlaşdırılmasının müxtəlif istiqamətləri mütəxəsislərdən daha yeni məsələlərin üzə çıxarılmasını və tədqiqini tələb edir ki, bu da elmi tədqiqat üsullarının aktuallığını göstərir.

Beləliklə, tədqiqat üsulları kursunun məqsədi magistrantların müasir avtomatlaşdırmavə İKT sahəsində dərin elmi tədqiqatların aparılmasının nəzəri və praktiki vərdişlərin aşılanmasından və nəzəri-eksperimental tədqiqat verilənlərinin işlənilməsi və analizi metodları ilə yaxından tanış olmaqdan ibarətdir.

Kursun öyrənilməsi nəticəsində magistrant aşağıdakı kompitensiyalara malik olmalıdır:

* İnformasiyanın ümumiləşdirilməsi, analizi və qəbulu, məqsədin müəyyənləşdirilməsi və ona nailolma yollarının seçilməsi qabiliyyət;
* Özünüinkişaf qabiliyyəti, peşəkarlığın və ustalığın artırılması;
* Öz üstünlüklərini və çatışmazlıqlarını qiymətləndirməsi, üstünlüklərin inkişaf etdirilməsi çatışmazlıqların aradan qaldırılması yollarının seçilməsi qabiliyyəti;

Təbiət elmləri fənlərinin əsas qanunlarından istifadə etmək, peşəkarlıq fəaliyyətində riyazi modelləşdirmənin nəzəri eksperimental tədqiqatların tətbiqi qabiliyyəti.

1. **Nəzəri tətqiqatların metodoloji əsasları və analitik tədqiqat metodu**

Metodologiya sözü iki yunan sözünün birləşmsindən ibarət olub, “method”- tədqiqat üsulu, dərketmə, təfəkkür və “logos”- anlayış , təlim sözlərindən təşkil olunmuşdur.

Elmi tədqiqatın metodologiyası dedikdə tədqiqatın yolları təlimi nəzərdə tutulur və ümumi halda tədqiqatçının şəxsi mövqeyini müəyyənləşdirən ümumi dünyagörüşün müddəa və prinsiplərinin yığımından ibarət olur. Başqa sözlə, metodologiya seçilmiş elmi istiqamət üzrə məsələ müasir avtomatlaşdırma və İKT sahəsində baxılan elmi istiqamətin nəzəri-eksperimental fəaliyyətinin prinsipləri, metodları və həyata keçirilməsi sistemindən ibarətdir.

Metodologiyanın əsas səviyyəsi, nəzəri eksperimental tədqiqatların nəticələrinin işlənilməsi üçün müxtəlif metodlar haqqında bilikləri müəyyənləşdirir. İxtiyari elmi tədqiqat qarşılıqlı əlaqəli kompleks əlaqəli nəzəri və praktiki məsələlərin müəyyən edilməsi və formalaşdırılması və həll edilməsindən ibarət olub, elmi problemi təşkil edir.

Problem adətən, əldə edilmiş həcm ilə elmi biliklərin səviyyəsi arasında obyektiv əksliklərin kəskinləşməsi şəraitində və yeni elmi-tədqiqat və praktiki istehsalat məsələlərinin həll vacibliyi şəraitində yaranır.

Problemin həlli üçün , baxılan prosesin tədqiqi əsasında onun hərəkətinin əsas xüsusiyyətlərinin və qanunauyğunluqlarının müəyyənləşdirilməsi üçün xüsusi elmi tədqiqatlar başlanılır ki, onun da məzmunu kompleks nəzəri quruluşların və eksperimental əməliyyatların yerinə yetirilməsindən ibarətdir.

**Analitik tədqiqat metodu.**

1.Radioktiv parçalanma prosesinin modelləşdirilməsi.

Radioktiv parçalanma qanununa görə, parçalanmaların sayı verilmiş parçalanma zamanı parçalanmayan nüvənin sayı ilə mütənasibdir. Tutaq ki, başlanğıc anında, radioaktiv maddələrin moqdarı dır.

Fərz edək ki, verilmiş anında olan parçalanmamış radioaktiv maddələrin miqdarıdır. Parçalanma sürəti ifadəsi ilə təyin edilir və ilə mütənasib olduğundan, baxılan prosesin modeli aşağıdakı nisbətlə ifadə edilir.

(1.1)

Burada sabit kəmiyyətdir. (1.1) ifadəsinə dəyişənlərinə ayırma üsulunu tətbiq etsək riyazi ifadə aşağıdakı şəkli alar:

(1.2)

Sonuncu ifadənin hər iki tərəfini inteqrallamaqla aşağıdakı ifadəni alırıq:

(1.3)

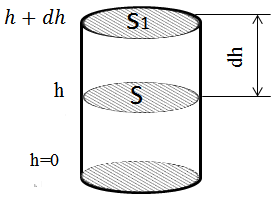
Burada c-inteqrallama sabitidir. i natural loqarifmdən azad etmək üçün (1.3) ifadəsinin hər iki tərəfini “” ədədinə görə qüvvətə yüksəltmək lazımdır. Onda ifadə aşağıdakı şəklə düşər:

(1.4)

Qeyd edək ki, (1.1) ifadəsində - parçalanma sürəti mənfi olmalıdır, çünki radioaktiv parçalanma nəticəsində ilkin maddələr fasiləsiz olaraq azalırlar.

2.Atmosfer təzyiqinin dəyişmə prosesinin modelləşdirilməsi.

Atmosfer təyziqi Yer səthindən h hündürlüyünün funksiyasıdır. Şaquli silindrik havanın en kəsiyinin sahəsinə baxaq (şəkil 2.1)



Şəkil 2.1

Silindrin aşağısından və hündürlüklərində və en kəsiyi sahələrini götürürük. sahəsindən sahəsinə keçdikdə təzyiqi bu sahələr arasındakı havanın çəkisinə barabər olur və onlar arasında yekun həcmə görə azalır (dh>0 olarsa). artımının az olduğunu nəzərə alsaq, deyə bilərik ki, bu təbəqədə havanın sıxlığı təqribən sabitdir. Uyğun olaraq, həcm V=Sdh, çəki olur. Beləliklə, təzyiqinin azalması -a bərabər olur ():

. (2.1)

Boyl-Mariott qanununa görə sıxlığı, təzyiqi ilə düz mütənasibdir, yəni

, (2.2)

harada ki, sabitdir və biz yekunda differensial tənlik alırıq:

və ya (2.3)

(3) ifadəsinə dəyişənlərinə ayırma üsulunu tətbiq etsək, riyazi ifadə aşağıdakı şəklə düşər:

(2.4)

Bu ifadənin hər iki tərəfini inteqrallamaqla aşağıdakı ifadəni almış olarıq:

(2.5)

Sonuncu ifadəni natural loqarifmdən azad etmək üçün (5) ifadəsinin hər iki tərəfini “e” ədədinə görə qüvvətə yüksəltmək lazımdır, yəni

(2.6)

1. Soyutma prosesinin modelləşdirilməsi.

Təsəvvür edək ki, yüksək temperaturlu bir cisim sabit temperaturda 0 olan mühitdə yerləşdirilir. Cisim soyumağa başlayacaq və onun temperaturu cisim o yerə yerləşdirilən zamandan etibarən t zamanının funksiyası olacaq. Nyuton qanununa görə cismin dt zamanında veridiyi dQ istiliyi onun onun temperaturlar fərqi və dt zamanı ilə mütənasib hesab etmək olar:

 (3.1)

Burada c1 – sabitdir.

Cismin istilik tutumunu k ilə əvəz etdikdə,

 (3.2)

Burada mənfi işarəsi onu göstərir ki, baxılan halda mənfidir, belə ki, temperatur azalır. Bu iki ifadəni dQ üçün müqayisə etsək alarıq:

,

burada  və ya,

. (3.3)

Bu ifadəni dəyişənlərinə ayırma üsulu ilə həll edək:



Sonuncu ifadəni inteqrallasaq, aşağıdakı ifadə alınar:

(3.4)

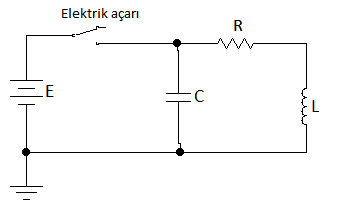
Burada C-inteqrallama sabitidir.-ni loqarifmdən azad etmək üçün ifadənin hər iki tərəfini “e”-yə vurmaq lazımdır. Onda ifadə aşağıdakı şəklə düşər:

Belə hallarda, istilik tutumu k sabit olduqda, həmçinin  da sabit olur, beləliklə (3.3) ifadəsi 1-ci dərəcəli xətti diferensial tənlik adlanır. Daha ümumi hallarda, soyuyan cismin istilik tutumu onun temperaturundan asılı olaraq dəyişəndə, c -nın funksiyası olacaq və onda (3.3) ifadəsi qeyri-xətti olacaq.

4.Sadə rəqs konturunda gedən proseslərin analizi və identifikasiyası.

C tutumlu kondensator, L induktivlikli sarğac və R müqavimətindən ibarət olan sadə rəqs konturuna baxaq. Fərz edək ki, müəyyən t zaman anında qida mənbəyi dövrədən açıldıqdan sonra kondensatorun lövhələri arasında V potensiallar fərqi yaranıb (şəkil 4.1).

L=0 olduqda, kondensatorun lövhələrinə birləşən naqillər vasitəsilə cərəyan axacaq və bu cərəyan axını potensiallar fərqi sıfıra enənə qədər davam edəcəkdir. L≠0 olduqda isə konturda elektrik rəqsləri yaranacaqdır.



şəkil 4.1.

Bu rəqslərin qanuna uyğunluğunu tapmaq hər hansı t anında kondensatorun lövhələri arasındakı potensiallar fərqini V=V(t) ilə, cərəyanın şiddətini isə I=I(t) ilə işarə edək. Məlum Om qanununa görə I\*R hasili zamanın hər bir anında tam elektrik hərəkət qüvvəsinə bərabərdir və sonuncu isə kondensatorun, {-V(t)} elektrik hərəkət qüvvəsindən və  avto induksiyanın elektrik hərəkət qüvvəsindən ibarətdir. Odur ki,

 (4.1)

İxtiyari t anında kondensatorun dolmasını Q(t) ilə işarə etsək, onda dövrədə olan cərəyan şiddəti hər anda  törəməsinə bərabər olacaqdır. Kondensatorun lövhələri arasındakı potensiallar fərqi -V(t), -yə bərabər olacaqdır. Odur ki,

 (4.2)

(4.2) ifadəsini (4.1) bərabərliyini də nəzərə alsaq, onda aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

. (4.3)

Beləliklə baxılan elektrik konturundakı rəqslər ikinci tərtibli xətti differensial tənliklə ifadə olunur ki, onun da həlli asanlıqla tapılır.

5. Depozitdən alınan gəlirin identifikasiyası.

Banka qoyulmuş pulun verdiyi gəlirin dəyişməsi prosesinin dinamikasına baxaq. Bu halda gəlirin artım sürəti bankın balans prinsipinə uyğun olaraq, banka qoyulmuş pulun miqdarı P-dən asılı olacaqdır. Onda banka qoyulmuş pulun miqdarının dəyişmə sürəti aşağıdakı kimi göstərilə bilər:

(5.1)

Burada r- mövcud gəlir faizidir və bununla əlaqədar pulun miqdarı P zamandan asılı funksyadır. Odur ki, (1) ifadəsini aşağıdakı kimi yazmaq olar.

(5.2)

Bu bazis birinci tərtibli differensial tənliyi həll etmək üçün “dəyişənlərə ayırmaq” üsulu əsasında

(5.3)

şəklində yazmaq olar ki, axırıncı ifadənin hər iki tərəfini inteqrallamaqla alarıq:

(5.4)

Axırıncı ifadədə C-inteqrallama sabitidir.-ni loqarifmdən azad etmək üçün (5.4) ifadəsinin hər iki tərəfini “e” ədədinə görə qüvvətə yüksəltmək lazımdır, yəni:

(5.5)

Sonuncu ifadədə sabit hissəni ayırsaq, onda yaza bilərik:

(5.6)

harada ki, D= sistemin başlanğıc şərtlərindən tapılan sabit ədəddir.

1. **Tədqiqatın ehtimal statistik metodları**

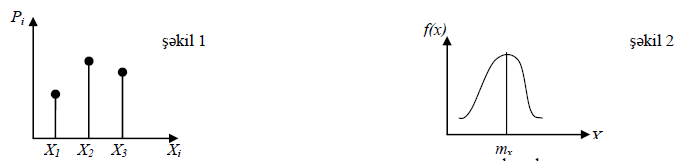
İndiyə qədər baxılan hallarda sistemin girişinə verilən siqnalların determinik olduğu nəzərdə tutulur və bu siqnallar əsasən vahid pilləli siqnal kimi və yaxud harmonik siqnal kimi nəzərə alınaraq sistemin reaksiyası, yəni çıxış kəmiyyəti təyin olunurdu. Lakin bir çox hallarda sistemin girişinə verilən siqnal təsadüfi xarakter daşıyır və bu halda sistemin ehtimal nəzəriyyəsinin və riyazi statistikanın elementlərindən istifadə etməklə hesablanması lazım gəlir. Təsadüfi təsir rejimində sistemə təsir edən siqnallar təsadüfi hadisə, təsadüfi kəmiyyət, təsadüfi proses(funksiya) və yaxud təsadüfi vektor şəklində ola bilər. Təsadüfi hadisə dedikdə elə hadisə nəzərdə tutlur ki, müəyyən anda baş verib-verməməsini dəqiq demək mümkün olmaz. Məsələn: idarəedici qurğu və hər hansı bir manqasının işdən çıxması hadisəsi. Təsadüfi hadisənin əsas xarakteristikası onun baş vermə ehtimalı və ya tezliyidir.

N-ümumi siqnalların sayı, A-hadisənin baş verməsinin sayı, n-həmin siqnallardır.

(1) düsturu A hadisələrinin baş vermə tezliyi adlandırılır. Hadisənin baş vermə ehtimalı isə aşağıdakı kimi təyin olunur:

Təsadüfi kəmiyyət dedikdə elə X kəmiyyəti nəzərdə tutulur ki, müəyyən eksperiment nəticəsində onun alacağı qiymət dəqiq məlum olmasın. Təsadüfi kəmiyyətin əsas xarakteristikası onun ayrı-ayrı qiymətlərinin ehtimalıdır:(Xi-Pi). Pi ehtimalının Xi qiymətlərindən asılılığı paylanma xarakteristikası adlanır və aşağıdakı kimi göstərilir. (şəkil 1). Fasiləsiz təsadüfi kəmiyyət üçün paylanma xarakteristikası – paylanma sıxlığı funksiyası f(x) müəyyən olunur(şəkil 2) Paylanma sıxlığı funksiyası f(x)-in əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bu funksiya aşağıdakı şərti ödəyir:

və yaxud da diskret hal üçün:

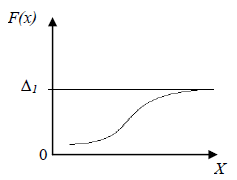


Normal paylanma

Yuxarıda göstərilən qanunauyğumluq normallaşmış adlanır. Paylama sıxlığı ılə yanaşı inteqral paylama qanununda da istafadə olunur ki, o da aşağıdakı kimi göstərilir.

=

Yuxarıda göstərilən normal paylanma qanunu üçün inteqral paylanma funksiyasının qrafiki aşağıdakı kimidir.



Təsadüfi kəmiyyətlərin əsas xarakteristikaları aşağıdakılardır:

1. Orta qiymət(riyazi gözləmə):

Diskret hal üçün:

Təsadüfi kəmiyyətlərin orta qiyməti onun ehtimalının böyük olan qiymətini göstərir.

2. Təsadüfi kəmiyyətlərin dispersiyası. Bu parametr təsadüfi kəmiyyətin qiymətlərinin meyl etməsini xarakterizə edir.

Diskret halda isə: ;

Orta qiymət 1-ci tərtibli riyazi gözləmə ilə təyin olunur, dispersiya isə orta qiymətin meyl etməsinin 2-ci tərtibli riyazi gözləməsi kimi təyin olunur. Yuxarıdakı ifadədə təsadüfi kəmiyyətin mərkəzləşmiş qiyməti adlanır.

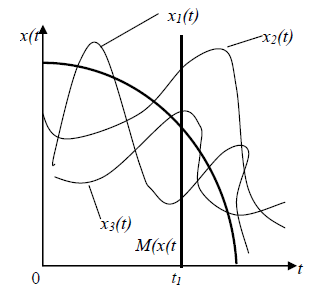
3. Korrelyasiya momenti

Korrelyasiya momenti adətən 2 təsadüfi kəmiyyət arasında müəyyənləşir və aşağıdakı kimi yazılır:

; olduqda X= qiymətinin ehtimalıdır.

Hər hansı təsadüfi y kəmiyyətinin qeyri-təsadüfi x kəmiyyətindən asılılığına, yəni y(x)-ə təsadüfi funksiya deyilir. Məs: dövrədəki gücün gərginlikdən asılılığı P(U), gücün cərəyandan asılılığı P(J). Təsadüfi funksiyada qeyri-təsadüfi arqument zaman olarsa, onda bu təsadüfi funksiya təsadüfi proses adlanır. Başqa sözlə, təsadüfi proses təsadüfi kəmiyyətin zaman üzrə dəyişməsini xarakterizə edir.

Təsadüfi prosesin müəyyən bir t zaman intervalında aldığı qiymət təsadüfi prosesin realizasiyası adlanır. Məs: dövrədə gərginliyin sutka ərzində dəyişməsi. Təsadüfi prosesin realizasiyası qeyri-təsadüfi funksiyadır. Qrafikdə göstərildiyi kimi təsadüfi prosesi onun realizasiyalarının yığımı şəklində göstərmək olar. Təsadüfi prosesin əsas xarakterizəedici göstəricisi onun müxtəlif tərtibli paylanma sıxlıq funksiyalarıdır.



1-ci tərtibli paylanma sıxlıq funksiyası f1(,) şəklində yazılır və hər hansı kəsiyində təsadüfi kəmiyyətin qiymətinin paylanmasını xarakterizə edir. 2-ci tərtib paylanma sıxlıq funksiyası f2() şəklində yazılır və təsadüfi prosesin ixtiyari 2 kəsikdə aldığı qiymətlərin ehtimalını göstərir. Bu qayda ilə n-ci tərtib paylanma sıxlıq funksiyaları

kimi yazılır və bu funksiyalar n sayda kəsikdə alınan qiymətlərin ehtimallarını göstərir. Göstərilən paylanma sıxlıq funksiyalarından ən çox istifadə olunanları 1-ci və 2-ci tərtibli paylanma sıxlıq funksiyalarıdır və bu onunla izah olunur ki, paylanma sıxlıq funksiyalarının tərtibi artdıqca hesablama prosesinin həcmi kəskin şəkildə artır. Sıxlıq funksiyaları əsasında tapılan təsadüfi prosesin əsas xarakteristikası qeyri-təsadüfi funksiyadır və aşağıdakılardan ibarətdir.

1. Təsadüfi prosesin riyazi gözləməsi.

Təsadüfi prosesin riyazi gözləməsi - nin zaman üzrə dəyişməsinin orta qiymətini göstərir.

1. Təsadüfi prosesin dispersiyası.

Dispersiya təsadüfi prosesin orta qiymətindən meyletmə dərəcəsini göstərən qeyri-təsadüfi funksiyadır. Orta kvadratik meyletmə funksiyası aşağıdakı kimidir.

1. Təsadüfi prosesin korrelyasiya funksiyası. Əgər korrelyasiya funksiyası 2 təsadüfi proses arasındakı əlaqəni xarakterizə edirsə, onda bu cür əlaqə qarşılıqlı korrelyasiya adlanır və belə yazılır:

Göstərilən qarşılıqlı korrelyasiya funksiyası bu 2 prosesin t1 və t2 zaman kəsiyində aldığı qiymətlərin arasındakı əlaqəni göstərir. Bu əlaqə bəzən korrelyasiya əmsalı asılılığı ilə müəyyənləşir:

Təsadüfi prosesin müxtəlif en kəsikləri arasındakı əlaqə qarşılıqlı korrelyasiya funksiyası ilə müəyyən olunur və aşağıdakı kimi göstərilir.

Axırıncı ifadədən görünür ki, olduqda,

Korrelyasiya dispersiyanın xüsusi halıdır.

Misal. Şəkil 6.4-də göstərilən sadə hamarlayıcı süzgəcə baxaq (RC dövrəsi).

R

C

Ugir(t)

Uçıx(t)

Şəkil 6.4. Sadə hamarlayıcı süzgəc

Elektrotexnikanın əsas qanunlarına əsasən bu sxem üçün aşağıdakı düsturları yazmaq olar.

,

harada ki, , .

Alınmış asılılıqdan istifadə edərək giriş siqnalının məlum halında obyektin çıxış siqnalının tapılması modelin tərkibinə daxil olan R,C parametrlərinin qiymətlərinin verilməsinə qədər mümkün deyil.

**Təsadüfi kəmiyyətin verilənləri əsasında normal paylama qanununun identifikasiyası.**

Əgər təsadüfi kəmiyyətin paylanma qanunu məlum deyilsə,onda müşahidə nəticələrinin verilənlərinə əsasən histoqram qurulur.Bu prosesdə absis oxunda təsadüfi kəmiyyətin müəyyən qruplarına uyğun gələn intervallar göstərilir ki, bunların hər birində düzbucalı qurulur. Düzbucaqlının hündürlüyü baxılan qrupun /N – tezliyinə uyğun gəlir ki, burada -qrupdakı ölçü və yaxud müşahidələrin sayı, N- isə müşahidələrin ümumi sayıdır. Histoqramda qrupların sayı elə seçilir ki, müşahidə nəticələri aydın görünsün və çoxlu sayda informativ olsun. Beləliklə statistik verilənlər əsasında histoqramın qurulması prosesini aşağıdakı ardıcıllıqdan ibarət göstərmək olar:

1. Təsadüfi kəmiyyətin verilənlərinə görə emprik formula əsasında intervalların sayı (ɛ) aşağıdakı kimi tapılır.

ɛ=1+3,2lgN (1)

harada ki, N-eksperimental verilənlərin ümumi sayıdır. İntervalların uzunluqları aşağıdakı kimi tapılır.

= , i= (2)

1. Hər bir , intervalına yaxud qrupuna düşən təsadüfi ədədlərin sayı tapılır və təsadüfi ədədlərin bu intervala düşmə tezliyi təyin edilir.

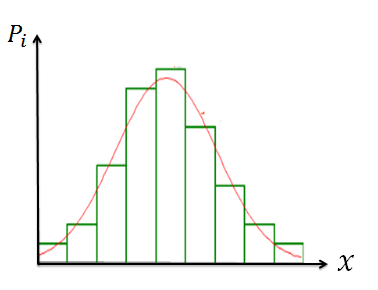
= (3)

1. Alınmış variasiya sırası cədvələ doldurulur və burada i-ci intervala düşən ədədlər üçün orta qiymət yazılır. Bu orta qiymət

(4)

kimi taplır.

1. →÷ histoqramı qurulur.



Şəkil 1. Histoqram

Histoqram qurulduqdan sonra onun formasına görə alınmış variasiya sırasının paylanma qanunun normal olması hipotezinin yoxlanması məsələsi qarşıya çıxır. Bu məqsədlə, nəzəri və emprik paylanmaların uyğunluq dərəcəsini qiymətləndirən , müxtəlif meyarlardan istifadə edilir.Bunlardan daha çox yayılmış Pirson meyarıdır ki, verilmiş variasiya sırası üçün aşağıdakı kvadratı əsasında hesablanır:

(5)

burada, ɛ- intervalların sayıdır; N-verilənlərin ümumi sayıdır;- i-ci intervala düşən seçim elementlərin sayıdır;- nəzəri paylanma əsasında hesablanan, i-ci intervala düşmə ehtimalıdır.

Pirson meyarı üçün sərbəstlik dərəcəsi ədədi ƒ= ifadəsi əsasında tapılır. Burada =2 olub normal paylamanın parametrlərinin sayını göstərir. ehtimalı aşağıdakı formula əsasında hesablanır:

(6)

harada ki,

(7)

ifadəsi əsasında tapılır və i-ci intervalın -ə görə orta kvadratik meyletmə () vahidində sol sərhədidir və normallaşdırılmış ədədlər adlandırılır.Burada ɸ(z) Laplas inteqralı olub və qiyməti üçün hesablanması aşağıdakı kimidir:

(8)

kimi hesablanır və cədvəl şəkilində verilmiş riyazi statistika kitablarından götürülür.

Ən kiçik = üçün , ən böyük = üçün isə ilə əvəz olunurlar. Əgər, (5) ifadəsi ilə hesablanan kvadratının qiyməti cədvəldən götürülmüş nəzəri kvadratın qiymətindən kiçik olarsa, yəni

(9)

şərti ödənərsə,onda təsadüfi ədədlərin normal paylanması hipotezi qəbul olunur. Əks halda isə imtina edilir. Burada -nın nəzəri qiymətinin Pirson cədvəlindən seçilməsi üçün sistemin sərbəstlik dərəcəsi ifadəsi əsasında hesablanır. Burada - intervalların sayı, isə paylanmanın parametrlərinin sayıdır və əhəmiyyətlik səviyyəsi () əsasında seçilir. Əgər doğruluq səviyyəsi 0.95 götürülürsə, onda əhəmiyyətlik səviyyəsi seçilir.

**Misal .**Kimyəvi reaktorda tempuraturun 200 ölçü nəticəsi yığılmış və onların normal qiymətdən meyl etməsinin sərhəd qiymətləri (=-;= ) 10 intervala bölünmüş və cədvəl. 1-də intervalların nömrələri (i= ) və sərhədləri, hər bir intervala düşən ədədlərin sayı, intervalların orta qiymətləri və hər bir intervala düşən ədədlərin nisbi tezliyi ( müxtəlif sütunlarda göstərilmişdir. Temperaturun ölçmə dəqiliyi -dir. Empirik paylamanın 5%-li əhəmiyyətlik səviyyəsində Pirson meyarı əsasında normal qanuna uyğunluğu hipotezini yoxlamalı.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| İntervalın nömrəsi, | İntervalın sərhəddi | İntervalda ölçmələrin  sayı, | İntervalda orta qiymətlər, | Nisbi tezlik , |
| 1 |  | 7 |  | 0.035 |
| 2 |  | 11 |  | 0.055 |
| 3 |  | 15 |  | 0.075 |
| 4 |  | 24 |  | 0.120 |
| 5 |  | 49 |  | 0.245 |
| 6 |  | 41 |  | 0.205 |
| 7 |  | 26 |  | 0.130 |
| 8 |  | 17 |  | 0.085 |
| 9 |  | 7 |  | 0.035 |
| 10 |  | 3 |  | 0.015 |

**Həlli**. Cədvəl.1-də ilkin hesabların nəticələri doldurulur, cədvəl.2-də isə, hər bir interval üzrə nisbi qiymətləri və onlara uyğun Laplas inteqralının cədvəl qiymətləri, hər bir intervala düşmə ehtimalı () və ədədlərin sayının hesabat qiymətləri və nəhayət ‟„ kvadratı meyarının hesabat qiyməti ( verilmişdir.

Cədvəl 1. İlkin hesabat nəticələri

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |

Cədvəl 2. Hesabat nəticələri

Cədvəl.2-ə əks olunan göstəricilərin hesablanması, əvvəlcə eksperimental verilənlər əsasında təsadüfi kəmiyyətin riyazi gözləməsi () və dispersiyasını tapmağı tələb edir ki, bu parametrlər aşağıdakı kimi hesablanır:

==4,30 ;

=-=94,20 ;

=9,71 .

Bu parametrlərə əsasən hesablanmış nisbi qiymətləri Laplas inteqralı cədvəlindən () inteqral qiyməti tapılır. Bu zaman nəzərə alınır ki, olduqda, ()( olur. Tapılmış ( qiymətlərinə görə (6) ifadəsinə uyğun olaraq, nəzəri paylanma qanununa uyğun ehtimallar və , tapılır.

Cədvəl.2-nin axırıncı sütunundan göründüyü kimi =7,09. Pirson meyarı -nın nəzəri qiymətini cədvəldən tapmaq üçün, sərbəstlik dərəcəsi alırıq ki, burada -normal paylanma funksiyasının parametrlərinin sayıdır və =9 götürülməsi isə 10-cu intervala düşən ədədlərin sayının az olmasına görə 9 və 10-cu interalların birləşdirilməsi ilə əlaqədardır. Pirson cədvəlinə əsasən, sərbəstlik dərəcəsi ƒ=6 və tələb olunan əhəmiyyətlik səviyyəsi 0,05 qiymətlərinə görə nın nəzəri qiyməti =12,5 tapılır və olduğu üçün temperaturun ölçmə nəticələrinin paylanma qanunun normal olması hipotezi qəbul olunur.

Beləliklə eksperimental verilənləri əks etdirən normal paylanma qanunu nəzəri olaraq, aşağıdakı paylanma sıxlıq funksiyası ilə identifikasiya olunur:

ƒexpexp

=4,30- normal (N) paylanmada riyazi gözləmə;=9,71 – isə N-paylanmada orta kvadratik meyletmədir.

**Təsadüfi kəmiyyətin verilənləri əsasında normal paylama qanununun identifikasiyası.**

Əgər təsadüfi kəmiyyətin paylanma qanunu məlum deyilsə,onda müşahidə nəticələrinin verilənlərinə əsasən histoqram qurulur.Bu prosesdə absis oxunda təsadüfi kəmiyyətin müəyyən qruplarına uyğun gələn intervallar göstərilir ki, bunların hər birində düzbucalı qurulur. Düzbucaqlının hündürlüyü baxılan qrupun /N – tezliyinə uyğun gəlir ki, burada -qrupdakı ölçü və yaxud müşahidələrin sayı, N- isə müşahidələrin ümumi sayıdır. Histoqramda qrupların sayı elə seçilir ki, müşahidə nəticələri aydın görünsün və çoxlu sayda informativ olsun. Beləliklə statistik verilənlər əsasında histoqramın qurulması prosesini aşağıdakı ardıcıllıqdan ibarət göstərmək olar:

1. Təsadüfi kəmiyyətin verilənlərinə görə emprik formula əsasında intervalların sayı (ɛ) aşağıdakı kimi tapılır.

ɛ=1+3,2lgN (1)

harada ki, N-eksperimental verilənlərin ümumi sayıdır. İntervalların uzunluqları aşağıdakı kimi tapılır.

= , i= (2)

1. Hər bir , intervalına yaxud qrupuna düşən təsadüfi ədədlərin sayı tapılır və təsadüfi ədədlərin bu intervala düşmə tezliyi təyin edilir.

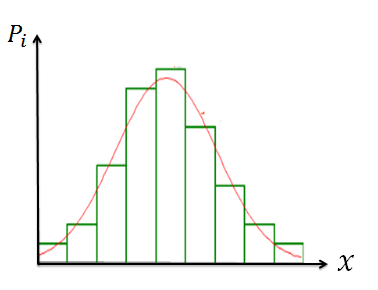
= (3)

1. Alınmış variasiya sırası cədvələ doldurulur və burada i-ci intervala düşən ədədlər üçün orta qiymət yazılır. Bu orta qiymət

(4)

kimi taplır.

1. →÷ histoqramı qurulur.



Şəkil 1. Histoqram

Histoqram qurulduqdan sonra onun formasına görə alınmış variasiya sırasının paylanma qanunun normal olması hipotezinin yoxlanması məsələsi qarşıya çıxır. Bu məqsədlə, nəzəri və emprik paylanmaların uyğunluq dərəcəsini qiymətləndirən , müxtəlif meyarlardan istifadə edilir.Bunlardan daha çox yayılmış Pirson meyarıdır ki, verilmiş variasiya sırası üçün aşağıdakı kvadratı əsasında hesablanır:

(5)

burada, ɛ- intervalların sayıdır; N-verilənlərin ümumi sayıdır;- i-ci intervala düşən seçim elementlərin sayıdır;- nəzəri paylanma əsasında hesablanan, i-ci intervala düşmə ehtimalıdır.

Pirson meyarı üçün sərbəstlik dərəcəsi ədədi ƒ= ifadəsi əsasında tapılır. Burada =2 olub normal paylamanın parametrlərinin sayını göstərir. ehtimalı aşağıdakı formula əsasında hesablanır:

(6)

harada ki,

(7)

ifadəsi əsasında tapılır və i-ci intervalın -ə görə orta kvadratik meyletmə () vahidində sol sərhədidir və normallaşdırılmış ədədlər adlandırılır.Burada ɸ(z) Laplas inteqralı olub və qiyməti üçün hesablanması aşağıdakı kimidir:

(8)

kimi hesablanır və cədvəl şəkilində verilmiş riyazi statistika kitablarından götürülür.

Ən kiçik = üçün , ən böyük = üçün isə ilə əvəz olunurlar. Əgər, (5) ifadəsi ilə hesablanan kvadratının qiyməti cədvəldən götürülmüş nəzəri kvadratın qiymətindən kiçik olarsa, yəni

(9)

şərti ödənərsə,onda təsadüfi ədədlərin normal paylanması hipotezi qəbul olunur. Əks halda isə imtina edilir. Burada -nın nəzəri qiymətinin Pirson cədvəlindən seçilməsi üçün sistemin sərbəstlik dərəcəsi ifadəsi əsasında hesablanır. Burada - intervalların sayı, isə paylanmanın parametrlərinin sayıdır və əhəmiyyətlik səviyyəsi () əsasında seçilir. Əgər doğruluq səviyyəsi 0.95 götürülürsə, onda əhəmiyyətlik səviyyəsi seçilir.

**Misal .**Kimyəvi reaktorda tempuraturun 200 ölçü nəticəsi yığılmış və onların normal qiymətdən meyl etməsinin sərhəd qiymətləri (=-;= ) 10 intervala bölünmüş və cədvəl. 1-də intervalların nömrələri (i= ) və sərhədləri, hər bir intervala düşən ədədlərin sayı, intervalların orta qiymətləri və hər bir intervala düşən ədədlərin nisbi tezliyi ( müxtəlif sütunlarda göstərilmişdir. Temperaturun ölçmə dəqiliyi -dir. Empirik paylamanın 5%-li əhəmiyyətlik səviyyəsində Pirson meyarı əsasında normal qanuna uyğunluğu hipotezini yoxlamalı.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| İntervalın nömrəsi, | İntervalın sərhəddi | İntervalda ölçmələrin  sayı, | İntervalda orta qiymətlər, | Nisbi tezlik , |
| 1 |  | 7 |  | 0.035 |
| 2 |  | 11 |  | 0.055 |
| 3 |  | 15 |  | 0.075 |
| 4 |  | 24 |  | 0.120 |
| 5 |  | 49 |  | 0.245 |
| 6 |  | 41 |  | 0.205 |
| 7 |  | 26 |  | 0.130 |
| 8 |  | 17 |  | 0.085 |
| 9 |  | 7 |  | 0.035 |
| 10 |  | 3 |  | 0.015 |

**Həlli**. Cədvəl.1-də ilkin hesabların nəticələri doldurulur, cədvəl.2-də isə, hər bir interval üzrə nisbi qiymətləri və onlara uyğun Laplas inteqralının cədvəl qiymətləri, hər bir intervala düşmə ehtimalı () və ədədlərin sayının hesabat qiymətləri və nəhayət ‟„ kvadratı meyarının hesabat qiyməti ( verilmişdir.

Cədvəl 1. İlkin hesabat nəticələri

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |

Cədvəl 2. Hesabat nəticələri

Cədvəl.2-ə əks olunan göstəricilərin hesablanması, əvvəlcə eksperimental verilənlər əsasında təsadüfi kəmiyyətin riyazi gözləməsi () və dispersiyasını tapmağı tələb edir ki, bu parametrlər aşağıdakı kimi hesablanır:

==4,30 ;

=-=94,20 ;

=9,71 .

Bu parametrlərə əsasən hesablanmış nisbi qiymətləri Laplas inteqralı cədvəlindən () inteqral qiyməti tapılır. Bu zaman nəzərə alınır ki, olduqda, ()( olur. Tapılmış ( qiymətlərinə görə (6) ifadəsinə uyğun olaraq, nəzəri paylanma qanununa uyğun ehtimallar və , tapılır.

Cədvəl.2-nin axırıncı sütunundan göründüyü kimi =7,09. Pirson meyarı -nın nəzəri qiymətini cədvəldən tapmaq üçün, sərbəstlik dərəcəsi alırıq ki, burada -normal paylanma funksiyasının parametrlərinin sayıdır və =9 götürülməsi isə 10-cu intervala düşən ədədlərin sayının az olmasına görə 9 və 10-cu interalların birləşdirilməsi ilə əlaqədardır. Pirson cədvəlinə əsasən, sərbəstlik dərəcəsi ƒ=6 və tələb olunan əhəmiyyətlik səviyyəsi 0,05 qiymətlərinə görə nın nəzəri qiyməti =12,5 tapılır və olduğu üçün temperaturun ölçmə nəticələrinin paylanma qanunun normal olması hipotezi qəbul olunur.

Beləliklə eksperimental verilənləri əks etdirən normal paylanma qanunu nəzəri olaraq, aşağıdakı paylanma sıxlıq funksiyası ilə identifikasiya olunur:

ƒexpexp

=4,30- normal (N) paylanmada riyazi gözləmə;=9,71 – isə N-paylanmada orta kvadratik meyletmədir.

1. **Tədqiqatların korrelyasiya təhlili**

Enerji menecmentində vacib məsələlərdən biri müxtəlif proseslərdə identifikasiya məsələsinin həllidir ki, bu da prosesi xarakterizə edən giriş və çıxış kəmiyətləri arasındakı mövcud asılılığın tapilmasından ibarətdir. Bu asılılıqlar determinik və təsadüfi (staxostik) ola bilər. Məsələn, gərginlik mənbəinə qoşulmuş elektrik dövrəsindən axan cərəyan Om qanunu əsasında determinik proses kimi tapılır. Burada həmin cərəyanın ölçü qurğusu vasitəsi ilə tapılmış qiyməti, çoxsaylı faktorlardan asılı olduğu üçün, təsadüfi xarakter daşıyır.

Bu proseslərdə determinik (funksional) asılılıq az-az hallarda mövcud olur, belə ki, bxılan x və y kəmiyətlərinin hər ikisi və ya biri təsadüfü amillərin təsiri altında olur və bu halda həmin kəmiyətlər arasında statistik asılılıq mövcud olur. Iki kəmiyət arasında statik asılılıqda kəmiyətlərdən birinin dəyişməsi (x), digərinin (y) orta qiymətini dəyişdirirsə, onda bu asılılıq korelyasiya asılılığı adlandırılır.

Statistik verilənlərə əsasən bu məsələdə əvvəlcə korelyasiya əlaqəsinin gücünü (sıxlığını) təyin etmək tələb olunur ki, bu da korelyasiya əmsalı (r) vasitəsi ilə aşağıdakı kimi tapılır.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2.1) |

harada ki, , , *i*= – statistik verilənlərdir; və uyğun kəmiyətlərin orta qiymətləridir; və – isə x və y kəmiyətlərinin orta kvadratik meyletməsi olub,

ifadələri ilə hesablanırlar.

Korelyasiya əmsalı [-1,+1] intervalında qiymət ala bilər ki, burada r-in mənfi qiyməti mənfi korelyasiya əlaqəsinin, müsbət qiyməti isə müsbət korelyasiya əlaqəsinin olduğunu göstərir. Başqa sözlə r0 olduqda x-in artması y-in orta qiymətinin azalmasına, r0 olduqda isə x-in artması y-in orta qiymətinin azalmasına səbəb olur.

Beləliklə korelyasiya əmsalının mütləq qiyməti [0,1] intervalında dəyişir, yəni olur. Burada x və y kəmiyətləri arasında, r0 olduqda heç bir əlaqənin olmamasını, r1 olduqda isə funksional əlaqənin olmasını, r-in 0.5-ə yaxın qiymətlərində stoxastik (ehtimal) əlaqəsinin olmasını və r-in vahidə yaxın qiymətlərində isə reqresiya əlaqəsinin olduğu göstərilir.

Korrelyasiyanın hesablanmasını üçün düsturlar aşağıdakılardır:

;

;

ölçmələrin sayı; orta kvadratik meyletmədir.

1. **Xətti reqresiya asılılığı**

Bu hissədə bir və ya bir neçə dəyişənli xətti reqresiya modellərinin xüsusiyyətlərinə və parametrlərinin hesablanmasına baxılır. Bununla yanaşı, qeyri-xətti reqresiya modellərindən geniş istifadə olunan parabolik reqresiya modelinin parametrlərinin tapılması və bir çox başqa qeyri-xətti reqresiya modellərinin xüsusiyyətləri açıqlanır. Proqnoz modellərində isə reqresiya üsulu ilə yanaşı sürüşən orta və eksponensial formalama metodları izah olunur. Göstərilən modellər və metodlar əsasən real misalların həlli əsasında göstərilir və MS Excel proqram paketi vasitəsi ilə kompüter reallaşdırılması verilir.

Fərz edək ki, x və y kəmiyətləri arasındakı əlaqəni təyin etmək tələb olunur və bu məqsədlə n sayda müşahidələr və ya eksperimentlərin nəticələri (, ), i= ədədlər cütlüyü şəklində təsvir olunmuşdur. Bu nəticələrə görə nöqtələrin paylanması qrafiki olaraq qurulur (şəkil 3.1) və korrelyasiya əmsalının qiyməti (3.1) ifadəsinə əsasən hesablanır.

Əgər olarsa, onda reqresiya asılılığı şəklidə xətti funksiya ilə ifadə edilə bilər, yəni

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.1) |

harada ki, x – qeyriasılı, y isə asılı dəyişəndir; a və b isə reqresiya tənliyinin əmsalları olub, b – düz xəttin dikliyini, a -isə y oxu ilə kəsişmə nöqtəsini göstərir.

Y

X

Şəkil 3.1. Müşahidə nöqtələrinin paylanması.

Burada əsas məsələ verilmiş statistik və ya eksperimental verilənlər çoxluğunun müəyyən meyar əsasında məqsədə uyğun düz xətlə aproksimasiya edilməsidir. Bu məqsədlə bütün nöqtələrin düz xəttdən meyl etmələrinin kvadratları cəminin minimum olması meyarından istifadə olunur ki, bu da ən kiçik kvadratlar metodu (ƏKM) adlandırılır. ƏKM-in əsasını təşkil edən meyar

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.2) |

kimi ifadə edilir. Bu ifadənin minimum qiymətini təmin etmək üçün a və b əmsallarına nəzərən (3.2) ifadəsindən xüsusi törəmələr alıb sıfra bərabər etmək lazımdır, yəni

şərtlərindən

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.3) |

tənliklər sistemi alınır ki, bu sistemin həlli əsasında (3.2) xətti reqresiya modelinin a və b əmsallarının, (3.3) meyarının minimumunu ödəyən qiymətləri aşağıdakı ifadələr əsasında hesablanır

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.4) |
|  | (3.5) |

Beləliklə,a və b əmsalları tapıldıqdan sonra (3.1) modelinin verilənlərə adekvatlığını orta kvadratik meyletmə əsasında aşagıdakı kimi tapmaq olar:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.6) |

–nin kiçik olması, tapılmış reqresiya modelinin adekvatlığının yüksək olmasını göstərir.

Misal. Aşağıdakı nöqtələr çoxluğunun xətti reqresiya modelini tapmalı.

Cədvəl 3.1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 2.0 | 5.5 | 4.0 | 11.0 | 5.54 | -0.06 | 0.0036 |
| 4.0 | 6.3 | 16.0 | 25.2 | 6.33 | 0.03 | 0.0009 |
| 6.0 | 7.2 | 36.0 | 43.2 | 7.12 | -0.08 | 0.0064 |
| 8.0 | 8.0 | 64.0 | 64.0 | 7.91 | -0.09 | 0.0081 |
| 10.0 | 8.6 | 100.0 | 86.0 | 8.7 | 0.1 | 0.01 |

Cədvəldən aşağıdakı verilənləri tapırıq

Bu alınan qiymətləri (3.4) və (3.5) ifadələrində yerinə qoymaqla aşağıdakıları alırıq

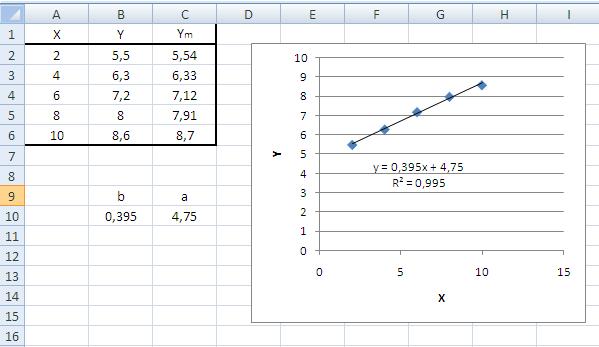
Beləliklə,axtarılan funksiya aşağıdakı kimi olacaq

Statik verilənlərin sayı çox olduqda belə məsələlərin həlli çox vaxt tələb edir və hesablamalarda səhv etmək ehtimalı çoxalır. Odur ki, MS Excel proqram paketinin köməyi ilə bu tip məsələləri çox asanlıqla həll etmək və qrafiki təsvirini vermək mümkündür. Bunun üçün isə yalnız verilənləri daxil edib və bir neçə MS Excel funksiyalarından istifadə etmək lazım gəlir.

İndi isə yuxarıda göstərilən misalın MS Excel vasitəsilə həllinə baxaq.

Başqa sözlə cədvəl 3.1-də göstərilən nöqtələr çoxluğundan istifadə edərək (3.1) funksiyası ilə təyin olunan reqresiya asılılığını tapmaq lazımdır. Bunun üçün aşağıdakı ardıcıllıqdan istifadə etmək lazımdır.

1. x və y –in qiymətləri MS Excel cədvəlində A və B sütunlarinda yerləşdirilir və onlari qeyd edib Chart Wizard düyməsini sıxmaq lazımdır.
2. Yeni açılmış pəncərədə qrafikin növünü seçmək lazımdır. Bu halda biz Scatter qrafikini seçib Next düyməsini sıxmaq lazımdır.
3. Sonra qrafikin tipini və xüsusiyyətlərini daxil edib yenə də Next düyməsini sıxırıq.
4. Sonda qrafikin harada yerləşməsini təyin edib Finish düyməsini sıxırıq.



Şəkil 3.2. MS Excel-də alınmış xətti reqresiya modeli və onun qrafiki təsviri.

Yuxarıda göstərilən əməliyyatlar ardıcıllığını yerinə yetir­dikdən sonra şəkil 3.2-də göstərilən Excel vərəqini alırıq. Burada X-verilən qiymət, Y-təcrübədən alınan nəticələr, y - hesablamadan alınan qiymətlər, və isə (3.1) funksiyasının əmsallarıdır. y-i tapmaq üçün biz və -in qiymətlərini bilməliyik. MS Excel-in köməyi ilə bu əmsalları və R2-i qrafik üzərində təsvir edə bilərik.

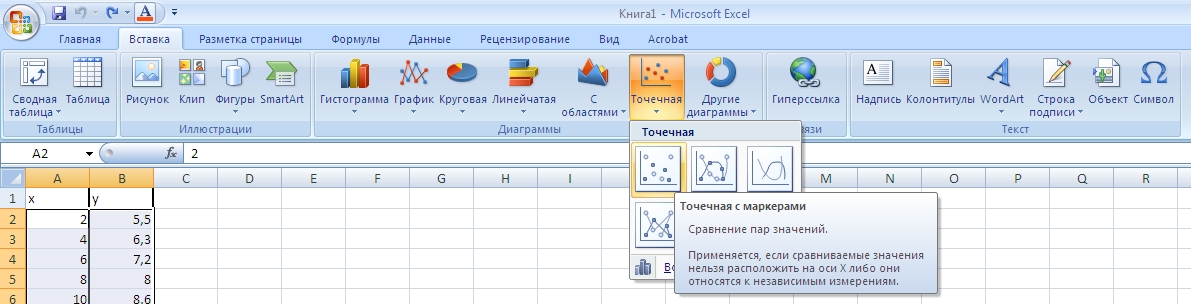
Bunun üçün Chart menyusundan Add Trendline əmri seçilir. Açılan pəncərədə reqresiyanın növü seçılır. Baxılan halda bu xətti reqresiyadır. Sonra həmin pəncərədə Options menyusunda funksiyanın və R2-in təsvir olunması üçün müvafiq xanalar seçilir. və -in qiymətləri məlum olandan sonra C2 xanası seçilir və ora aşağıdakı kimi funksiya daxil edilir və Enter düyməsi sıxılır:

=0,395\*A2+4,75

Sonra C2 xanası seçılır və xananın konturunun aşağı sağ küncündən kursor ilə seçilib C6-a qədər dartılır. Bu zaman X-in bütün qiymətlərinə uyğun y-in qiymətləri hesablanıb təsvir olunacaq.

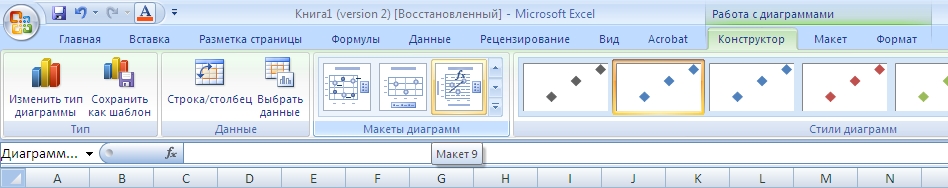
Yuxarıda göstərilən əməliyyatlar MS Office 2003 proqram paketi vasitəsilə həyata keçirilib. MS Office 2007 proqram paketində isə yuxarıda göstərilən əməliyyatlar bir neçə düymənin sıxılması vasitəsilə həyata keçirilir.

Burada da X və Y-in qiymətləri seçilir, sonra Вставка alətlər panelindəki Точечная menyusundan Точечная с маркерами qrafik növü seçilir (şəkil 3.3).



Şəkil 3.3. “Insert” alətlər paneli.

Sonra Работа с диаграммами alətlər panelinin Конструк­тор alt alətlər panelində Макеты диаграмм menyusundan 9-cu maket seçilir (Şəkil 3.4).



Şəkil 3.4. “Работа с диаграммами” alətlər paneli.

Bundan əlavə Работа с диаграммами alətlər panelindəki Конструктор, Макет və Формат alətlər panelləri vasitəsilə qrafikdə istənilən dəyişiklikləri etmək olar.

1. **Çoxdəyişənli xətti reqresiya asılılığı**

Sadə reqresiya modelindən fərqli olaraq, çoxdəyişənli reqresiya modelində asılı olmayan dəyişənlərin sayı ikidən çox olur və ümumi şəkildə aşağıdakı kimi ifadə edilir

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.7) |

Burada , - qeyri asılı dəyişənlərdir, , - isə uyğun dəyişənlərinin əmsallarıdır. Bu modelin əsas üstün cəhəti onun böyük miqdarda mövcud informasiyadan istifadə etməsi və bunun nəticəsində real şəraiti daha dolğun əks etdirməsidir. (3.7) modelinin a və , əmsallarının tapılması, sadə reqresiya modelində olduğu kimi ən kiçik kvadratlar metodu əsasında tapılır. Məsələ, ikiölçülü halda n sayda verilənlərə görə kvadratik xətanın

minnimum şərtindən aşağıdakı tənliklər sistemi alınır:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.8) |

Bu tənliklər sistemindən axtarılan a, b, və b2 - əmsallarının qiymətləri tapılır və ikiölçülü reqresiya modelinin orta kvadratik meyletməsi isə

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.9) |

ifadəsi əsasında tapılır.

Ümumi halda m qeyri asılı dəyişənli reqresiya modeli həndəsi olaraq (m+1) ölçülü fəzada hipermüstəvini təşkil edir. Ikidəyişənli reqresiya modelinin həndəsi təsviri üçölçülü fəzada şəkil 3.5.-də göstərilib.

Y

X2

X1

Şəkil 3.5. İkiölçülü reqresiya modelinin həndəsi təsviri.

Misal. Aşağıdakı verilənlərin çoxdəyişənli reqresiya modelini qurmalı:

Cədvəl 3.2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 | 305 | 35 | 6100 | 700 | 10675 | 93025 | 1225 |
| 15 | 130 | 98 | 1950 | 1470 | 12740 | 16900 | 9604 |
| 17 | 189 | 83 | 3213 | 1411 | 15687 | 35721 | 6889 |
| 9 | 175 | 76 | 1575 | 684 | 13300 | 30625 | 5776 |
| 16 | 101 | 93 | 1616 | 1488 | 9393 | 10201 | 8649 |
| 27 | 269 | 77 | 7263 | 2079 | 20713 | 72361 | 5929 |
| 35 | 421 | 44 | 14735 | 1540 | 18524 | 177241 | 1936 |
| 7 | 195 | 57 | 1365 | 399 | 11115 | 38025 | 3249 |
| 22 | 282 | 31 | 6204 | 682 | 8742 | 79524 | 961 |
| 23 | 203 | 92 | 4669 | 2116 | 18676 | 41209 | 8464 |

Cədvəldən aşağıdakı verilənləri tapırıq

Bu qiymətləri (3.8) tənliklər sistemində yerinə yazsaq aşağıdakılar alınacaq

Bu tənliklər sistemini həll etsək aşağıdakıları alacağıq

Alınanları (3.7) ifadəsində yerinə yazsaq çoxdəyişənli reqresiya modelini almış oluruq

Sonda alınan bu ifadə ikidəyişənli reqresiya modelinin növlərindən biridir.

1. **Parabolik və loq-parabolik reqresiya asılılğı**

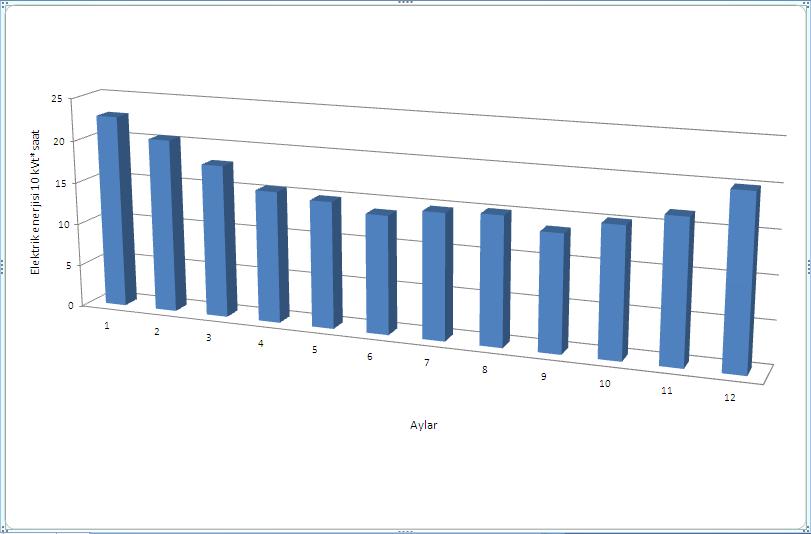
Mövcud çoxsaylı qeyri-xəttiliklərin içərisində modelləşdirmə praktikasında daha çox istifadə olunanlarından polinomial, loqarifmik və eksponensial reqresiya modellərini göstərmək olar.

Polinomial modellər geniş qeyri-xəttilik sinfini xarakterizə edir və biri-birindən polinomun tərtibi ilə fərqlənir. Bunlardan proseslərin modelləşdirmə daha çox istifadə olunanı 2-ci tərtibli polinom olub, parabolik reqresiya modeli adlandırılır və aşağıdakı asılılıqla ifadə olunur:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.1) |

harada ki, , və parabolik asılılığıb parametrləri olub, ən kiçik kvadratlar metodu əsasında aşağıdakı sistem tənliklərin həllindən tapılır:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2) |



Şəkil 4.1. Azərenerjinin 2008-ci ildə elektrik şəbəkəsinə verdiyi elektrik enerjisinin aylıq sərfiyyat diaqramı.

Misal. Parabolik reqresiya modelindən istifadə edərək Azər­enerjinin 2008-ci ildə elektrik şəbəkəsinə verdiyi elektrik enerjisinin aylıq sərfiyyatının riyazi modelini təyin etməli (şəkil 1.1).

Şəkil 1.1-də təsvir olunmuş diaqramdakı nöqtələr çoxluğu­nun parabolik reqresiya modelini təyin edək.

Cədvəl 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ay () |  |  |  | E.E. () |  |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 22.8 | 22.8 | 22.8 |
| 2 | 4 | 8 | 16 | 20.5 | 41 | 82 |
| 3 | 9 | 27 | 81 | 18 | 54 | 162 |
| 4 | 16 | 64 | 256 | 15.5 | 62 | 248 |
| 5 | 25 | 125 | 625 | 14.9 | 74.5 | 372.5 |
| 6 | 36 | 216 | 1296 | 13.9 | 83.4 | 500.4 |
| 7 | 49 | 343 | 2401 | 14.8 | 103.6 | 725.2 |
| 8 | 64 | 512 | 4096 | 15.1 | 120.8 | 966.4 |
| 9 | 81 | 729 | 6561 | 13.7 | 123.3 | 1109.7 |
| 10 | 100 | 1000 | 10000 | 15.2 | 152 | 1520 |
| 11 | 121 | 1331 | 14641 | 16.7 | 183.7 | 2020.7 |
| 12 | 144 | 1728 | 20736 | 20 | 240 | 2880 |

Cədvəldən aşağıdakı verilənləri tapırıq.

Bu qiymətləri (1.2) tənliklər sistemində yerinə yazsaq aşağıdakılar alınacaq:

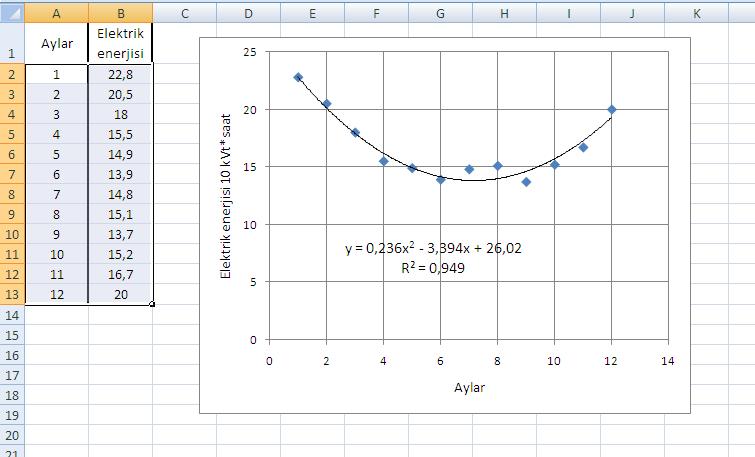
|  |  |
| --- | --- |
|  | (1.2) |

(1.2) tənliklər sistemini həll edərək alırıq,

Yuxarıda alınanları (1.1) ifadəsində nəzərə alsaq Azərenerjinin 2008-ci ildə elektrik şəbəkəsinə verdiyi elektrik enerjisinin aylıq sərfiyyatının riyazi modelini aşağıdakı kimi yaza bilərik:

Parabolik reqresiya modelini MS Excel proqram paketi vasitəsilə çox asanlıqla həll etmək mümkündür.

Yuxarıda qeyd olunan məsələnin riyazi modelini təyin edək və qrafiki təsvirini alaq. Bunun üçün MS Excel 2007 proqram paketində pir neçə əməliyyatlar ardıcıllığından istifadə etmək lazımdır (şəkil 1.2):



Şəkil 4.2. MS Excel 2007 vasitəsilə Parabolik reqresiya modelinin təyini və qrafiki təsvirinin alınması.

1. Aylar və Elektrik enerjisi sərfiyyatı şəkil 1.2 göstərildiyi kimi qeyd edilir.
2. Вставка alətlər panelindəki Точечная menyusundan Точечная с маркерами qrafik növü seçilir.
3. Работа с диаграммами alətlər panelinin Макет alt alətlər panelindəki Линия Тренда menyusundan Дополнительные параметры линии тренда əmri seçilir.
4. Açılan yeni pəncərədə polinomial aproksimasiya qeyd olunur və dərəcəsi 2 qeyd edilir. Sonda riyazi modelin polinomunun və R­­2-nın qrafikdə təsvir olunması üçün uyğun xanalar seçilir və pəncərə bağlanır.
5. Sonda şəkil 1.2-da göstərildiyi kimi qrafik alınacaq.

Bundan əlavə Работа с диаграммами alətlər panelindəki Конструктор, Макет və Формат alətlər panelləri vasitəsilə qrafikdə istənilən dəyişiklikləri etmək olar.

Loq-parabolik reqresiya asılılğı:

Loqarifmik identifikasiyanın riyazi yazılışı aşağıdakı kimidir.

(2.1)

, burada , əmsallardır. Bu əmsalların tapılması üçün ən kiçik kvadratlar üsulundan istifadə etmək lazımdır. Ən kiçik kvadratlar üsuluna əsasən, , ən yaxşı o zaman hesab olunur ki, onların meyllərinin kvadratları fərqi ən kiçik olsun. Yəni:

(2.2)

Bu ifadənin minimum qiymətini təmin etmək üçün və əmsallarına nəzərən (2) ifadəsindən xüsusi törəmələr alıb sıfra bərabər etmək lazımdır, yəni

(2.3)

Bundan sonra aşağıdakı normal tənliklər sistemini yaza bilərik:

) =0,

= (2.4)

,

= (2.5)

Beləliklə, aşağıdakı normal tənliklər sistemini almış oluruq:

(2.6)

Əmsalları tapmaq üçün Kramer qaydasından istifadə edək.

= n ,

==n

İdentifikasiya ifadəsinin və əmsalları aşağıdakı kimi tapılır:

və ya

=. (2.7)

(2.1) ifadəsinin loqarifmik ifadəsində –in məlum qiymətini nəzərə alsaq yaza bilərik:

+ ifadəsindən ,

n. (2.8)

Misal: Aşağıdakı nöqtələr çoxluğunun loqarifmik reqresiya modelini tapmalı.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| y | 3 | 12 | 27 | 48 | 75 | 108 |

Cədvəldən aşağıdakı verilənləri tapırıq:

N=6, , , ,

Bu alınan qiymətləri (2.7) və (2.8) ifadələrində yerinə yazaq:

Beləliklə axtarılan funksiya aşağıdakı kimi olacaq:

Matlabda bu qiymətlərin doğruluğunu yoxlamaq üçün aşağıdakı əmrlərdən istifadə etmək olar:

>>x=1:6;

>> y=[3 12 27 48 75 108];

>> S=sum(log10(x))

S =2.8573

>> S=sum(log10(y))

S =8.5774

>> S=sum(power(log10(x),2))

S = 1.7748

>> S=sum(log10(x).\*log10(y))

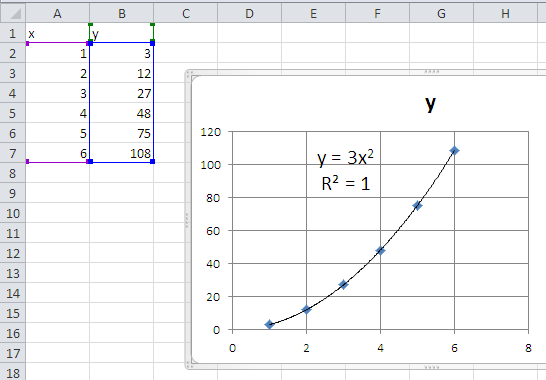
S =4.9129

MS Excel proqram paketinin köməyi ilə bu tip məsələləri çox asanlıqla həll etmək və qrafiki təsvirini vermək mümkündür. Bunun üçün isə yalnız verilənləri daxil edib və bir neçə MS Excel funksiyalarından istifadə etmək lazım gəlir.

Əvvəlcə X və Y-in qiymətləri aşağıdakı şəkildə göstərildiyi kimi qeyd edilir

1. Вставка alətlər panelindəki Точечная menyusundan Точечная с маркерами qrafik növü seçilir.
2. Работа с диаграммами alətlər panelinin Макет alt alətlər panelindəki Линия Тренда menyusundan Степенная əmri seçilir
3. Sonda riyazi modelin polinomunun və R­­2-nın qrafikdə təsvir olunması üçün uyğun xanalar seçilir və pəncərə bağlanır.

Əvvəlcə verilən qiymətləri daxil etdikdən sonra, «Вставка» (və ya İnsert) menyusundan «Точечная» əmrindən uyğun variantı seçək



MATLAB proqramında loqarifmik asılılığın qrafiki təsvirinə baxaq:

<<Command Window>>da proqramın yazılışı aşağıdakı kimidir:

>> x=1:6; % x-in verilən qiymətləri

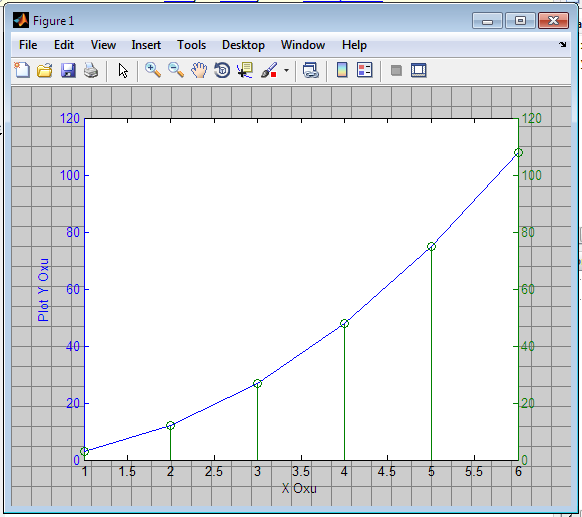
>> y=[3 12 27 48 75 108]; % y-in verilən qiymətləri

>> plotyy(x,y,x,y,'plot','stem')

>> xlabel('X Oxu')

>> ylabel('Y Oxu')

Alınan qrafiki təsvir:



1. **Tədqiqatlarda proqnozlaşdırma üsulları**

Verilmiş iki kəmiyyət arasında mövcud olan əlaqəni tədqiq etdikdə, əgər qeyri-asılı dəyişən kimi zaman (t) istifadə edilirsə, onda bu statistik verilənlər zaman sırası adlanır. Belə sıraya misal olaraq, Azenerji sistemində elektrik enerjisinə olan aylıq və ya illik tələbatları, neft və qazçıxarmada ümumi hasilatın aylar və ya illər üzrə dəyişməsi və s. göstərmək olar.

Zaman sıralarının təhlilində əsas məqsəd, verilən statistik qiymətlərə əsasən, yazılan kəmiyyətin bir və ya bir neçə gələcək anlardakı qiymətlərinin tapılmasından ibarətdir ki, bu proses proqnozlaşdırma məsələsi adlandırılır. Bu məsələnin həlli, yəni zaman sıralarının təhlili üçün əsasən üç növ modeldən istifadə edilir:

1. Sürüşən ortalar metodu.
2. Eksponensial hamarlama modeli.
3. Reqresiya modeli.

Sürüşən ortalar. Bu üsul proqnozlaşdırma məsələsinin həlli üçün sadə yol olub, əvvəlki n sayda faktiki qiymətlərinin ortalaşdırılması əsasında, növbəti anlardakı proqnoz qiymətlərinin tapılmasına əsaslanır. Burada n ortalaşdırılan verilənlərin sayı olub, 3-7 intervalında qiymət alır və onun seçılməsi aparılmış eksperimentlərin və ya statistik verilənlərin xüsusiyyətlərinə əsaslanır.

Sürüşən ortalar əsasında proqnozlaşdırma məsələsinin həllinin riyazi modeli aşağıdakı kimidir:

harada ki: t – cari dövr (an) üçün onun nömrəsi;

– növbəti dövr üçün proqnoz qiyməti;

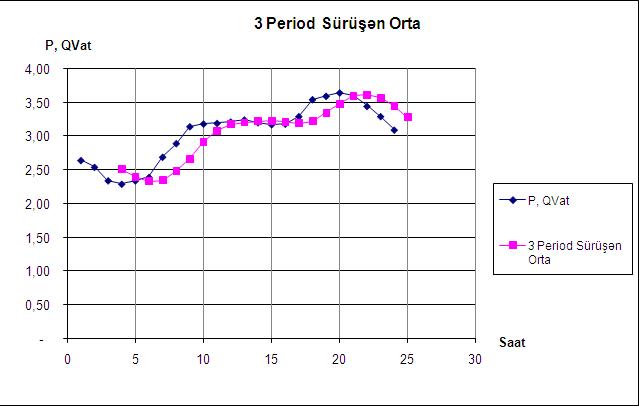
– i-ci dövr (an) üçün faktiki müşahidə qiyməti;

n – ortalaşdırma ədədidir.

Aşağıda üç periodlu sürüşən ortaya (cədvəl 3.3. şəkil 3.6.) və dörd periodlu sürüşən ortaya (cədvəl 3.4. şəkil 3.7.) aid misallar verilib.

Cədvəl 3.3.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Saat | P, QVat | 3 Period Sürüşən Orta |  | Saat | P, QVat | 3 Period Sürüşən Orta |
| 1 | 2,65 |  |  | 14 | 3,21 | 3,223333 |
| 2 | 2,55 |  | 15 | 3,18 | 3,226667 |
| 3 | 2,35 |  | 16 | 3,19 | 3,213333 |
| 4 | 2,30 | 2,516667 | 17 | 3,30 | 3,193333 |
| 5 | 2,35 | 2,4 | 18 | 3,55 | 3,223333 |
| 6 | 2,40 | 2,333333 | 19 | 3,60 | 3,346667 |
| 7 | 2,70 | 2,35 | 20 | 3,65 | 3,483333 |
| 8 | 2,90 | 2,483333 | 21 | 3,60 | 3,6 |
| 9 | 3,15 | 2,666667 | 22 | 3,45 | 3,616667 |
| 10 | 3,19 | 2,916667 | 23 | 3,30 | 3,566667 |
| 11 | 3,20 | 3,08 | 24 | 3,10 | 3,45 |
| 12 | 3,22 | 3,18 | Proqnoz |  | 3,283333 |
| 13 | 3,25 | 3,203333 |  | | |



Şəkil 3.6. Üç periodlu sürüşən orta.

Cədvəl 3.4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Saat | P, QVat | 4 Period Sürüşən Orta |  | Saat | P, QVat | 4 Period Sürüşən Orta |
| 1 | 2,65 |  | 14 | 3,21 | 3,215 |
| 2 | 2,55 |  | 15 | 3,18 | 3,22 |
| 3 | 2,35 |  | 16 | 3,19 | 3,215 |
| 4 | 2,30 |  | 17 | 3,30 | 3,2075 |
| 5 | 2,35 | 2,4625 | 18 | 3,55 | 3,22 |
| 6 | 2,40 | 2,3875 | 19 | 3,60 | 3,305 |
| 7 | 2,70 | 2,35 | 20 | 3,65 | 3,41 |
| 8 | 2,90 | 2,4375 | 21 | 3,60 | 3,525 |
| 9 | 3,15 | 2,5875 | 22 | 3,45 | 3,6 |
| 10 | 3,19 | 2,7875 | 23 | 3,30 | 3,575 |
| 11 | 3,20 | 2,985 | 24 | 3,10 | 3,5 |
| 12 | 3,22 | 3,11 | Proqnoz |  | 3,3625 |
| 13 | 3,25 | 3,19 |  | | |

Şəkil 3.7. Dörd periodlu sürüşən orta.

Eksponensial hamarlama. Proqnoz məsələsinin həllindən biz bir tərəfdən cari verilənlərdən istifadə etmək, digər tərəfdən təsadüfi flaktasiyaları hamarlamaq üçün lazımi miqdarda müşahidədə verilənləri istifadə etmək istəyirik. Başqa sözlə bir tərəfdən kiçik n, digər tərəfdən isə böyük n götürmək istəyirik. Əkslik təşkil edən bu iki məqsədə uyğun gələn metod eksponensial hamarlama metodudur. Bu metodun riyazi ifadəsi aşağıdakı kimidir:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.10) |

harada ki, - hamarlama sabiti olub intervalında qiymət alır, - t periodunda eksponensial proqnozdur, - t periodundakı faktiki qiymətdir. Hamarlama əmsalı , son (cari) verilənə () təyin edilmiş çəki əmsalı kimi interpretasiya oluna bilər. Yerdə qalan çəkisi sonuncu proqnoz qiymətinə () tətbiq edilir. Digər tərəfdən axrıncı proqnoz, ondan əvvəlki verilənin () və proqnozun () çəkiləşmiş funksiyasıdır, yəni

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.11) |

(3.11) ifadəsini (3.10)-də nəzərə alsaq, yaza bilərik

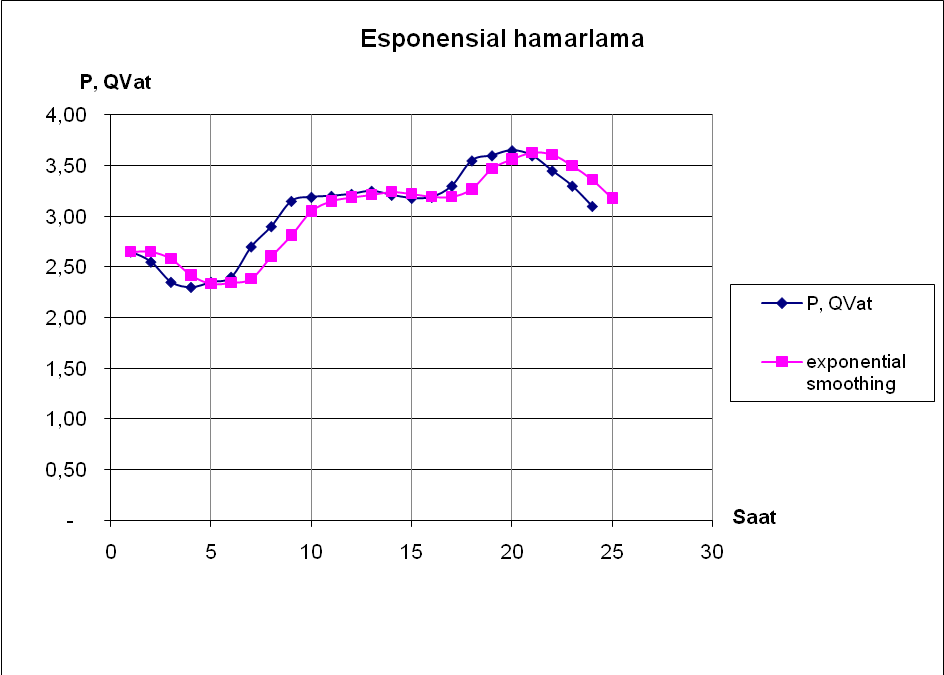
|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.12) |

Axrıncı ifadədən görünür ki, faktiki qiyməti çəkisi əmsalı -nin çəki əmsalından kiçikdir, əvvəlki proqnoz qiymətinin () çəkisi isə cari proqnoz qiymətinin () çəkisindən kiçikdir.

Hesablama zamanı başlanğıc period üçün proqnoz qiyməti () həmin period üçün faktiki qiymətə bərabər götürülür, yəni . Sonrakı proqnoz qiymətləri (3.10) ifadəsi əsasında hesablanır. Aşağıda eksponensial hamarlamaya aid misal gostərilib (cədvəl 3.5. şəkil 3.8.).

Cədvəl 3.5.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Saat | P, QVat | Esponensial hamarlama |  | Saat | P, QVat | Eksponensial hamarlama |
| 1 | 2,65 | 2,65 | 14 | 3,21 | 3,24 |
| 2 | 2,55 | 2,65 | 15 | 3,18 | 3,22 |
| 3 | 2,35 | 2,58 | 16 | 3,19 | 3,19 |
| 4 | 2,30 | 2,42 | 17 | 3,30 | 3,19 |
| 5 | 2,35 | 2,34 | 18 | 3,55 | 3,27 |
| 6 | 2,40 | 2,35 | 19 | 3,60 | 3,47 |
| 7 | 2,70 | 2,38 | 20 | 3,65 | 3,56 |
| 8 | 2,90 | 2,61 | 21 | 3,60 | 3,62 |
| 9 | 3,15 | 2,81 | 22 | 3,45 | 3,61 |
| 10 | 3,19 | 3,05 | 23 | 3,30 | 3,50 |
| 11 | 3,20 | 3,15 | 24 | 3,10 | 3,36 |
| 12 | 3,22 | 3,18 | Proqnoz |  | 3,18 |
| 13 | 3,25 | 3,21 |  | | |



Şəkil 3.8. Eksponensial hamarlama

1. **Eksperimental tədqiqatların optimallaşdırılması**

Neftçıxarma proseslərində quyuların eksperimental tədqiqi, onları optimal rejimlərinin və texniki vəziyyətlərinin təyini ilə yanaşı olaraq, bütövlükdə neft yataqlarının işlənməsi prosesinə nəzarət etməyə imkan verdiyi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

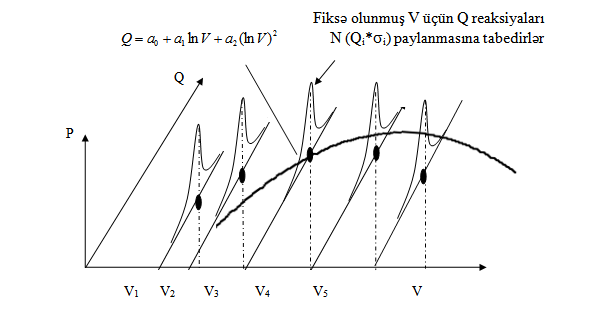
Neft-mədən təcrübəsində müxtəlif hesabatların aparılması qaldırıcıdakı qaz-maye qarışığının təzyiqinin quyu boyunca dəyişməsi qradiyent əyrisi (P(l)) ilə əlaqədar olur ki, onun da lazımı dəqiqliklə təyin olunması üçün dərinlik manometri vasitəsilə eksperimental tətqiqatlar aparılır. Bəzi hallarda qazlift quyularının işinin düzgün təhlili üçün dərinlik cihazları vasitəsilə nasos-kompressor borusundan müəyyən intervallar üzrə təzyiqin və temperaturun ölçülməsi yerinə yetirilir ki, bu da qazlift qaldırıcısına qazın daxilolma nöqtəsini və hətta, sızma nöqtələrinin tapmağa imkan verir. Bu cür dərinlik cihazları vasitəsilə tətqiqatların aparılmasının çatışmayan cəhətləri, onların yüksək məhsuldarlıqlı quyularda mümkün olmaması, böyük material xərcləri və quyu işinin natamam əks olunmasıdır. Odur ki, yerüstü parametrlərin nəticələrinə əsaslanan tədqiqatlara çox böyük yer verilir ki, bunlardan isə ən əsası eksperimental tətqiqat aparmaqla quyunun əsas xarakteristikasını təyin edir.

Qazlift quyularının texniki iş rejiminin əsas göstəricisi məhsuldarlığın işçi agentin sərfindən asıllığıdır ki, bunu da təyin etmək üçün eksperimental tədqiqatlar aparılır. Bir çox səbəblərlə əlaqədar olaraq, tədqiqatlar zamanı işçi agentin sərfini geniş diapazonda dəyişmək imkanı olmur və bu da Q=f(V) asıllılığının dəqiqliyinə ciddi təsir göstərir.

Bundan başqa aktiv eksperimentlərin aparılması böyük xərclər və çox vaxt tələb edir ki, bu da ayrılmış vəsait daxilində daha düzgün nəticələr almaq üçün eksperimentlərin planlaşdırılması və aparılması məsələsinin həll olunması zərurətini meydana çıxarır. Bu sahədə vacib məsələlərdən bir, Q(V) asılılığın lazımı doğruluq ilə tapılması üçün eksperimental lazım olan resurs normasının (xərclərin) tapılmasından ibarətdir.

Məlum olduğu kimi alınmış Q(V) asılılığının etibarlığı neft quyularının tədqiqatında istifadə olunan material resursların miqdarından asılıdır. Quyuların hasilatının əsas göstəricisi onların iş rejimindən asılıdır ki,bu da öz növbəsində Q(V) xarakteristikasının doğruluq dərəcəsindən asılıdır. Q(V) asılılığı uğurlu istismar üçün çox vacibdir. Bir qayda olaraq, eksperimental tədqiqatlar ölçü agentinin bir neçə dəfə ölçülməsi ilə aparılır. Resurs normasının optimal qitmətini təyin etmək üçün müxtəlif rejimlərdə aparılan tədqiqatın xərclərinin minimumlaşdırılması məsələsini formalaşdırmaq olar. Q(V) asılılığının n sayda kəsiyi üçün aşağıdakı kimi formalaşdırıla bilər.

** (1)**

burada Pi-birinci tədqiqat rejimdəki ehtimaldır və (1) nisbəti Q(V) asılılığının doğruluq dərəcəsini ifadə edir. 

Şəkil 1. Qazlift quyusunun Q(V) xarakteristikasının modeli

Burada eksperimental tədqiqat rejimlərinin sayı [4:5] əsasında təyin edilir və hər bir rejimdə vahid ölçmənin qiymətinin (ci, ****) aprior məlum olduğu nəzərdə tutulur.Baxılan i-ci rejimdə V qaz sərfi üçün Vi qiyməti təmin edilir və mi məhsuldarlığın qiymətlərinin (Qij)ölçməsi aparılır.Nəticədə hər bir rejim üçün məhsuldarlığın qiymətləndirilməsi aşağıdakı kimi təyin edilir.

**  (2)**

Qij-məhsuldarlığın cari qiymətidir və i-ci rejimdə ölçmənin qiymətini göstərir.

Eksperiment zamanı rejimlərin sayının n hər bir rejimdə ölçmələr sayının mi olduğunu nəzərə alsaq, onda ümümi xərcin qiyməti

 **(3)**

kimi təyin ediləcəkdir.Bu zaman tədqiqatların optimal aparılması elə mi-lərin tapılmasından ibarətdir ki, (3) ifadəsi minimum olsun və (1) doğruluq dərəcəsi tələb olunan p0 qiymətindən az olmasın.

Bu məsələnin riyazi modeli aşağıdakı kimi təsvir olunur.

****

minimum aşağıdakı şərt daxilində

 v mi tamədədlidir (4)

Burada p0-verilmiş ehtimaldır və Q(V) xarakteristikasının doğruluğunu təyin edir.

Məlum olduğu kimi normal paylanma qanunu ölçmə prosesləri daxil olmaqla müxtəlif yerlərdə baş verən təsadüfi hadisələri xarakterizə edir. Ona görə də qəbul edə bilərik ki,hər bir rejimdəki ölçmə nəticələri normal paylanma qanununa tabedir(şəkil 1).Bunu nəzərə alaraq hər bir rejimdə ehtimalın ifadəsini aşağıdakı kimi yaza bilərik.

, **** (5)

Axırıncı ifadənin sağ tərəfini ehtimalın normal paylanmasını ifadə edən Laplas funksiyası ilə təsvir etsək, yaza bilərik ki,

 **** (6)

σi-i-ci rejimdə məhsuldarlığın ölçməsinin standart meyletməsidir.

(6) ifadəsindən istifadə etməklə (4) riyazi modelini yığcam şəkildə belə yaza bilərik:

 (7)

Harada ki, və mi ,**-**məsələnin məchulları olub, tamədədlik şərtini ödəməlidirlər.

Beləliklə, eksperimental tətqiqatların optimal idarəedilməsi məsələsi, müxtəlif rejimlərdə məhsuldarlığın ölçmələr sayının (mi) tapılmasından ibarət olur və (7) riyazi modelindən göründüyü kimi bu məsələ tamədədli staxostik proqramlaşdırma məsələləri sinfinə daxildir.

Təcrübəni yalnız birnci üsulda aparsaq təcrübənin minimal xərci





Baxılan məsələdə məqsəd funksiyasının multiplikativ olduğunu nəzərə alsaq, onda bütün mi-lər vahiddən kiçik olmamalıdır.Odur ki, aşağıdakını yaza bilərik.



Təcrübəni hər iki üsulda aparaq.Bunun üçün minimal xərc kimi f2 (p0) götürürük.



Birinci təcrübənin minimal xərci



İkinci təcrübənin minimal xərci C2m2 olacaq.

Minimal ümümi xərc



olacaq.Burada m2 aşağıdakı şərti ödəməlidir:



Təcrübəyə digər üsulu əlavə etsək alarıq



haradakı mn aşağıdakı şərti ödəməlidir.



Burada fn(p0) bütün təcrübələr üçün minimal ümümi xərcdir. -qalan (n-1) tədqiqat rejimləri üçün minimal xərcdir. Onun etibarlığı . olur.

Təklif olunan alqoritm əsasında komputer proqramı yaradılmışdır və bu proses 2 addımla aparılır:

1.fi(p0); **** kimi qiymətləri hesablanır və uyğun ehtimallar kimi cədvələ daxil olur.

2.Tərtib olunmuş cədvəldən optimal həll seçilir.

**12. Eksperimentlərin planlaşdırılması**

İdarəetmə obyektinin öyrənilməsi üçün xüsusi təcrübələr aparmaqla keçid proseslərinə uyğun müəyyən xarakteristiaları almaq lazımdır. Təcrübənin nəticələrini araşdırmaqla obyektin xəttiliyi, qeyri-xəttiliyi, stasionarlığı, qeyri- stasionarlığı, sistemin koordinatları arasında əlaqə dərəcəsi, kəmiyyətlərin dəyişmə xarakteri və s. müəyyən edilir. Bu zaman təcrübənin planlaşdırması, təsadüfi kəmiyyət və proseslərin statistik təhlil üsullarından istifadə edilir. Aprior məlumat, habelə təcrübələr əsasında öyrənilən obyektin idarəedici və həyəcanlandırıcı giriş təsirləri ilə çıxış dəyişənləri arasında əlaqə kanalları müəyyən edilir.

Göstərilən ilkin araşdırmalar nəticəsində obyektin riyazi modelinin tipi və ümumi quruluşu təyin edilir və sonrakı təcrübələrin aprılması planlaşdırılır. Mövcud imkanlardan asılı olaraq aktiv, yaxud passiv təcrübələr planlaşdırıla bilər. Aktiv təcrübələrdə obyektin girişinə bu və ya digər şəkildə (məlum, yaxud təsadüfi) həyəcanlandırıcı siqnal verilərək obyektin çıxış siqnalları qeyd edilir.

Aktiv təcrübələr qısa vaxtda, daha az məlumat əsasında obyektdə gedən səciyyəvi prosesləri üzə çıxarmağa, idarəetmə məqsədini təmin edən informatik riyazi model almağa imkan verir. Lakin aktiv təcrübələrdən sənaye qurğularında istifadə etmək həmişə mümkün olmur. Çünki bu, texnoloji prosesin normal gedişinin pozulmasına və digər xoşagəlməz hadisələrə səbəb ola bilər. Ona görə də bəzən aktiv təcrübələrdən istifadə etmək sərfəli deyildir.

Passiv təcrübələr zamanı obyektdə gedən prosesə müdaxilə edilmədən onun əsas giriş və çıxış dəyişənləri qeyd edilir. Bu üsul real sənaye qurğusunda bilavasitə müşahidələr aparmaqla alınan informasiyadan, həm də arxiv maddilarından istifadə etməyə imkan verir. Bunlar passiv təcrübələrin müsbət cəhətləridir.

Passiv təcrübələr obyekt üzərində uzunmüddətli müşahidələr aparmağı, böyük həcmli məlumatın mürəkkəb alqoritmlərlə emalını tələb edir. Obyektin parametrləri kiçik oblastda dəyişdiyi üçün bir çox hallarda prosesi xarakterizə edən dəqiq model almaq olmur.

Aktiv təcrübələrin aparılması üçün həyəcanlandırıcı təsirin tipi və parametrləri (amplitudası, tezliyi) seçildikdən sonra bu və ya digər siqnala obyektin reaksiyası müşahidə edilir. Belə təcrübə zamanı giriş və çıxış siqnalları məlum və ya təsadüfi xarakter daşıya bilər. Şəkil 2.1 və 2.2-də uyğun olaraq ikilik və təsadüfi giriş siqnallarına obyektin reaksiyası göstərilmişdir.

Bir sıra hallarda obyektin reaksiyasını öyrənmək məqsədilə optimal təcrübə planlarından istifadə edilir. Bu zaman təcrübə planı müəyyən optimallıq meyarına görə seçilir. Optimallıq meyarı kimi giriş təsirlərinin qiymətlərindən düzəlmiş matrisin müəyyən xarakteristikalarının minimallığı götürülür. Məsələn, D-optimal adlanan planın qurulması aşağıdakı meyarla müəyyən edilir:

D(ε)=min D(ε),

burada ε - giriş siqnalının müxtəlif N ədədinə uyğun mümkün qiymətləri çoxluğu; D(ε) – dispersiya matrisidir. Əgər ortoqonal plan qurmaq mümkündürsə, onda dispersiya matrisinin izini mini­mumlaşdırmaq lazımdır. Bu məsələlər mümkün planlar çoxlu­ğundan ən yaxşısını seçməyə və nisbətən az informasiya əsasında praktiki tələb olunan dəqiqliyə malik model qurmağa imkan verir.

Diskret siqnallar ardıcıllığı üçün normallaşmış təcrübə planı aşağıdakı kimi verilir:

=



Şəkil 2.1. Obyektin ikilik giriş siqnalına reaksiyası



Şəkil 2.2. Obyektin təsadüfi giriş siqnalına reaksiyası

burada pi - diskret u(ti) siqnalının tezliyidir.

Bu planlara uyğun alınan periodik ikili siqnallar aşağıdakı şərtləri ödəməlidir:

M M, M

burada u(t) – idarəedici giriş siqnalı; ξ(t) – təsiri nəzərə alınmayan və ölçülə bilməyən əngəl siqnallarıdır.

Bu halda identifikasiya məsələsi obyektin reaksiyasına y(t) diskret siqnallarına əsasən:

y(t)=(u(t))a, j=

şəkilli ifadədən a parametrlərinin tapılmasına gətirilir. Burada f(u(t)) verilmiş funksiyalardır. Bu zaman ən kiçik kvadratlar üsulundan istifadə edilir.

Analoji olaraq başqa növ sınaq siqnallarında müəyyən parametrlərin, yaxud müəyyən keçid xarakteristikalarının tapılması məsələsinə baxıla bilər. Xüsusi hallarda təcrübi nöqtələri aproksimasiya edən funksiyaların parametrləri axtarılır. Bu baxımdan

k(t)=t, k(t)=αet, ...

şəkilli impuls keçid funksiyalarının,

W(s)=s/s, mn

kimi ötürmə funksiyalarının naməlum parametrlərinin tapılması qarşıya çıxa bilər.

Təcrübi tapılmış keçid xarakteristikalarını ortoqonal funksiya­larla aproksimasiya etmək daha məqsədəuyğundur.

* 1. Tam faktorlu eksperimentlər əsasında identifikasiya

Çox faktorlu proseslər üçün, faktorlar arasında qarşılıqlı statistik əlaqənin riyazi ifadəsini təyin etmək üçün eksperimentlərin riyazi planlaşdırılması metodlarından istifadə edilir.

Müxtəlif faktorların dəyişməsi nəticəsində alınan effekti klassik metodla təyin etdikdə yalnız bir faktordan başqa hamısı sabit saxlanılır və baxılan intervalda yalnız bir faktor ardıcıl olaraq dəyişdirilir. Bu metodun bir çox çatışmayan cəhətləri vardır, hətta bəzi hallarda səhv nəticələrə gətirib çıxarır. Ən başlıça çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, bu metodla faktorların qarşılıqlı əlaqəsini tam aşkara çıxarmaq olmur.

Baxılan faktorlara uyğun gələn  dəyişənlər yığımını vektor-sütün



şəklində göstərək.  vektorun təyin olunduğu k ölçülü fəza faktor fəzası adlanır.

Eksperimentlərin riyazi planlaşdırılması metodu klassik metoddan fərqli olaraq, ondan ibarətdir ki, eksperiment apardıqda yalnız bir parametr deyil, eyni zamanda baxılan prosesin bütün faktorları dəyişdirilir. Bunun nəticəsində təcrübələrin sayı azalır, əmək məhsuldarlığı artır və səhv nəticələrin alınması ehtimalı aşağı düşür. Riyazi modelinin qurulması tələb olunan prosesin dəyişənləri arasında qarşılıqlı əlaqənin xarakteri haqqında heç bir nəzəri mülahizə yoxdursa, onda asılılığın növü aprior olaraq seçilir. Reqressiya və korrelyasiya təhlilində olduğu kimi, burada da 1-ci və 2-ci tərtibli polinomlardan istifadə olunur. İki dəyişənli faktorlar üçün bu polinomlar aşağıdakı kimi olur:

 (2.1)

Aktiv eksperimentin riyazi planlaşdırılmasında faktorların əsas səviyyələrini və onların qiymətinin dəyişmə intervalını seçmək lazımdır. Eksperimentin birinci addımında başlanqıc səviyyə olaraq faktorlar üçün texnoloji prosesin normal rejiminə uyğun qiymətləri seçilir.

Aktiv eksperiment apardıqda yazılışı və nəticələrin işlənməsi prosesini sadələşdirmək üçün dəyişənlərin miqyasları elə seçilir ki, faktorun yuxarı səviyyəsi +1-ə, aşağı səviyyəsi –1-ə, əsas səviyyəsi «0»-a uyğun gəlsin. Arasıkəsilməz dəyişənlər üçün bu normalaşdırmatələbi faktorlarının  mütləq qiymətlərinin nisbi xi-lərə çevrilməsi yolu ilə yerinə yetirilir, yəni:

 , (2.2)

harada ki,  - dəyişənin əsas səviyyəsinin qiyməti, hansına görə ki, dəyişmə aparılır, Ii - dəyişmə intervalı.

Eksperimentlərin riyazi planlaşdırılmasında iki növ aktiv eksperiment tam faktorlu və kəsr faktoru eksperimentlər bir-birindən seçilir.

Tam faktorlu eksperimentdə səviyyələrin bütün mümkün birləşmələri kombinasiyaları reallaşdırılır. Baxılan prossesin vəziyyətini qiymətləndirmək üçün sınaqların təcrübələrin sayı N bu halda N = 2k olur ki, k – qiymətləri dəyişdirilən dəyişənlərin - faktorların sayıdır. Belə ki, üç dəyişən üçün aşağıdakı planlaşdırma matrisi üzrə 8 sınaq aparmaq lazımdır.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sınaq nömrəsi | x1 | x2 | x3 | y |
| 1 | -1 | -1 | -1 | y1 |
| 2 | +1 | -1 | -1 | y2 |
| 3 | -1 | +1 | -1 | y3 |
| 4 | +1 | +1 | -1 | y4 |
| 5 | -1 | -1 | +1 | y5 |
| 6 | +1 | -1 | +1 | y6 |
| 7 | -1 | +1 | +1 | y7 |
| 8 | +1 | +1 | +1 | y8 |

Tam faktorlu eksperimentin nəticələrinə əsasən (2.1) polino­munun əmsalları təyin edilir:

 (2.3)

Burada i – faktorun nömrəsidir, xi faktoru i = 0 olduqda (x0) fiktiv faktor adlanır və a0 əmsalının hesablanması üçün daxil edilir. Fiktiv faktora bütün sınaqlarda sabit qiymət (məs. +1) verilir.

Tam faktorlu eksperimentin mənfi cəhəti ondan ibarətdir ki, faktorların sayı artdıqca eksperimentlərin sayı çox böyük sürətlə artır.

İkinci və yüksək tərtibli qarşılıqlı təsirlər olmadıqda və ya çox kiçik olduqda tam faktorlu eksperimentin yalnız bir hissəsinə malik planlaşdırma matrisinin reallaşdırılması məqsədəuyğundur ki, bu da kəsr faktorlu eksperiment adlanır. Bu eksperimentin tətbiq olunma­sının məzmunu ondan ibarətdir ki, polinomun hədlərinin sayı, baxılan öyrənilən prosesə zəif təsir edən faktorların əsas faktorlarla qarışdırılması hesabına azaldılır. Düzgün seçilmiş kəsr faktorlu eksperiment planlaşdırılan müşahidələrin sayını kəskin azaldır.

Məsələn, tutaq ki, üç faktor üçün aşağıdakı reqressiya tənliyinə baxılır:



 (2.4)

Bu halda tam faktorlu eksperiment qurulduqda səkkiz təcrübə aparılmalıdır. Əgər x1⋅x2 = x3 qəbul etsək, onda təcrübələrin sayını dördə gədər endirmək olar ki, bu halda xətti reqressiya tənliyi

 (2.5)

planlaşdırma matrisi isə aşağıdakı kimi olacaqdır.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Təcrübə | x0 | x1 | x2 | x3 | y |
| 1 | +1 | -1 | -1 | +1 | y1 |
| 2 | +1 | +1 | -1 | -1 | y2 |
| 3 | +1 | -1 | +1 | -1 | Y3 |
| 4 | +1 | +1 | -1 | +1 | Y4 |

Həqiqətən, (2.4) ifadəsində x3 = x1⋅x2 yazıb,  olduğunu nəzərə alsaq, (2.5) ifadəsini alarıq. Bu halda təyin olunmuş hər bir əmsal iki nəzəri əmsalın cəmindən ibarət olacaqdır:



yəni βi əmsallarını ayrılıqda qiymətləndirmək mümkün olmur.

Faktorlar arasındakı əlaqəni ifadə edən reqressiya tənliyi ikitərtibli polinom olduqda, yəni



faktorların yalnız 2 səviyyəsi kifayət etmir. Bu halda 3 səviyyəli plan - 3k tipli plan təklif olunur.

2.3.Kəsr faktorlu eksperimentlər əsasında identifikasiya

Faktorların sayı 3-dən çox olduqda, tam faktorlu eksperi­ment (TFE) tədqiq olunan obyektin riyazi modelinin alınmasında səmərəli hesab olunur. Bu halda faktorların sayının (n) artması eksperimentlərin sayını kəskin artırır. Əlbəttə ki, bu da riyazi modelin dəqiqliyini artırsa da eyni zamanda tələb olunan xərcləri və vaxtı artırır.

Təcrübə göstərir ki reqressiya əmsallarının qiymətləndirmələrini lazımi dəqiqliklə almaq üçün az saylı təcrübələrlə kifayətlənmək olar. Bu məqsədlə kəsr faktorlu eksperiment ( KFE) anlayışı daxil edilir ki, bu da TFE-nin müəyyən ( və s.) hissəsini təşkil edir və bəzi hallarda kəsr replikalar adlandırılır.

Təcrübələrin sayının ixtisara salınması öz növbəsində planlaşdırma matrisinin sütunları arasında korrelyasiya yaradır. Bu isə faktorların ayılıqda və qarşılıqlı təsirlərini qiymətləndirməyə imkan vermir.

Tutaq ki, obyektin çıxış kəmiyyəti (replikası) üç dəyişənli xətti reqressiya ilə təyin edilir və bu halda TFE əsasında 8 eksperimentin aparılması tələb olunur. Bu məsələni KFE əsasında planın  dəfə ixtisarla yerinə yetirilməsi üçün, TFE-nin üçüncü faktoru() olaraq, faktorların  hasili götürülür.( cədvəl 2.1)

Cədvəl 2.1

Eksperimentlərin planlaşdırma matrisi

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sınaq | x0 | Plan | | | | | | Vəziyyət dəyişəni yu |
| x1 | x2 | x3=x1x2 | x1x3 | x2x3 | x1x2x3 |
| 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 |  |
| 2 | +1 | -1 | +1 | -1 | +1 | -1 | +1 |  |
| 3 | +1 | +1 | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 |  |
| 4 | +1 | -1 | -1 | +1 | -1 | -1 | +1 |  |

Bu plana əsasən b0, b1 b2 b3 reqressiya əmsallarını qiymətləndirmək olar və bu halda reqressiya əmsallarının qiymətləndirilmələri cütlüklərin qarşılıqlı təsirləri ilə qarışacaqdır, yəni



harada ki, -ümumi verilənlərin reqressiya əmsallardır;  - onların qiymətləndir­mələridir.

Bu eksperiment planında  sütunu,  sütunu ilə,  sütunu isə  sütuna  sütunu ilə üst-üstə düşür.

KFE üçün  qəbul etməklə başqa bir yarımreplika reallaşdırmaq olar (cədvəl 2). Bu planlaşdırma matrisindən istifadə edərək reqressiya əmsallarının qarışıq qiymətləndirilməsini almaq olar:









Cədvəl 2.2

Eksperimentlərin planlaşdırılma matrisi

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sınaq |  | Plan | | | | | | Vəziyyət dəyişəni |
|  |  |  |  |  |  |
| 1  2  3  4 | +1  +1  +1 +1 | +1  -1  +1 -1 | +1  +1  -1 -1 | +1  -1  -1 +1 | +1  +1  -1 -1 | +1  -1  +1 -1 | +1  +1  +1 +1 |  |

Göstərilən matrisləri birləşdirib, xətti effektləri ayrılıqda təyin olunan 23 tipli planı alırıq. Birinci və ikinci sistemlər üçün qarışıq qiymətlərini cəmləməklə və çıxmaqla, aşağıdakı sürüşməmiş qiymətləndirmələri ala bilərik:

 və s.

Göstərilən misaldan aydın olur ki, TFE hissələrə elə bölünür ki, KFE üçün olan ortoqonallıq və rototabellik kimi əsas xüsusiyyətlər yerində qalır.

**13. Elmi tədqiqatlarda qeyri-səlis texnologiyaların tətbiqi**

XX əsrin ikinci yarısı kompyuter texnologiyasının sürətlə inkişafı və müxtəlif sahələrə nüfuz etməsi ilə xarakterizə olundu. Bununla əlaqədar olaraq bir çox sahələrdə yeni elmi yanaşma yaranmağa başladı ki, bunlardan da ən böyüyü mexaniki sistemlərin müəyyən sahələrdə humanistik sistemlər kimi yaxşılaşmasından ibarətdir. Yəni, mexanikanın elektrotexnikasının terminologiyası və s. elmi istiqamətlərin əsas və ya idarə olunan sistemlər tərkibində insan iştirak edən humanistik sistemlərin təhlili ilə əvəz olunur. Belə bir yanaşma yüksək səmərəliliyə malik insan-maşın sisteminin yaradılmasına imkan verdi. Bu sahədə aparılan tədqiqatların nəticələri, göstərilən humanistik sistemlərin təhlili üçün yeni prinsiplərin yaradılması tələb olunur. Bu sahədəki yeni yanaşma prinsipinin əsasını 1965-ci ildə Amerika alimi Lütfi-zadə formalaşdırmışdır və bununla qeyri –səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin əsası qoyulmuşdur. Bu yanaşmaya görə insanın dərketmə prosesinin əsasını müəyyən ədədlər deyil yalnız müəyyən obyektlər çoxluğu və yaxud müəyyən qeyri-səlis çoxluqların elementləri təşkil edir ki, burada vacib məsələ həllin elementləri göstərilən obyektlər sinfinə daxil olub-olmaması fasiləsiz şəkildə qiymətləndirilirlər. Bu cür yanaşmanın digər bir xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, insan tərəfindən informasiyanın qəbulunun dərk olunması əsasında informasiyanın qiymətləndirilməsi prosesi qeyri-səlis şəkildə aparılaraq təqribi xarakter daşıyır ki, insan tərəfindən qəbul edilən qərarların qəbul olunması prosesinə uyğun qeyri-səlis məntiq yaradılmışdır ki, bu da yanaşmanın müəyyən informasiyalar əsasında təqribi fikir yürütmə prosesinin formalizasiyasına imkan verdi. Digər tərəfdən mürəkkəb sistemlərin idarə olunmasında ilkin informasiyanın təqribi olması və baxılan mürəkkəb prosesin dəqiq riyazi modelinin qurulmasının çox çətin olması bu sahədə də qeyri-səlis çoxluqların və qeyri-səlis məntiqin geniş istifadə olunmasına real imkan yaradır. Lütfi-zadə tərəfindən təklif olunan bu yeni yanaşmanın əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, burada ədədi dəyişənlərin əvəzinə “linqvistik” dəyişənlərdən istifadə olunur, dəyişənlər arasındakı sadə nisbətlər qeyri-səlis fikirlər vasitəsilə ifadə olunur və mürəkkəb münasibətlər isə qeyri-səlis alqoritmlər vasitəsilə ifadə olunur.

**Qeyri-səlis çoxluq.**Elementləri  olan universal  çoxluğunun  alt çoxluğunun elementlərinin mənsubiyyəti, yəni  olması,  xarakteristik funksiyası vasitəsilə aşağıdakı kimi göstərilə bilər.

 (1)

Burada,  olub,  çoxluğunun elementlərinin  çoxluğunda əksetdirməsini göstərir və  çoxluğu qiymətləndirmə çoxluğu adlandırılır.

Əgər  çoxluğu  intervalı ilə əvəz olunarsa, onda  alt çoxluğu qeyri-səlis çoxluq adlandırılır və onun mənsubiyyət funksiyası   intervalına məxsus qiymətlər alır.  vahidə yaxın olduqca  elementinin  qeyri-səlis çoxluğuna daxil olma dərəcəsi böyük olur. Beləliklə qeyri-səlis  çoxluğu

 (2)

cütlüyü kimi göstərilə bilər.

Ümumu halda  qeyri-səlis çoxluğu , elə  cütlüyünə deyilir ki,  və  olsun.  çoxluğunun elementlərinin sayından asılı olaraq qeyri-səlis çoxluq sonlu və sonsuz ola bilər. Sonlu qeyri-səlis çoxluq

 (3)

sonsuz qeyri-səlis çoxluq isə

 (4)

kimi göstərilir.

Misal. Tutaq ki,  universal çoxluğu 1-dən 10-a kimi olan həqiqi ədədlərdir və  qeyri-səlis çoxluğu “bir neçə” fikrini ifadə edir. Onda  çoxluğunu aşağıdakı kimi göstərmək olar:



 qeyri-səlis çoxluğunun qrafiki təsviri şəkil 1-də göstərilən kimidir. Qeyri-səlis çoxluq analitik şəkildə də göstərilə bilər.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1.0

0.75

0.5

0.25





0

Şəkil 1. Qeyri-səlis çoxluq.

Misal. Tutaq ki,  qeyri-səlis çoxluğu “5-ə yaxın həqiqi ədəd”-i göstərir. Onda qeyri-səlis  çoxluğu analitik şəkildə



kimi göstərilə bilər.

Əgər ,  üçün

 və ya



şərtləri ödənilirsə, onda  mənsubiyyət funksiyası -in maksimal və ya minimal qiyməti adlandırılır, yəni

 (5)

Əgər yuxarıda göstərilən şərtləri ödəyən  yoxdursa, onda elə  ardıcıllığı tapılması tələb olunur ki,

 (6)

olsun. Burada inf və sup uyğun olaraq ən böyük aşağı və yuxarı sərhədləri göstərir.

İki  və  qeyri-səlis çoxluqları o zaman bərabər olur ki, onların mənsubiyyət funksiyaları bərabər olsun , yəni

 (7)

Qeyri-səlis çoxluğun daşıyıcısı suppA ilə göstərilir və yalnız  şərtini ödəyən elementlərdən təşkil olunur, yəni

 (8)

 olan ,  qeyri-səlis çoxluğunun keçid nöqtəsi adlandırılır.

Daşıyıcısı yalnız  olan bir elementdən ibarət qeyri-səlis çoxluq singlton adlandırılır.

Qeyri-səlis çoxluğun hündürlüyü mənsubiyyət funksiyasının yuxarı sərhəddi ilə təyin edilir, yəni

 (9)

Əgər  üçün  olursa onda  qeyri-səlis çoxluğu normal çoxluq adlandırılır. Şəkil 1-də göstərilən çoxluq normal çoxluqdur.

Əgər  olarsa, onda  qeyri-səlis çoxluğu subnormal çoxluq adlandırılır.

Daşıyıcı elementə malik olmayan çoxluq boş çoxluq adlandırılır, yəni



-səviyyəli qeyri-səlis çoxluq ,  olan elementlərdən ibarət çoxluğa deyilir və



kimi göstərilir.  -  qeyri-səlis çoxluğun  kəsiyi adlandırılır.

Misal. Verilir

,

 üçün



 üçün isə

 olacaqdır (şəkil 2).

1 2 3 4 5 6 7

1.0

0.5

0.3





0





Şəkil 2. -səviyyəli qeyri-səlis çoxluqlar.

Qeyri-səlis çoxluğun gücü -  ilə işarə edilir və onun mənsubiyyət funksiyasının qiymətlərinin cəmi ilə təyin edilir yəni,



Qeyri-səlis çoxluqların (QSÇ) təsvir formaları.

Artıq məlum olduğu kimi, QSÇ-lar bilavasitə mənsubiyyət funksiyası (MF) ilə müəyyən olunurlar. Mənsubiyyət funksiyaları (MF) müxtəlif üsullar əsasında təsvir oluna bilərlər.

1. Siyahı şəklində təsvir. (List representation)

Əgər universal çoxluq sonludursa, yəni  onda  QSÇ-un mənsubiyyət funksiyası aşağıdakı kimi göstərilir.



Əgər  çoxluğu sonsuzdursa onda



kimi göstərilir.

2. Qrafiki təsvir.  qeyri-səlis çoxluğun qrafiki təsviri,  universal çoxluğun elementləri bir və ya iki ölçülü olduğu halda məqsədəuyğun olur. Mənsubiyyət funksiyasının sadə tipik formaları aşağıdakılardır.

a) Üçbucaq MF (Triangular).

1.0





0

b) Trapes MF (Trapesoidal).

1.0





0

c) Zınqırov MF (Bell-Shaped).





0

**Analitik təsvir**. universal çoxluğu sonsuz olduqda mənsubiyyət funksiyasının qrafiki formasının analitik təsviri daha məqsədəuyğundur.

Tez-tez istifadə edilən mənsubiyyət funksiyalarının təsvirinə imkan verən tipik formalar mövcuddur. Bunlarda biri zınqırov şəkilli (Bell-shaped) MF qeyri-səlis çoxluğunun yazılışı üçün tez-tez rast gəlinir ki, bu da aşağıdakı kimi ifadə edilir.



a





c



0

Şəkil. Zınqırov şəkilli MF.

Üçbucaq (triangular) MF qeyri-səlis ədədlərin təsvir olunmasında daha geniş istifadə edilir və aşağıdakı kimi göstərilir.



a1





1.0

a2

a3

0

Şəkil. Üçbucaq MF

Trapes şəkilli (trapesoidal) MF həmçinin geniş istifadə edilir və aşağıdakı formula ilə təyin olunur



a1





1.0

a2

a3

0

a4

Şəkil. Trapes MF.

Ümumi halda tipik mənsubiyyət funksiyalarının parametrik funksiyalar ailəsi şəklində göstərilməsi məqsədəuyğundur. Bu MF ailəsindən bəziləri aşağıda göstərilmişdir.













Misal. =”cavan” və ya “qoca” QSÇ-ları üçün mənsubiyyət funksiyaları aşağıdakı kimi göstərilə bilər.

25





cavan

0

qoca

50





Misal.  intervalında dəyişən temperaturun qeyri-səlis və səlis (crisp) çoxluqlar şəklində üç linqvistik dəyişəndən (“soyuq”, “normal” və “isti”) istifadə etməklə, aşağıdakı kimi göstərmək olar.



1.0

Normal

İsti

Soyuq

T1

T2

**[**

**)[**

**)**

**)[**

T1

T2

Soyuq

Normal

İsti

Şəkil. Temperaturun qeyri-səlis və səlis çoxluq şəklində təsviri (uyğun olaraq a) və b)).

**Qeyri-səlis çoxluqlar üzərində əməliyyatlar**.Qeyri-səlis çoxluqlar üzərində əməliyyatlar, onların mənsubiyyət funksiyaları əsasında təyin olunurlar.

İki qeyri-səlis  və  çoxluqlarının birləşməsi və kəsişməsi aşağıdakı kimi təyin edilir.

, (1) və

 (2)

burada ,  və  çoxluqlarının birləşməsinin (), isə uyğun olaraq kəsişməsinin () mənsubiyyət funksiyalarıdır.

Qeyri-səlis çoxluğun əlavəsi  aşağıdakı kimi təyin edilir:

Misal. Verilir  və 











Qeyri-səlis çoxluqların birləşməsi və kəsişməsi üçün başqa əməliyyatlardan da istifadə etmək olar. Bunlar aşağıdakılardır:

Cəbri hasil ()

Məhdud hasil ()

Ciddi (drastik) hasil ()

Cəbri cəm ()

Məhdud cəm ()

Ciddi (drastik) cəm ()

Misal.





Cəbri hasil



Məhdud hasil



Ciddi hasil



Cəbri cəm



Məhdud cəm



Ciddi cəm



Qeyri-səlis çoxluqların məhdud fərqi  aşağıdakı kimi təyin edilir

Qeyri-səlis çoxluqların simmetrik fərqi 

kimi təyin olunur.

Misal.









1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1.0

0.5





0









Şəkil. Qeyri-səlis çoxluqların məhdud və simmetrik fərqləri.

**Qeyri-səlis çoxluqların konsentrasiyası və genişlənməsi**.QSÇ-un konsentrasiyası onun qüvvətə yüksəldilməsi ilə təyin edilir, yəni

,  

və yaxud



m- kəsr olduqda onun konsentrasiya əməliyyatı genişlənmə adlanır, yəni



Misal. Tutaq ki,

 verilmişdir. Onda







2 4 6 8 10

1.0

0.5



0







Şəkil. Konsentrasiya və genişlənmə əməliyyatları.

Konsentrasiya və genişlənmə əməliyyatları əsasında qeyri-səlis çoxluqların çevirmələri aşağıdakı kimi aparılır.

 (-)

çox  (- very)

çox çox (- very very)

az-çox  (- more or less)

az  (- a little)

yox  (- not, compliment)

çox yox  (- not very much)

**Qeyri-səlis çıxarış sistemi.**Qeyri-səlis çıxarış qeyri-səlis məntiqdən istifadə edərək, giriş verilənlərindən çıxışa uyğun təsvirlərin işlənməsi prosesidir. Təsvirlərin alınması qərarların qəbul edilməsi və nümunələrin seçilməsindən bazis yaradır. Biz Matlab proqram paketində Sugeno və Mamdani QÇS-dən istifadə edə bilərik . Bu iki QÇS-i bir-birindən çıxışlarına görə fərqlənir.

Qeyri-səlis çıxarış sistemləri avtomatik idarəetmə, verilənlərin klasifikasiyası, qərarların analizi və ekspert sistemlər kimi sahələrdə uğurla tətbiq edilmişdir.

Mamdani QÇS-i metodu ən ümumi qeyri-səlis metodologiyadır. Mamdani metodu qeyri-səlis çoxluq nəzəriyyəsindən istifadə edilərək yaradılmış ilk idarəetmə sistemləri arasında yer tuturdu. Bu üsul 1975-ci ildə İbrahim Mamdani tərəfindən təklif edilib. Mamdani təcrübəli insan operatorlardan əldə olunmuş linqvistik idarəetmə qaydaları çoxluğunun sintezi ilə buxar mühərrikinin idarəedilməsini yaratmağa cəhd edərkən bu üsulu təklif edib. Mamdaninin göstərdiyi bu səylər qərarların emalı və mürəkkəb sistemlər üçün qeyri-səlis alqoritmlər haqqında Lütfi Zadənin 1973-cü ildəki məqaləsinə əsaslanır. Mamdani tip çıxarış qeyri-səlis çoxluqlar üçün çıxış mənsubiyyət funksiyaları kimi fərz edilir.

Qeyri-səlis çıxarış prosesi kimi Mamdaninin qeyri-səlis çıxarış üsulu ən ümumi metodologiya kimi tanınır. 1985 - ci ildə Sugeno adlandırılan qeyri-səlis çıxarış üsulu təklif edilib. Bu üsul çox göstəricilərinə görə Mamdani üsuluna oxşardır. Qeyri-səlis çıxarış prosesinin birinci iki hissəsi – girişlərin fazzifikasiyası və qeyri-səlis operatorun tətbiqi hər iki üsulda eynidir. Mamdani və Sugeno arasındakı əsas fərq çıxışlardadır. Sugeno tip üsulda çıxışın mənsubiyyət funksiyası ya xətti, ya da sabit olur.

**14. Tədqiqatların simulyasiya modelləşdirilməsi**

Simulyasiya modelləşdirməsi reallığa uyğun ədədi həll yanaşması olub, riyazi həlli çox çətin olan və ya mümkün olmayan məsələlərin həlli üçün geniş istifadə olunur ki, bu məsələlərdən enerji menecmentinin müxtəlif qərar qəbuletmə şəraitlərini göstərmək olar.

Bu fəsildə simulyasiya modelləşdirməsinin əsas xüsusiyyətləri, simulyasiya alqoritminin blok sxeminin qurulması, simulyasiya nəticələrinin statistik üsullar əsasında işlənməsi, simulyasiya prosesində məqsədə uyğun realizasiyalar sayının tapılması və nəhayət “Crystal Ball” simulyasiya paketinin qısa xarakteristikası və istifadə edilməsi məsələlərinin izahı öz əksini tapır.

Əvvəl baxılan analitik həll metodlarının əsasını, riyazi olaraq optimal olması sübut olunmuş və məsələnin həllini verən müəyyən alqoritmlər təşkil edir. Qeyri müəyyənlik şəraitində qərar qəbuletmədə bu yanaşma əsasında alınmış həll qazancın riyazi gözləməsinin maksimum və ya xərclərin riyazi gözləməsinin minimumunu təmin edir. Bütün bu məsələlərdə elə dəyişənlər istifadə edilir ki, onların qiymətləri, əvvəlcədən müəyyən edilmiş paylanma sıxlığı əsasında təyin edilən təsadüfi ədədlərdir.

Simulyasiya modelləşməsi, əsasən “sınaq və xəta” prosesinə əsaslanan optimal alternativi (həlli) axtaran, ədədi həll üsuludur. Bu üsul praktiki olaraq, tərkibində qeyri müəyyənlik olan, bütün qərar qəbul etmə məsələlərinə tətbiq edilə bilər. Bu üsulun bir çox üstünlükləri vardır ki, Bunlardan əsası tam riyazi üsulla həlli çox çətin olan və hətta həlli olmayan məsələlərin həllinin tapılmasıdır.

Simulyasiya hər bir alternativi, təsadüfi dəyişənlər onların paylanmaq sıxlığına uyğun gələn tezliklə generasiya olunan təsadüfi qiymətlər ardıcıllığına əsasən qiymətləndirir. Bu proses dəyişənlərin qiymət çoxluğunun müəyyən realizasiyalara ayrılması əsasında yerinə yetirilir.

Müəyyən sayda realizasiyalar yerinə yetirildikdən sonra qazanc səmərəlik meyarının nəticəvi qiyməti ayrı-ayrı realizasiyalarda alınmış qiymətlərin riyazi metodlar əsasında işlənməsi nəticəsində alınır. Bir çox təsadüfi realizasiyalar üsulunda olduğu kimi, hadisələrin və kəmiyyətlərin qiymətləri kimi yaradılan təsadüfi ədədləri fırladılan rulet dairəsindəki əqrəbin təsadüfi göstərişinə uyğun olduğuna görə bu üsul Monte Karlo simulyasiyası adlandırılır.

Bir çox hallarda simulyasiya təbiətinə görə fiziki xarakter daşıyır. Məsələ, muassir pilot–təlim qurğuları, real şəraitə mümkün qədər yaxın olan uçuş şəraitlərini imitasiya edirlər və simulyatorlar adlandırılırlar. Belə simulyatorların bir çox üstünlükləri vardır ki, bunlardan biri qısa müddət ərzində çoxsaylı uçuş şəraitində pilotların lazımi vərdişlər qazanmasına imkan verilməsidir. Bu cür fiziki simulyasiya şəhərlərin, binaların, uçuş aparatlarının, su yollarının layihələri üzrə qərar qəbulda faydalı ola bilər.

Fiziki simulyasiyadan fərqli olaraq Monte Karlo simulyasiyası qeyri fiziki olub, sonda arzu olunan optimallaşmaya riyazi metodlardan geniş istifadə edir. Beləliklə, Monte Karlo simulyasiyası özlüyündə bilavasitə qərar qəbul vasitəsidir.

Yuxarıda qeyd olunmuşdur ki, riyazi modeli məlum olan ixtiyarı sistemi (prosesi) komputerdə modelləşdirmək üçün modelləşdirici alqoritm (MA) qurmaq lazım gəlir. Komputerləri MA-i reallaşdıraraq, proqramda göstərilən əməliyyatlar ardıcıllığını yerinə yetirir. Komputerlər onun əmrlər sistemində nəzərdə tutulan əməliyyatları yerinə yetirdiyi üçün hesablama proqramı konkret tip hesablayıcı maşın üçün qurulur.

Adətən proqramın strukturası, nəinki baxılan alqoritmin quruluşu və növündən, həm də maşının xaraktristikalarından asılıdır. Belə ki, maşının cəldliyi, onun operativ yaddaşın həcmi, əmrlər ünvanlılığı, əmrlər sisteminin tərkibi, standart proqramların yerinə yetirilmə qaydası və s. xarakteristikaları tərtib olunan proqramın strukturuna ciddi təsir göstərir.

Müasir komputerlər üçün tipik elementar əməliyyatlar toplama, çıxma, vurma, bölmə, ədədin tam hissəsin ayrılması, iki ədədin müqasiyə olunması, ədədin bir yaddaş xanasından başqasına köçürülməsi, idarənin şərti və şərtsiz ötürülməsi və s. ibarətdir.

Mürəkkəb prosesin modelləşdirən alqoritmin, göstərilən elementar əməliyyatların köməyi ilə birdəfəlik proqram şəklində yazılması adətən çox ciddi çətinlik törədir. Bundan başqa bu cür yazılış çox əlverişsiz olur. Belə ki, hesablama prosesinin təşkili ilə əlaqədar kiçik hissələr baxılan alqoritmi mürəkkəbləşdirir və MA-nin strukturası üzrə istiqamətlənməni (orientasiya) çətinləşdirir. Odurki, məqsədəuyğundur ki, MA-nin elə şəkildə yazılsın ki, onun struktur xüsusiyyətləri qeyri-əsas hissələrsiz əks olunmuş olsun.

MA-nin qurulması mürəkkəb prosesinin tədqiqinin elə mərhələsidirki, artıq tədqiqat üçün riyazi apparat yaradılmasının prinsipal məsələləri həll olunmuşdur. Məsələnin proqramlaşdırılması və maşında həlli işin texniki hissəsinə aiddir. Odur ki, yuxarıda deyinləri nəzərə alaraq və komputerlərin tipini seçərkən müəyyən sərbəstlik yaratmaq üçün, MA-nin yazılışını maşının xarakteristikasından asılı olmayaraq qururlar.

Buna görə MA-ləri, adətən operatorlar ardıcıllığına malik operator sxemləri şəklində təsvir edirlər ki, hər bir operator böyük operator qrupunu təsvir edir. Müxtəlif MA-ri təsvir edəcək operator sisteminə adətən 2 əsas tələb qoyulur. Bunlardan birincisi hər bir operatorun modelləşdirici prosesin təbiətinə uyğun, tam aydın və əyani mənaya malik olmasıdır. Bu halda prosesin strukturu MA-nin qurulması yolunu aydın göstərəcəkdir. İkincisi isə, hər bir operatorun elementar əməliyyatlar ardıcıllığı ilə xüsusi çətinlik olmadan reallaşdırılmasına tam inam olmasıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, ixtiyari proses üçün modelləşdirici alqoritmə riyazi modelin başqa şəkildə yazılışı kimi baxmaq olar. Amma MA ilə riyazi modelin tam üst-üstə düşməsi bir qayda olaraq olmur.

İxtiyarı alqoritm, müəyyən nəticə almaq üçün yerinə yetirilməli olan əməliyyatlar ardıcıllıqlarını təyin edən operatorlar yığımından ibarətdir.

MA üçün operatorlar sisteminin seçilməsi, alqoritmin təsvir əyaniliyi və istifadə əlverişliliyi ilə əlaqədar böyük rol oynayır.

MA-ri təşkil edən bütün operatorlar yığımı, üç qrupa bölünə bilər: əsas, köməkçi və məxsusi.

Əsas operatorlara, baxılan prosesin elementar aktlarını və onlar arasındakı qarşılıqlı təsiri ifadə edən operatorlar daxildir. Başqa sözlə, əsas operatorlar, riyazi modelin real sistemin elementlərinin işləmə prosesi və qarşılıqlı təsirini əks etdirən nisbətlərini reallaşdırır.

Əsas operatorlardan fərqli olaraq, köməkçi operatorlar, əsas operatorların işlənməsi üçün lazım olan parametr və xarakteristikaların hesablanmasını yerinə yetirilir.

MA-rin məxsusi operatorları riyazi modeldəki nisbətlərlə bilavasitə əlaqədar deyildir. Bu operatorlar əsas və köməkçi operatorlar arasında qarşılıqlı təsiri, alqoritmin işlənməsinin sinxronlaşdırılmasını təyin edir və bəzi qeyri-əsas funksiyalar, məsələn, alqoritmin işlənməsi nəticəsində alınan kəmiyyətlərin fiksasiya olunması, onların işlənməsi və s., yerinə yetirir.

Operator sxemlərinin tərtib olunması üçün 2 tip əsas operatorlardan – hesabı və məntiq operatorlarından, istifadə olunur. Hesab operatoru dedikdə, kəmiyyətlər arasında müəyyən nisbət və ya nisbətlər sistemini yerinə yetirən əməliyyatlar yığımı nəzərdə tutulur. Hesab operatorları adətən, latın əlifbasının böyük hərfləri ilə işarə olunur. Məsələn, A15 yazılışı, 15 nömrəli hesab operatorunu göstərir.

Hesab operatorunun əsas xüsusiyyəti onun bir istiqamətli olmasıdır ki, bu da verilmiş operatora mənsüb əməliyyatların yerinə yetirilməsindən sonra, idarə yalnız müəyyən bir operatora verilməsindən ibarətdir.

Hesab operatorlarından idarəetmənin müəyyən operatora ötürülməsi, verilən operatorun simvolunun sağ yuxarı hissəsinə keçilən operatorun nömrəsinin yazılması ilə işarə olunur. Məsələn,  yazılışı göstərir ki, 15 nömrəli operatorda nəzərdə tutulan əməliyyatlar yerinə yetirildikdən sonra, idarəetmə 24 nömrəli operatora ötürülür.

Məntiq operatorları verilmiş şərtlərin yoxlanılması və yoxlamanın nəticələrinə uyğun əlamətlərin yaradılmasından ibarətdir. Sadə halda verilmiş şərtin ödənilməsi iki ədədin qiymətcə müqayisə olunmasına gətirilir. Müqayisə operatoru simvolik olaraq, bərabərlik (məsələn, a = b) və ya bərabərsizlik (a > b və ya a ≤ b) şəklində təsvir olunur. a və b ədədlərini müqayisə edərək, ω əlaməti qəbul olunur ki, baxılanacaq nisbət ödənildikdə ω = 1, əks halda isə ω = 0 olur.

Məntiq operatorlarının əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, məntiq operatoru yerinə yetirildikdən sonra yaranmış əlamətin qiymətindən asılı olaraq, idarəetmə iki operatordan birinə verilir. Operator sxemlərində məntiq operatoru, adətən, P hərfi ilə operatorun nömrəsini göstərməklə, məsələn, P10 işarə olunur. Bundan başqa idarəetməni ötürən məntiq operatoru, idarəetmənin ötürüləcəyi operatorların nömrələri ilə birlikdə, əks istiqamətli oxlarla təchiz olunur. Bu zaman baxılan operatorundakı nisbət ödənildikdə idarəetmənin ötürüləcəyi operatorun nomrəsi yuxarı istiqamətli oxa, əks halda isə aşağı istiqamətlənmiş oxa yazılır. Məsələn,  yazılışı göstərir ki, 2 nömrəli məntiq operatorundan idarəetmə P2-də yoxlanlan şərt ödənildəkdə 8 nömrəli operatora – ödənilmədikdə isə 12 nömrəli operatora ötürülür (və yaxud ).

İstər hesab, istər məntiq operatorları üçün idarə etmə bir operatordan növbəti operatora ötürüldükdə ox işarəsi qoyulmur. Məsələn,  o deməkdir ki, A5 hesab operatoru yerinə yetirildikdən sonra, idarəetmə P7 məntiq operatoruna verilir. Sonra, əgər yoxlanılan P7 məntiq şərti ödənilirsə, onda idarəetmə ondan sonrakı A6 operatoruna, əks halda isə 10 nömrəli operatora verilir.

Nəhayət, müəyyən operatora idarəetmənin verilməsi, idarəetməni verən operatorun nömrəsinin baxılan operatorun simvolunun sol və yuxarı hissəsində yazılması ilə işarə olunur. Məsələn,  – o deməkdir ki, 15 nömrəli operatora idarəetmə 6 və 7 nömrəli operatorlarından verilir.

Verilən operatora idarəetmənin ondan qabaqki operatorundan verilməsi o zaman işarə olunur ki, baxılan operatora eyni zamanda bir neçə operatordan idarəetmə verilə bilər.

Hesab və məntiq operatorlarından başqa modelləşdirmə alqoritmlər, adətən, bir çox xüsusi operatora, məsələn, başlanğıc məlumatların komputerə daxil edilməsi operatoru, alınmış nəticələrin çıxış operatoru, maşın dayandırılması operatoru və s. malik olurlar.

Bu operatorlardan ən çox işlədilənləri üçün standart işarələr qəbul olunmuşdur. Bunlar əsas etibarı ilə aşağıdakılardan ibarətdir: keçid operatoru P – ədədin bir yaddaş qurğusundan digərinə ötürülməsi, başlanğıc verilənlərin komputerə daxil edilməsi; adresdəyişmə operatoru F(i) – əmrlərin adresinin dəyişdirilməsi, göndərmə operatoru Z – standart xanalara kəmiyyətlərin göndərilməsi, müraciət operatoru E(m,n)-m, m+1, …, n nömrəli bir qrupp operatorlara müraciət, formalaşdırma operatoru F – yeni əmrlərin yaradılması, saxlama dayandırma operatoru Ə – maşının dayandırılması, qeyri-standart operator H – göstərilən operatorlardan fərqlənən operator.

Qəbul edilmiş işarələrə kvadrat tənliyin köklərini tapmaq üçün qurulmuş alqoritmə baxaq:



Məlumdur ki, bu tənliyin kökləri



formulası ilə təyin olunur.

Aşağıdakı operatorları tərtib edək:

P0 – başlanğıc verilənlərin komputerə daxil olunması;

A1 - --nin hesablanması;

-nin hesablanması;

-nin tapılması (kvadrat kök alma);

P4 – D ≥ 0 şərtin yoxlanması;

A5 – həqiqi köklərin tapılması 

A6 – kompleks köklərin tapılması 

H7 – alınmış nəticənin (x1,2) çap edilməsi və ya əks etdirilməsi, qeyri-standart operator;

Ə8 – maşının dayandırılması.

Göstərilən operatorları nəzərə olmaqla baxılan alqoritmin operator sxemi aşağıdakı şəkil alacağdır:

.

Modelləşdirmə alqoritmlər operator sxemləri şəklində bilavasitə proqrammlaşdırmaq üçün əlverişlidir. MA-nın təhlili zamanı operator sxemlər müəyyən çətinliklər törədir. Bu onunla əlaqədardır ki, operator sxemləri, xüsusi ilə MA mürəkkəb məntiqi strukturaya malik olduqda lazımi əyaniliyə malik deyillər. Odur ki, bir çox hallarda alqoritmlərin qraf-sxemləri şəklində təsvirindən istifadə edilir.

Hesab operatorları qrafiki olaraq, içərisində müəyyən operator tərəfindən nisbət yazılmış şəklində təsvir olunur. Hesab operatorundan idarənin verilməsi həmin operatora uyğun, düzbucağlıdan çıxan və idarənin veriləcəyi operatorun təsvirilə yönəlmiş ox ilə göstərilir.

Məntiq operatorları qrafiki olaraq romb şəklində göstərilir ki, onun da içərisində operator tərəfindən yoxlanılan şərt söz ilə və ya simvolik olaraq yazılır.

Məntiq operatorlarında idarəetmənin verilməsi iki ox ilə göstərilir ki, bunlardan biri vahidlə işarə olunur və yoxlanılan şərt ödənildikdə idarəetmənin verilməsinə, digəri isə sıfırla işarə olunur yoxlanılan şərt ödənilmədikdə idarəetmənin verilməsinə uyğun gəlir. İndi isə yuxarıda göstərilən alqoritmin qraf-sxeminə baxaq (şək.7.1).

Alqoritmin işlənməsi aşağıdakı kimi gedir. P0 – operatoru başlanğıc verilənləri (b və c) maşına daxil edir və idarəetməni  nisbətini hesablayan A1 operatoruna verir. A1 operatoru  hesabladıqdan sonra idarəetməni A2 operatoruna verir ki,

1

Başlanğıc

0

-b/2 hesablanmas;as;ası

1

D=b2/4-c hesablanması

2



3

SON

8

х1,2=b/2±R

5

Nəticələrin çıxarılması

7

4. D≥0

х1,2=-b/2±jR

6

0

Şək.7.1

burada da  hesablanır və idarəetmə A3 operatoruna verilir

A3 operatoru hesablayaraq idarəetməni P4 operatoruna verir. P4 məntiq operatoru D ≥ 0 şərtini yoxlayır və həmin şərt ödənildikdə ϖ = 1, əks halda isə ϖ = 0 əlamət siqnalı yaradır.

Burada D ≥ 0 şərti ödənildikdə P4 operatorundan «I» indeksli ox üzrə idarəetmə A5 operatoruna verilir. A5 operatoru kvadrat tənliyin həqiqi köklərinin qiymətini təyin edir və idarəetməni nəticəlirin çıxış operatoru H7-yə verir. Axırıncıdan isə idarəetmə Ə8 – saxlama operatoruna verilir və bununla baxılan əməliyyat qurtarmış olur.

Əgər D≥0 şərti ödənilməzsə onda «0» indeksli ox üzrə idarəetmə P4 operatorundan A6 operatoruna veriləcəkdir. A6 operatoru kvadrat tənliyin kompleks köklərinin qiymətlərini təyin edir və idarəni H7 operatoruna verir.

Baxılan qayda üzrə mürəkkəb modelləşdirici alqoritmlərin operator və qrafik sxemlərini yaratmaq mümkündür.

****