## 1. Sistemli analiz problemin həll metodologiyası kimi

Müasir elmlərin inkişafında iki əks tendensiya mövcuddur :

* **Differensasiya = ümumi elmlərdən daha xüsusi elmlər yaranır**
* **İnteqrasiya = xüsusi elmlərin qovuşuğunda yeni elmlər yaranır**.

Sistemli tədqiqatlar nəticəsində aşağıdakı elmlər yaranıb:

**· kibernetika · əməliyyatların tədqiqi · Sistemotexnika**

**· Sistemli analiz · Süni intellekt və s.**

Sistemli analizin əsas anlayışlarından biri **sistem** anlayışıdır. **Sistem** dedikdə, qarşılıqlı əlaqədə olan sonlu sayda elementlərdən təşkil olunmuş və bu elementləri eyni texnoloji prosesdə birləşmiş ətraf mühitlə əlaqəli obyekt başa düşülür. **Element** - baxılan texnoloji prosesdə şərti olaraq bütöv, tam götürülən vahid hissələrə deyilir. Elementlər və onlar arasındakı əlaqələr çoxluğu **sistemin strukturunu** müəyyən edir. Sistemin elementləri öz aralarında və ətraf mühitlə material, energetik və informativ əlaqədə olur.

Əlaqələr qarşılıqlı münasibətinə görə **birbaşa** və **əks əlaqəli**, yaranmasına görə isə **determinik** və **ehtimallı** olur.

* **Birbaşa əlaqədə** əsas proses istiqamətində əlaqə bir elementdən digərinə ötürülür.
* **Əks əlaqə** idarəedici təsirlər nəticəsində sistemin vəziyyətini müəyyən edən xüsusi funksiya vasitəsi ilə həyata keçirilir.
* **Determinik əlaqə**, səbəb və nəticəni birqiymətli müəyyən edir, elementlər arasında dəqiq əlaqə formulu verir.
* **Ehtimallı əlaqə**  sistemin elementləri arasında aralıq mərhələli və ya qeyri-müəyyən əlaqələr olduqda müəyyən edilir.
* **Kriteriyalar-meyarlar** - sistemin arzu olunan vəziyyətini almaq üçün verilmiş məhdudiyyətlər daxilində sistemin fəaliyyətinin qiymətləndirilməsi üsuludur.
* **Sistemin effektivliyi** - sistemin verilmiş vəziyyətdəki nəticələrinin faktiki nəticələrə nisbəti

**Giriş**  - proses dövründə sistemin fəaliyyətini dəyişən kəmiyyətlər

**Çıxış** - son prosesin nəticəsi.

**Prosessor** - girişi çıxışa çevirən.

**Məhdudiyyətlər** - girişdə verilənlərin tələb olunan çıxışa uyğunlaşdırılması üşün verilən asılılıqlar.

**Sistemin vəziyyəti -** hər bir zaman anında sistemin xüsusiyyətləri çoxluğu

**Sistemin tamlığı -**  sistemin hər bir elementi məqsəd funksiyasının yerinə yetirilməsində iştirak edir

**Fəaliyyətlilik**  - ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqədə ortaya çıxan xüsusiyyətlər.

**Strukturluluq** -  sistemin elementlərinin nizamlanmış yerləşməsi.

**Dayanıqlıq** - xarici təsirlərə davam gətirmək xüsusiyyəti.

**Etibarlıq** - elementləri sıradan çıxdıqa belə onları əvəz etməklə və ya ehtiyat element vasitəsi ilə sistemin fəaliyyətinin davam etdirilməsi.

**Uyğunlaşmaq xüsusiyyəti**  - sistemin fəaliyyətinin yaxşılaşdırılması və yeni xüsusiyyətlər qazanması üçün ətraf təsirlərə qarşı müqavimət xüsusiyyəti

Sistem müəyyən məqsədi həyata keçirən fəaliyyət alqoritmi ilə xarakterizə olunur. Sistemlər **riyazi modellər** vasitəsi ilə təsvir edilir.

**Riyazi model** vəziyyət parametrləri, giriş, idarəedici və həyəcanlandırıcı faktorlarla çıxış parametrləri arasinda əlaqəni müəyyən edir. **Sistemli təhlil** riyazi model vasitəsi ilə optimallaşdırma, idarəetmə və kompyuter modelləşdirməsi məsələlərini həll edir. Bu halda birinci iyerarxik səviyyədən alınmış informasiya ilkin verilənlər kimi ikinci səviyyənin strukturuna uyğun olaraq riyazi model vasitəsi ilə dəqiqləşdirilir və üçüncü səviyyədə optimallaşdırma məsələsi həll edilir. Bu deyilənləri ümumiləşdirərək kompyüter modelləşdirməsi anlayışını verə bilərik: **kompyüter modelləşdirməsi** dedikdə sistemin modelinin qurulması və bu model üzərində sistemin fəaliyyətini araşdırmaq **(tədqiqat məsələsi )** və ya müxtəlif fəaliyyət rejimlərində ən effektiv fəaliyyət strategiyasının (alqoritminin) müəyyən edilməsi üçün hesablama təcrübəsinin qoyulması prosesi başa düşülür.

## 2. Differensasiya və inteqrasiya anlayışları

Sistemli analiz və kompüterdə modelləşdirmə sahəsində diferensasiya və inteqrasiya anlayışları mühüm rol oynayır. Bu anlayışların hər biri problemin həllində və sistemlərin modelləşdirilməsində müxtəlif yanaşmalar təklif edir. Aşağıda bu anlayışları izah edirəm:

Sistemli Analizdə Diferensasiya - mürəkkəb sistemləri daha kiçik, idarəolunan hissələrə ayırma prosesidir. Bu metodologiya sistemi anlamaq və hər bir hissənin funksiyalarını və təsirlərini təhlil etmək üçün istifadə edilir. Mürəkkəb sistemi fərdi komponentlərə ayıraraq hər bir komponentin funksiyasını və təsirini təhlil etmək. Sistemi daha kiçik modullara bölərək bu modulları fərdi olaraq analiz etmək və təkmilləşdirmək. Böyük bir problemi daha kiçik alt-problemlərə ayırmaq və hər bir alt-problem üçün spesifik həll yolları inkişaf etdirmək.

Sistemli Analizdə İnteqrasiya - fərdi komponentləri və ya modulları birləşdirərək bütöv bir sistem yaratmaq prosesidir. Bu yanaşma sistemin müxtəlif hissələrinin qarşılıqlı əlaqələrini və onların bir-birinə təsirini anlamaya kömək edir. Sistemin müxtəlif hissələri arasında məlumat axınını və bu axının sistemin ümumi performansına təsirini təhlil etmək. Fərqli modulları birləşdirərək daha böyük və daha kompleks bir sistem yaratmaq və bu sistemin funksional olmasını təmin etmək.

## 3. Sistemli yanaşma və sistemli konsepsiya

Sistemli yanaşma və sistemli konsepsiya hər ikisi də kompleks problemlərin həllində və müxtəlif proseslərin idarə edilməsində mühüm rol oynayır. Bu iki anlayış bir-biri ilə sıx bağlı olsa da, fərqli aspektlərə diqqət yetirirlər.

**Sistemli Yanaşma** - problemlərin həllinə və qərarların qəbuluna dair geniş və bütüncül bir baxış təqdim edən metodologiyadır. Bu yanaşma, problemi və onun ətraf mühitini bütöv bir sistem kimi nəzərdən keçirir.

Əsas Xüsusiyyətləri:

- Bütüncül Baxış: Problemi və onun komponentlərini bir sistem olaraq nəzərdən keçirir. Hər bir komponentin bir-biri ilə əlaqəsi və qarşılıqlı təsiri təhlil edilir.

- Məqsədyönlülük: Problemin həllinə yönəlmiş konkret və aydın məqsədlərin müəyyən edilməsi.

- Əlaqələr və Asılılıqlar: Sistem daxilindəki elementlər arasındakı əlaqələri və asılılıqları müəyyənləşdirir.

- Dinamik Təhlil: Sistemlərin zamanla necə dəyişdiyini və bu dəyişikliklərin nəticələrini təhlil edir.

Addımları:

1. Problemin müəyyən edilməsi: Sistemin məhdudiyyətləri və tələbləri nəzərə alınaraq problemin tərifi.

2. Sistemin modelləşdirilməsi: Sistem komponentlərinin və onların əlaqələrinin modelləşdirilməsi.

3. Həll yollarının hazırlanması: Alternativ həll yollarının hazırlanması və qiymətləndirilməsi.

4. Seçilmiş həll yolunun tətbiqi: Ən yaxşı həll yolunun seçilməsi və tətbiq edilməsi.

**Sistemli Konsepsiya** - sistemlərin ümumi nəzəriyyəsini və onların tərkib hissələrini, funksiyalarını və dinamikasını anlamaq üçün istifadə olunan bir yanaşmadır. Bu konsepsiya sistemlərin quruluşunu və fəaliyyətini anlamağa yönəlmişdir.

Əsas Xüsusiyyətləri:

- Sistem Təfəkkürü: Problemləri və hadisələri bir-biri ilə əlaqəli hissələr kimi qəbul edən düşüncə tərzi.

- Komponentlər və Əlaqələr: Sistemin fərdi komponentlərinin və onların bir-biri ilə əlaqələrinin müəyyən edilməsi.

- Giriş və Çıxışlar: Sistemə daxil olan resurslar (istifadəçi əmrləri) və sistemdən çıxan nəticələr (verilənlər).

- Sistem Hüdudları: Sistemin əhatə dairəsinin və xarici mühitlə olan sərhədlərinin müəyyən edilməsi.

Məsələn, Bir Kompüter Sistemi:

- Komponentlər: Prosessor, yaddaş, giriş/çıxış cihazları və proqram təminatı.

- Əlaqələr: Bu komponentlər arasında məlumat axını və qarşılıqlı təsir.

- Girişlər: İstifadəçi əmrləri və verilənlər.

- Çıxışlar: Emal olunmuş məlumatlar və nəticələr.

- Sistem Hüdudları: Kompüterin fiziki hüdudları və onun şəbəkə bağlantıları.

## 4. Sistemin elementləri arasında əlaqənin növləri

Sistemli analizin əsas anlayışlarından biri **sistem** anlayışıdır. **Sistem** dedikdə, qarşılıqlı əlaqədə olan sonlu sayda elementlərdən təşkil olunmuş və bu elementləri eyni texnoloji prosesdə birləşmiş ətraf mühitlə əlaqəli obyekt başa düşülür. **Element** - baxılan texnoloji prosesdə şərti olaraq bütöv, tam götürülən vahid hissələrə deyilir. Elementlər və onlar arasındakı əlaqələr çoxluğu **sistemin strukturunu** müəyyən edir. Sistemin elementlərinin özləri aralasında əlaqələr mövcuddur.

Əlaqələr qarşılıqlı münasibətinə görə **birbaşa** və **əks əlaqəli**, yaranmasına görə isə **determinik** və **ehtimallı** olur.

* **Birbaşa əlaqədə** əsas proses istiqamətində əlaqə bir elementdən digərinə ötürülür. Məsələn, bir otağın temperaturunu tənzimləyən bir termostatın, otağın temperaturunu müəyyən bir səviyyədə saxlamaq üçün istiliyi açması və ya söndürməsi birbaşa əlaqədədir.
* **Əks əlaqə** idarəedici təsirlər nəticəsində sistemin vəziyyətini müəyyən edən xüsusi funksiya vasitəsi ilə həyata keçirilir. Məsələn, iki fərqli marketinq şirkəti, eyni məhsulu satmağa çalışdıqları üçün bir-birinə əks təsir göstərirlər. Bir şirkət daha yüksək reklam gəliri xərcləyir, buna görə də digər şirkətin məhsulunu bazar payında məhdudlaşdırır.
* **Determinik əlaqə**, səbəb və nəticəni birqiymətli müəyyən edir, elementlər arasında dəqiq əlaqə formulu verir. Məsələn, bir avtomobilin motorunun işə salınması üçün qısa dövrə düyməsinə basılması deterministik əlaqədir. Hər dəfə eyni dəyişikliyə eyni cavab verir.
* **Ehtimallı əlaqə**  sistemin elementləri arasında aralıq mərhələli və ya qeyri-müəyyən əlaqələr olduqda müəyyən edilir. Məsələn, bir marketinq kampaniyasının effektivliyi müxtəlif müştəri qruplarının fərqli reksiyalarına əsaslanır. Hər bir müştəri qrupunun kampaniyaya cavabı ehtimallar əsasında dəyişə bilər.

## 5. Riyazi model, kompüter modeli və sistemli təhlil anlayışları

Riyazi model, kompüter modeli və sistemli təhlil anlayışları, mühəndislik, elmi tədqiqat, idarəetmə və digər sahələrdə kompleks sistemlərin analizində və modelləşdirmədə istifadə olunan müxtəlif yanaşmalardır. Hər biri özünəməxsus məqsədləri və tətbiq sahələri ilə fərqlənir:

1. Riyazi Model - bir problemin və ya sistemlərin davranışını təsvir edən və ya proqnozlaşdıran riyazi formulalar və əlaqələr sistemidir. Riyazi modellər geniş spektrumda məsələləri təsvir etmək üçün istifadə olunur, habelə fizika, mühəndislik, biologiya, iqtisadiyyat və digər sahələrdə, müxtəlif həcmi və səviyyəsində.

Əsas məqsədləri:

- Sistemlərin davranışını anlamaq və təhlil etmək.

- Mühitdə proqnozlaşdırma və düzgün qərarlar vermək.

- Tədqiqat və təhlil üçün ümumi alətlər təmin etmək.

2. Kompüter Modeli - proqram təminatı və ya kompüter proqramları vasitəsilə yaradılan bir riyazi modeldir. Bu modellər müxtəlif məlumatlarla təmin olunur və mühərriklər, alqoritmlər, simulyasiya tətbiqləri ilə model təsvir edilir.

Əsas məqsədləri:

- Hesablama gücündən istifadə edərək kompleks sistemləri təhlil etmək.

- Tədqiqat və proqnozlaşdırma üçün nəzəri modellər yaratmaq.

- Mühərriklər və simulyasiya vasitəsilə fəaliyyətin proqramının təhlili.

3. Sistemli Təhlil - kompleks sistemlərin strukturu və funksiyasını anlamaq üçün sistemlərin komponentlərini və onların qarşılıqlı əlaqələrini təhlil edən strateji və tədqiqat yanaşmasıdır. Bu, sistem mühəndisliyi, sistem dinamikası, idarəetmə tədqiqatları, habelə sosial və iqtisadi sistemlər kimi müxtəlif sahələrdə tətbiq olunur.

Əsas məqsədləri:

- Sistem strukturu və funksiyasını təhlil etmək.

- Sistem dinamikasını və mənalı məlumat axınını anlamaq.

- Sistem mədəniyyəti və təşkilat strukturlarında inkişaf etmək üçün effektiv dəyişikliklər.

## 6. Yaxşı strukturlaşmış problemlərin həlli prinsipləri

Bu sinif məsələlərin həlli üçün əməliyyatların tədqiqi metodlarından istifadə edilir. Əsas mərhələləri:

* Məqsədə çatmaq üçün əsas strategiya müəyyən edilir.
* Riyazi model qurulur.
* Həlllərin effektivliyi yoxlanılır.
* Optimal strategiya tapılır

Riyazi model : E = f(x∈x→, {α}, {β}) ⇒ extr

Е — əməliyyatın effektivlik kriteriyası;

x — tərəflərin strategiyası ;

α — əməliyyatların aparılması şərtləri;

β — xarici mühit şərtləri

Yaxşı strukturlaşmış problemlərin həlli, mühit və problemin özünə bağlı olaraq müxtəlif prinsiplərlə əhatə olunur. Effektiv bir şəkildə problemin həlli üçün aşağıdakı prinsiplər vacibdir:

1. Problem Təyinatı və Müəyyən Edilməsi: Problem açıq və aydın bir şəkildə təyin edilməlidir. Onun məzmunu, məqsədi və məhdudiyyətləri dəqiq şəkildə ifadə edilməlidir. Həllindən nə nəticələr gözlənilir və hansı məqsədləri təmin etmək lazımdır?

2. Analiz və Tədqiqat: Problemin həllinə dair məlumatlar mümkün qədər ətraflı şəkildə toplanmalıdır. Toplanan məlumatlar sistematik olaraq təhlil edilməli və problemin əsas səbəbləri, dəyərli məlumatlar və ehtimal olunan həll yolları müəyyənləşdirilməlidir.

3. Həll Strategiyası Seçimi: Mümkün olan bütün həll yolları aydın şəkildə müzakirə olunmalı və qiymətləndirilməlidir. Həll yolları prioritetləndirilməli və ən effektiv olanı seçilməlidir.

4. Həllin Planlaşdırılması və İcra Edilməsi: Həll yolu üzrə dəqiq və aydın bir plan hazırlanmalıdır. Hər bir addım və mərhələlərin müddəti müəyyən edilməlidir. Plan həyata keçirilməlidir və həll yolu adım-adım icra olunmalıdır.

5. Tədqiqatın Təkrarlanması və Öyrənmə: Əgər nəticələr məqsədlərə nail olmadısa, problemin yenidən təhlil edilməsi və alternativ həll yollarının gözlənilməsi lazımdır. Əvvəlki təcrübələrə əsaslanmaq və həll prosesindən öyrənmək üçün müdafiə olunmalıdır.

## 7. Strukturlaşmamış problemlərin həlli prinsipləri

Strukturlaşmamış problemlər, açıq və aydın olmayan, həlli üçün müəyyən bir yolu olmayan və ya mürəkkəblik dərəcəsi yüksək olan problemlərdir. Bu sinif məsələlərin həlli üçün **ekspert qiymətləndirmə**  metodlarından istifadə edilir. Ekspert qiymətləndirmə metodları birbaşa modellər qurmaq mümkün olmadıqda tətbiq edilir. Evristik yanaşma ilə riyazi-statistik metodlardan istifadə edilir. Ekspert qiymətləndirmədə həllin alınmasının əsas mərhələləri :

* Ekspertizanın məqsədi müəyyən edilir;
* Mütəxəsis-analitiklər müəyyən edilir
* Ekspert qrupu müəyyən edilir
* Ekspertiza prosedur və senarisi müəyyən edilir
* Ekspert informasiya yığılır və analiz edilir;
* Ekspert informasiya işlənilir;
* Ekspertiza nəticələri analiz edilir və qərar qəbul edilir..

Ekspert qiymətləndirmə aşağıdakı hallarda tətbiq edilir :

* Elmi tədqiqat mövzusunu və məqsədini seçəndə
* Mürəkkəb texniki, sosial-iqtisadi layihə və proqramların variantlarını seçəndə
* Mürəkkəb obyektlərin modellərinin qurulmaı və analizində
* Məhsulun və yeni texnikanın keyfiyyətinin qiymətləndirilməsində
* İstehsalın idarəedilməsi məsələlərində qərar qəbuletmədə
* Elmi-texniki və iqtisadi proqnozlaşdırmada

## 8. Zəif strukturlaşmış problemlərin həlli prinsipləri

Zəif strukturlaşmış problemlər, açıq və aydın olmayan, həlli çətin və qeyri-müəyyənliklə əlaqəli problemlərdir. Bu sinif məsələlərin həlli üçün **sistemli analiz** metodlarından istifadə edilir. Bu üsullu məsələlər bu xüsusiyyətlərə malik olmalıdır :

* Qəbul edilən qərar gələcəyə aiddir
* Alternativlərin geniş diapazonu mövcuddur
* Həll texnoloji nailiyyətlərin natamam olmasından asılıdır.
* Qəbul edilən qərar böyük həcmli resurslar tələb edir və risk elementlərinə malikdir
* Problemin həllinə sərf edilən vəsaitə və vaxta tələblər tamamilə müəyyən edilməmişdir
* Sistemdaxili problemlər müxtəlif resursların kombinasiyasını tələb etdiyindən daha mürəkkəbdir.

## 9. Sistemli analizin əsas konsepsiyası

Sistemli analizin əsas konsepsiyası, kompleks problemləri və sistemləri anlamaq və həll etmək üçün tətbiq olunan bəzi əsas addımlardan ibarətdir. Bu addımlar ümumiləşdirilmiş və sistemli bir yanaşmadır və müxtəlif sahələrdə tətbiq oluna bilər. Əsas konsepsiyanın addımlarını aşağıda ətraflı şəkildə izah edirəm:

1. Problemin qoyuluşu: Əvvəlcə, həll edilməsi tələb olunan məsələnin aydın şəkildə qoyulması və təyin edilməsi vacibdir. Məsələnin məzmunu, həll edilməsi tələb olunan səbəblər və digər mühüm parametrlər daxilində məlumat toplanır.

2. Məqsədin müəyyən edilməsi: Həll prosesindən gözlənilən nəticələr və məqsədlər dəqiq şəkildə müəyyənləşdirilməlidir. Məqsəd, həll prosesində yön göstərir və qərar verilməsi zamanı nəticələrin qiymətləndirilməsini və müzakirə olunmasını idarə edir.

3. Alternativlərin təyini: Mümkün olan həll yolları və alternativlər müzakirə olunmalıdır. İstifadə olunan metod və modelə əsasən, ən yaxşı və müstəqil həll yolu təyin edilir.

4. Ehtiyatların tədqiqi: Ətraflı məlumat toplanmalı və mümkün olan ehtimallar nəzərə alınmalıdır. Bu addım, sistemin daxilində mümkün olan dəyişiklikləri və ehtimal olunan nəticələri anlamağa kömək edir.

5. Modelin qurulması: Problem üçün riyazi və ya kompüter modelləri qurulur. Bu modellər problemin strukturu və dinamikasını təsvir edir və alternativ həll yollarını müzakirə etmək üçün istifadə olunur.

6. Alternativlərin qiymətləndirilməsi: Mümkün olan həll yolları qiymətləndirilir və qarşılaşdırılır. Həll yollarının effektivliyi, əlverişliliyi və digər kriterlər əsasında təhlil edilir.

7. Qərar qəbul etmə: Həll yolu seçilməsi və qərarın qəbul edilməsi mərhələsidir. Məqsəd və alternativlər dəqiq şəkildə qiymətləndirildikdən sonra, ən yaxşı həll yolu seçilməlidir.

8. Həssaslığın analizi: Seçilmiş həll yolu üzərində həssaslıq analizi aparılmalıdır. Bu, sistemin dəyişikliklərə və dəyişikliklərə olan reksiyasını anlamaq və potensial riskləri qiymətləndirmək üçün lazımdır.

9. Giriş məlumatların analizi: Əvvəlcədən qəbul edilmiş giriş məlumatlarının müzakirəsi və təhlili.

10. Son məqsədin dəqiqləşdirilməsi: Qəbul edilmiş qərarlar və məqsədlər bütün tərəflər tərəfindən dəqiq şəkildə anlaşılmalı və qeyd olunmalıdır.

11. Yeni alternativin axtarışı: Təhlil mərhələsində yeni məlumatlar və ehtimallar yaradılır. Bu, məsələnin yanaşmasını, həll yolunu və modeli dəyişdirmək üçün kömək olur.

12. Kriteriyaların və resursların analizi: Problemə və həll yoluna aid bütün kriteriyalar, resurslar və məhdudiyyətlər təhlil edilməlidir.

## 10. Sistemli analizin metodları

Sistemli analizin çeşitli metodları, fərqli sahələrdə və problemlərin müxtəlif aspektlərində tətbiq olunur. Hər bir metodun özünəməxsus məqsədi və tətbiq sahələri var. İşarələnmiş metodları və onların təsviri aşağıda verilmişdir:

1. Senarilər Metodu: Bu metod, müxtəlif hadisələrin müxtəlif senarilərlə təsvir edilməsi ilə məsələləri müzakirə edir. Hər bir senari müxtəlif gedişatların və nəticələrin müşahidə olunmasına imkan verir.

2. Məqsədlər Ağacı Metodu: Məqsədlər ağacı, məqsədlərin iyerarxik strukturu kimi təsvir olunan və həll prosesinin məqsədlərə necə çatdığını göstərən bir metoddur.

3. Morfoloji Analiz Metodu: Morfoloji analiz, problemin həllinə gedən müxtəlif tədqiqat və inkişaf yolunu təşkil edən alternativ komponentləri və əlaqələri müzakirə edir.

4. Ekspert Qiymətləndirmə Metodu: Bu metod, sahəyə məharətli şəxslərin fikirlərini və qiymətləndirmələrini istifadə edir və həll yollarının qiymətləndirilməsindən istifadə olunur.

5. Ehtimal-Statistik Metodlar (KXN, Oyunlar Nəzəriyyəsi): Ehtimal-Statistik metodlar, ehtimallar və oyun nəzəriyyəsi kimi analitik vasitələrlə həll yollarını qiymətləndirməyə və problemləri modelləməyə kömək edir.

6. Kibernetik Metodlar (Qara yeşik): Kibernetik metodlar, məlumat və enerji axarları ilə bağlı modellər vasitəsi ilə sistemlərin təhlilinə kömək edir.

7. ƏT Metodları(əsas texniki): ƏT metodları, texniki əsasın yerinə yetirilməsində problemlərin həllinə yönəlib.

8. Vektor Optimallaşdırma Metodu: Bu metod, müxtəlif məqsədlər arasında optimal variantı tapmaq üçün vektorlərin optimallaşdırılması ilə bağlıdır.

9. İmitasiya Modelləşdirmə Metodu: Bu metod, mövcud sistemlərin davranışının təqdim edilməsində imitasiya və modeləşdirmə proseslərindən istifadə edir.

10. Şəbəkə Metodları: Şəbəkə metodları, kompleks şəbəkələrin analizi və optimallaşdırılması üçün istifadə olunur.

11. Matris Metodları: Matris metodları, məlumatları təşkil etmək, tədqiqat etmək və qiymətləndirmək üçün matris strukturlarını istifadə edir.

12. İqtisadi Analiz Metodları: İqtisadi analiz metodları, iqtisadi proseslərin və hərəkətlərin analizində istifadə olunur.

## 11. Sistemin modelləşdirmə növləri

Məhsulun və ya elementin parametrlərinin hesablanmış qiymətlərinin dəyişdirilməsi vasitəsi ilə məhsulun istehsalı əməliyyatlarının yerinə yetirilməsinin imitasiya edilməsinə istehsal prosesinin modelləşdirilməsi deyilir. Model və rel sistem arasında element səviyyəsində uyğunluq olarsa belə model **izomorf** model (formasına görə rel sistemə uyğun) adlanır. Əgər modelin müəyyən elementləri ilə rel sistemin bütöv hissələri arasında uyğunluq varsa, ancaq element səviyyəsində bu uyğunluq mövcud deyilsə belə modelə **homomorf** model deyilir. Aviamodellər, avtomodellər, poliqonlar, maketlər və s. maddi modellər və ya sadəcə maket adlanır. Simvolik modellərdəobyekt və ya proseslərin qeydi, təsviri və tədqiqi bu və ya digər xüsusi simvollar vasitəsi ilə verilir. Simvolik modellər linqvistik -sözlü-aydınlaşdırıcı (texniki tapşırıqlar, layihə və hesabatlar, məsələlərin qoyuluşlarının sözlərlə ifadəsi və s.) və riyazi modellərə bölünür.

* Tədqiq edilən prosesin əsas xarakteristikalarını ifadə edən məntiqi və riyazi asılılıqların kompleksinə riyazi model deyilir.
* Riyazi modellərin analitik və imitasiya modelləri kimi iki növü var.
* Analitik modellərdə mürəkkəb sistemin elementlərinin fəaliyyəti funksional münasibətlər (cəbri, inteqro-diferensial, sonlu fərqlər və s.) və ya məntiqi münasibətlər vasitəsi ilə verilir.
* İmitasiya modellərdə texniki sistemin cari vəziyyəti müəyyən zaman intervalında verilir. Analitik modellərdən fərqli olaraq imitasiya modellərindəprosesin relizasiyası giriş təsirlər ədədlər çoxluğu vasitəsi ilə verilir.

Modellər aşağıdakı tələbləri ödəməlidir:

* Model aydın olmalıdır;
* Əsas xüsusiyyətlər və münasibətlər başa düşülən olmalıdır;
* Model tədqiq edilməsi və istifadə üçün yararlı və sadə olmalıdır;
* Model ilkin orjinalın xüsusiyyətlərini özündə saxlamalı və obyekt haqqında yeni informasiya verməlidir.

Modelləşdirmə prosesinin əsas hissələri :

* Modelin qurulması;
* Modelin tədqiqi;
* Modeldən istifadə.

Modelin xüsusiyyətləri:

* Sonlu olmaq: model orginalın yalnız sonlu sayda münasibətlərini ifadə edə bilər
* Sadəlik: model obyektin yalnız əhəmiyyətli tərəflərini ifadə edir;
* Təqribilik: model orginalın ya təqribi yaxud kobud ifadəsi olur.

Modelləşdirmədə əsas hissələr aşağıdakı mərhələlərlə həyata keçirilir:

1. İnformasiyanın toplanması: Bu mərhələdə obyekt tədqiq olunur, hipotezlər irəli sürülür, ilkin nəticələr analiz edilir;
2. Modelin strukturu və tərkibi müəyyən edilir;
3. Xüsusi ilkin modelin qurulması: Bu mərhələdə model hissələrə bölünərək yoxlanılır və bütövlükdə sintez edilir, əgər tələb olunursa parametrlərin identifikasiyası həyata keçirilir;
4. Modelin tədqiqi: Tədqiqat üsulu seçilir və modelləşdirmə alqoritmi yaradılır;
5. Adekvatlığın tədqiqi: Modelin ilkin verilənlərə hissiyyatı və dayanıqlığı araşdırılır;
6. Modelləşdirmə vasitələri qiymətləndirilir;
7. Modelləşdirmənin nəticələri analiz edilir və aydınlaşdırılır (interpretasiya edilir). Bu mərhələdə tədqiq edilən sistemdə bəzi səbəb-nəticə əlaqələri müəyyən edilir;
8. Hesabat və layihə həllərinin hazırlanması;
9. Modelin dəqiqləşdirilməsi və modifikasiya (təkmilləşdirilməsi) mərhələsi: Bu mərhələ qurulmuş model vasitəsi ilə tədqiq edilən sistemə yeni yanaşmaları mümkün edir.

Modelin riyazi ifadəsinin qurulması tədqiq edilən obyekti xarakterizə edən prosesin riyazi münasibətlər vasitəsi ilə yazılışı və parametrlər arasında əlaqələrin sərhəd və başlanğıc şərtlə ilə müəyyən edilməsidir. Riyazi ifadə kütlə və enerji balansları və prosesin xarakterik xüsusiyyətlərini və keçid proseslərini müəyyən edən fiziki qanunlar vasitəsi ilə (məs. Kirxof qanunu, Furye qanunu vəs. Enerjinin və kütlənin saxlanılması qanunu və s.) qurulur.

Mürəkkəb texnoloji proseslərin riyazi modellərinin qurulmasında aşağıdakı hallar ola bilər:

* Modelləşdirilən sistem kifayət qədər yaxşı öyrənilib, nəticədə modeldən istifadə edərək müəyyən riyazi ifadələri analitik şəkildə yazmaq olur.

## 12. Sistemin funksional təsvirinin qrafik üsulları

Sistemin təsviri uç istiqamətdə aparıla bilər:

* funksional,
* morfoloji
* Informativ

Funksional təsvir aşağıdakı kimi ola bilər :

* Alqoritmik
* Analitik
* Qrafiki
* Cədvəl
* Fəaliyyət diaqramı ilə
* Verbal sözlü

Sistemlərin funksional təsviri üçün istifadə olunan qrafik üsullar, sistemlərin və onların funksionallaşmasının anlaşılması üçün təşkil edilir. İstifadə olunan əsas qrafik üsullar aşağıdakı kimi olur:

1. Sistemin Funksiya Ağacı: Sistemin funksiya ağacı, sistemin məqsəd funksiyasından başlayaraq daha ətraflı funksiyaların və onların hierarxik qrafik təsvirini göstərir. Bu, sistemin əsas və əlavə funksiyalarının quruluşunu və əlaqələrini nümayiş etdirmək üçün istifadə olunur.

2. IDEF0 Funksional Modelləşdirmə Standartı: IDEF0 (Integrated DEFinition for Function Modelling) standartı, kompleks sistemlərin funksional modelini təsvir etmək üçün inkişaf etdirilmiş bir standartdır. Bu standart, mürəkkəb sistemlərin funksionallaşmasını, əlaqələrini və proseslərini qrafik və simvolik olaraq təsvir etmək üçün istifadə olunur.

## 13. Nəzəri məsələlərin sistemli təhlili

Nəzəri məsələlərin sistemli təhlili, kompleks problemləri və sistemləri anlamaq və həll etmək üçün sistemli yanaşmanın tətbiq edilməsini tələb edir. Bu təhlil prosesi, müxtəlif mərhələlərdən ibarət olur və problemi dərinləşdirmək, həll yollarını müzakirə etmək və ən effektiv yolu seçmək üçün bir çatışmazlıq mövcuddur. Nəzəri məsələlərin sistemli təhlili aşağıdakı elementləri daxil edir:

1. Problemin Təyinatı və Tədqiqatı: Müəyyən bir məsələnin dəqiq şəkildə tanımlanması, məlumat toplanması və məlumatlar arasında əlaqələrin müəyyənləşdirilməsi.

2. Sistem Analizi: Problemi təşkil edən bütün elementlərin və onların arasındakı əlaqələrin sistematik təhlili. Bu mərhələdə sistem modelləşdirmə, funksional və qrafik təsvir, vəziyyət analizi kimi yanaşmalar istifadə olunur.

3. Alternativlərin Qiymətləndirilməsi: Mümkün olan həll yollarının və ya çətinliklərin qiymətləndirilməsi və qarşılaşdırılması. Bu addımda, hər bir alternativin avantajları və məhdudiyyətləri dəqiqləşdirilməlidir.

4. Optimal Həllin Tapılması: Qiymətləndirmə mərhələsindən sonra, ən effektiv və mümkün olan ən yaxşı həll yolu seçilməlidir.

5. Həllin Tətbiqi və İzlənməsi: Seçilmiş həll yolu əsasında tətbiq olunur və nəticələrin izlənməsi, dəyişikliklərin edilməsi üçün qaydaların təyin edilməsi.

## 14. Sistemlər nəzəriyyəsinin əsasları

Sistemlər nəzəriyyəsi, müxtəlif sahələrdə - həm mühəndislikdə, həm iqtisadiyyatda, həm də sosial elmlərdə tətbiq olunan və kompleks sistemlərin təhlili və idarə edilməsinə kömək edən bir analitik yanaşmadır. Bu nəzəriyyə, sistemlərin bütövlükdə dəyərləndirilməsini və onların təşkilatı, funksionallaşması, və əlaqələrini anlamağı hədəfləyir.

1. Bütövlük (Integrity): Sistemlər nəzəriyyəsinin əsas mənbəyi bütövlükdür. Bu prinsip, bir sistemi, onun bütün hissələri və bu hissələr arasındakı əlaqələri birləşmiş və qəbul edilmiş bir bütün kimi anlamaq və dəyərləndirmək mənasını daşıyır.

2. Struktur və Funksionallıq: Sistemlər nəzəriyyəsi, bir sistemin quruluşunu (struktur) və onun necə işlədiyini (funksionallıq) anlamağı tələb edir. Struktur, sistemin hissələri, onların münasibətləri və bu hissələrin funksionalları barədə məlumatlarla təsvir edilir. Funksionallıq isə, sistemin nəyə, necə və nə vaxt reksiya verdiyini və nəticələr yaratdığını izah edir.

3. Əlaqələr və İdarəetmə: Sistemlər nəzəriyyəsi, sistemin hissələri arasında mövcud olan əlaqələri anlamaq və idarə etmək üçün tətbiq olunan metodlardan istifadə edir. Bu əlaqələr, təkrarlanan dövrlər, geri bildiriş mexanizmləri, vəziyyət nəzarəti kimi prosesləri daxil edir.

4. Müəyyənliyin və Dəqiqliyin Artırılması: Sistemlər nəzəriyyəsi, müəyyənliyin (certainty) artırılması üçün tətbiq olunan alətlər və metodlar təmin edir. Bu, sistemin davranışını modeldə təqdim etmək, proqnozlaşdırma və simulasiya yolu ilə nəticələri qiymətləndirmək kimi prosesləri əhatə edir.

5. Dinamizm və Adaptasiya: Sistemlər nəzəriyyəsi, sistemlərin dinamik təbiətini və onların müxtəlif mühitlərə cavab vermə qabiliyyətini anlamaq və təhlil etmək məqsədini dəyişdir. Bu prinsip, sistemlərdə daxili dəyişikliklər etmək və onları mümkün olan ən yaxşı şəkildə əmələ gətirmək mənasını daşıyır.

6. Müxtəlif Sahələrdə Tətbiq: Sistemlər nəzəriyyəsi, mühəndislik, iqtisadiyyat, tədqiqat və digər sahələrdə geniş şəkildə tətbiq olunur. Bu nəzəriyyə, müxtəlif sahələrdə kompleks məsələləri həll etmək və sistemin təsirini anlamaq üçün universal bir alət kimi fəaliyyət göstərir.

## 15. Funksional modellərin yaradılması

Funksional model, bir sistemin fəaliyyətini və funksiyalarını göstərən bir təsvir vasitəsidir. Bu model, sistemin müxtəlif komponentlərinin nə etdiyini, bu komponentlər arasındakı əlaqələri və ümumilikdə sistemin necə işlədiyini göstərir. Funksional modellər, sistemin iş proseslərinin təhlili, dizaynı və inkişafı zamanı mühüm rol oynayır və əsasən aşağıdakı məqsədlər üçün istifadə olunur:

- Sistemin fəaliyyətini anlamaq və təsvir etmək: Funksional model, sistemin iş proseslərini vizual şəkildə təsvir edərək onun fəaliyyətini anlamağa kömək edir.

- Dizayn və inkişaf: Yeni sistemlərin dizaynı və mövcud sistemlərin inkişafı zamanı funksional modellər, proseslərin necə işlədiyini və necə işləməli olduğunu göstərir.

- Kommunikasiya: Funksional model, komanda üzvləri arasında və ya müştərilər arasında anlaşmanı asanlaşdırır.

- Problemlərin müəyyən edilməsi və həlli: Funksional modellər, sistemdəki problemləri aşkar etməyə və onları həll etməyə kömək edir.

Funksional Modelin Yaradılması bir neçə əsas mərhələdən ibarətdir:

1. Tələblərin Toplanması və Təhlili: İlk mərhələ, sistemin tələblərini və məqsədlərini anlamaq üçün bütün lazımi məlumatları toplamaqdan ibarətdir. Bu, istifadəçilər və digər maraqlı tərəflərlə müsahibələr, mövcud sənədlərin nəzərdən keçirilməsi və iş proseslərinin müşahidəsi yolu ilə həyata keçirilir.

2. Sistemin Ümumi Təsviri və Konsepsiyası: Sistemin əsas funksiyaları və bu funksiyalar arasındakı əlaqələr müəyyənləşdirilir. Bu mərhələdə, sistemin ümumi strukturu və məqsədləri ilə bağlı ilkin anlayış formalaşdırılır.

3. Detallı Funksional Təsvirin Hazırlanması: Hər bir funksiyanın necə işlədiyini və sistem daxilində necə əlaqələndiyini ətraflı şəkildə təsvir edin. Bu mərhələdə, proseslərin, məlumat axınlarının və qarşılıqlı əlaqələrin detallı təsviri hazırlanır.

4. Qrafik Təsvirin Hazırlanması: Funksional modelin qrafik təsviri hazırlanır. Bu təsvir, sistemin fəaliyyətini vizual şəkildə göstərir. Burada müxtəlif qrafik üsullardan istifadə olunur, məsələn:

* + Axın diaqramları: Proseslərin və məlumat axınlarının təsviri.
  + Data Flow Diagrams (DFD): Məlumatların necə axdığını və işlədiyini göstərən diaqramlar.
  + Use Case Diagrams: Sistem istifadəçilərinin sistemlə necə qarşılıqlı əlaqədə olduğunu göstərən diaqramlar.

5. Modelin Nəzərdən Keçirilməsi və Təkmilləşdirilməsi: Hazırlanmış model tes edənlərlə müzakirə olunur və onların rəyləri əsasında təkmilləşdirilir. Bu mərhələ, modelin doğruluğunu və tamlığını təmin etmək üçün vacibdir.

6. Modelin Sənədləşdirilməsi və Təsdiqi: Son mərhələdə, funksional model sənədləşdirilir və rəsmi olaraq təsdiq olunur. Bu sənəd, gələcək inkişaf prosesləri və sistem dəyişiklikləri üçün əsas qaynaq kimi istifadə olunur.

## 16. Strukturlaşdırılmamış problemlərin həll prinsipləri

Strukturlaşmamış problemlər, açıq və aydın olmayan, həlli üçün müəyyən bir yolu olmayan və ya mürəkkəblik dərəcəsi yüksək olan problemlərdir. Bu sinif məsələlərin həlli üçün **ekspert qiymətləndirmə**  metodlarından istifadə edilir. Ekspert qiymətləndirmə metodları birbaşa modellər qurmaq mümkün olmadıqda tətbiq edilir. Evristik yanaşma ilə riyazi-statistik metodlardan istifadə edilir. Ekspert qiymətləndirmədə həllin alınmasının əsas mərhələləri :

* Ekspertizanın məqsədi müəyyən edilir;
* Mütəxəsis-analitiklər müəyyən edilir
* Ekspert qrupu müəyyən edilir
* Ekspertiza prosedur və senarisi müəyyən edilir
* Ekspert informasiya yığılır və analiz edilir;
* Ekspert informasiya işlənilir;
* Ekspertiza nəticələri analiz edilir və qərar qəbul edilir..

Ekspert qiymətləndirmə aşağıdakı hallarda tətbiq edilir :

* Elmi tədqiqat mövzusunu və məqsədini seçəndə
* Mürəkkəb texniki, sosial-iqtisadi layihə və proqramların variantlarını seçəndə
* Mürəkkəb obyektlərin modellərinin qurulmaı və analizində
* Məhsulun və yeni texnikanın keyfiyyətinin qiymətləndirilməsində
* İstehsalın idarəedilməsi məsələlərində qərar qəbuletmədə
* Elmi-texniki və iqtisadi proqnozlaşdırmada

## 17. Cüt-cüt və ardıcıl müqayisə metodları

Cüt-cüt və ardıcıl müqayisə metodları, qərar qəbul etmə prosesində və çox meyarlı qərarların qiymətləndirilməsində istifadə olunan iki əsas metoddur. Hər iki metod, müxtəlif variantları və ya meyarları müqayisə edərək onların nisbi əhəmiyyətini və üstünlüyünü müəyyən etmək üçün tətbiq olunur.

**Cüt-Cüt Müqayisə Metodu (Pairwise Comparison Method)** - bir sıra variantları və ya meyarları bir-birinə nisbətən müqayisə edərək, onların nisbi üstünlüyünü müəyyən etmək üçün istifadə olunur. Bu metod, xüsusilə Analitik İyerarxiya Prosesi (AHP) kimi qərar dəstəkləmə metodlarında geniş istifadə olunur.

Mərhələlər:

1. Variantların/Meyarların Seçilməsi: Qiymətləndiriləcək variantlar və ya meyarlar müəyyənləşdirilir.

2. Cüt-Cüt Müqayisələrin Edilməsi: Hər bir variant/meyar digər bütün variantlarla/meyarlarla cüt-cüt müqayisə edilir. Bu müqayisələr, adətən bir matrisdə təşkil edilir.

3. Nisbi Əhəmiyyətin Təyini: Hər bir cütlük üçün nisbi əhəmiyyət qiyməti təyin edilir. Bu qiymət, tez-tez 1-dən 9-a qədər olan şkala üzərində müəyyən edilir, burada 1 bərabər əhəmiyyət, 9 isə bir variantın digərinə nisbətən çox daha üstün olduğunu göstərir.

4. Prioritetlərin Hesablanması: Müqayisə matrisindən istifadə edərək, hər bir variant/meyar üçün nisbi prioritetlər hesablanır. Bu, matrisin normalizasiyası və orta qiymətlərin hesablanması yolu ilə həyata keçirilir.

5. Nəticələrin Yekunlaşdırılması: Əldə olunan prioritetlər əsasən variantlar və ya meyarlar sıralanır və qərar qəbul etmə prosesinə daxil edilir.

Üstünlükləri:

- Sadə və aydın bir metod olduğu üçün tətbiqi asandır.

- Müxtəlif variantların/meyarların nisbi üstünlüyünü asanlıqla müəyyən etməyə imkan verir.

Məhdudiyyətləri:

- Böyük sayda variant/meyar üçün çox sayda müqayisə tələb olunur ki, bu da prosesi vaxt aparıcı edə bilər.

- Subyektiv qiymətləndirmələrin doğruluğundan asılıdır.

**Ardıcıl Müqayisə Metodu (Sequential Comparison Method)** - variantları və ya meyarları addım-addım müqayisə edərək ən yaxşı variantı müəyyən etmək üçün istifadə olunur. Bu metod, adətən daha sadə və daha sürətli qərar qəbul etmə prosesi tələb olunan hallarda tətbiq olunur.

Mərhələlər:

1. Variantların/Meyarların Siyahısının Hazırlanması: Qiymətləndiriləcək variantlar və ya meyarlar siyahıya alınır.

2. İlk İki Variantın/Meyarın Müqayisə Edilməsi: Siyahıdakı ilk iki variant/meyar müqayisə edilir və üstün olan seçilir.

3. Növbəti Variantın/Meyarın Müqayisə Edilməsi: Seçilmiş variant/meyar növbəti variant/meyar ilə müqayisə edilir. Bu proses, bütün variantlar/meyarlar müqayisə edilənə qədər davam edir.

4. Son Variantın/Meyarın Seçilməsi: Sonuncu mərhələdə ən üstün variant/meyar seçilir.

Üstünlükləri:

- Sadə və sürətli bir metoddur.

- Kiçik miqyaslı problemlər üçün effektivdir.

Məhdudiyyətləri:

- Böyük sayda variant/meyar üçün uyğun deyil, çünki addım-addım müqayisələr nəticəsində bəzi variantlar/meyarlar nəzərdən qaçırıla bilər.

- Subyektiv qiymətləndirmələrə həssasdır və bu, nəticələrin etibarlılığını təsir edə bilər.

## 18. Ekspert qiymətləndirmə metodlarının ümumi xarakteristikası və sinifləri

Ekspert qiymətləndirmə metodları, kompleks problemlərin həllində və qərar qəbul etmə proseslərində sahə üzrə mütəxəssislərin bilik və təcrübələrindən istifadə etməyi hədəfləyən metodlardır. Bu metodlar, müəyyən məsələlər və ya problemlər barədə daha ətraflı məlumat əldə etmək və əsaslandırılmış qərarlar qəbul etmək üçün ekspertlərin rəylərini və qiymətləndirmələrini sistematik şəkildə toplamağa və təhlil etməyə imkan verir.

Ekspert Qiymətləndirmə Metodlarının Ümumi Xarakteristikası

1. Məlumat Toplama: Ekspert qiymətləndirmə metodları, sahə üzrə mütəxəssislərdən məlumat və rəy toplamağa yönəldilir.

2. Analiz və Sintez: Toplanmış məlumatlar təhlil edilir və sintez olunur, nəticədə müxtəlif perspektivlərdən dəyərləndirmələr əldə edilir.

3. Subyektivlik: Ekspert qiymətləndirmələri subyektiv xarakter daşıyır, çünki onlar ekspertlərin şəxsi təcrübə və biliklərinə əsaslanır.

4. Dəqiqlik və Etibarlılıq: Ekspertlərin sayı və keyfiyyəti, qiymətləndirmələrin dəqiqliyini və etibarlılığını təsir edir.

5. Tətbiq Sahələri: Ekspert qiymətləndirmə metodları, mühəndislik, iqtisadiyyat, səhiyyə, texnologiya və digər sahələrdə geniş şəkildə tətbiq olunur.

Ekspert Qiymətləndirmə Metodları bir neçə sinifə bölünür:

1. Fərdi Qiymətləndirmə Metodları:

* + Müsahibə: Ekspertlərlə birbaşa müsahibələr aparılaraq onların rəyləri və bilikləri toplanır.
  + Anketlər: Ekspertlərə anketlər göndərilərək onların qiymətləndirmələri və rəyləri yazılı olaraq toplanır.

2. Qrup Qiymətləndirmə Metodları:

- Delphi Metodu: Bir neçə turdan ibarət olan anonim sorğu prosesidir.

- Nominal Qrup Texnikası (NGT): Ekspertlərin bir araya gəlməsi və müzakirə etməsi yolu ilə qiymətləndirmə aparılır. Hər bir ekspert öz rəyini bildirir və sonda qrup tərəfindən nəticə əldə edilir.

- Beyin Fırtınası: Ekspertlər bir araya gələrək sərbəst şəkildə fikir və təkliflərini irəli sürür. Bu metod, yaradıcılıq və innovasiya təşviq etməyə yönəldilmişdir.

3. Kəmiyyət Qiymətləndirmə Metodları:

- Analitik İyerarxiya Prosesi (AHP): Ekspertlərdən cüt-cüt müqayisələr tələb olunur və bu müqayisələr əsasında variantların nisbi əhəmiyyəti hesablanır.

- Analitik Şəbəkə Prosesi (ANP): AHP-nin genişləndirilməsi olub, qarşılıqlı təsir edən faktorların qiymətləndirilməsini təmin edir.

4. Keyfiyyət Qiymətləndirmə Metodları:

- Fuzzy Delphi Metodu: Delphi metodunun fuzzy məntiq tətbiqi ilə genişləndirilməsidir və ekspertlərin qeyri-müəyyənliyini və subyektivliyini azaltmağa çalışır.

- Qrafik Metodlar: Ekspertlərin rəy və qiymətləndirmələrini qrafik şəkildə təsvir edərək analiz etməyi təmin edir.

Metodların Üstünlükləri və Məhdudiyyətləri

Üstünlüklər:

- Kompleks və qeyri-müəyyən problemlərin həllində istifadə olunur.

- Ekspertlərin bilik və təcrübələrindən geniş şəkildə faydalanmağa imkan verir.

- Fərqli perspektivləri bir araya gətirərək daha əsaslı qərarlar qəbul etməyə kömək edir.

Məhdudiyyətlər:

- Subyektivlik yüksəkdir və bu, nəticələrin dəqiqliyini təsir edə bilər.

- Ekspertlərin seçimi və sayı nəticələrin etibarlılığına təsir edir.

- Vaxt aparan və əmək sərf edən proses ola bilər, xüsusilə də genişmiqyaslı sorğular və analizlər tələb edildikdə.

## 19. Su anbarı modeli

Su anbarı modeli, su ehtiyatlarının idarə edilməsi və planlaşdırılması üçün istifadə olunan mühüm bir vasitədir. Bu model, su anbarlarının dizaynı, işleyişi və onların müxtəlif şəraitlərdə davranışını təhlil etməklə bağlı qərarlar qəbul etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Su Anbarı Modeli adətən, aşağıdakı əsas komponentləri və prosesləri əhatə edir:

1. Məqsədlərin və Tələblərin Müəyyən Edilməsi: Su anbarının hansı məqsədlər üçün istifadə olunacağı (məsələn, su təchizatı, enerji istehsalı, suvarma və ya daşqın nəzarəti) və bu məqsədlərə uyğun olaraq hansı tələblərin qarşılanacağı müəyyən edilir.

2. Su Anbarının Xüsusiyyətlərinin Təyini: Su anbarının fiziki xüsusiyyətləri (məsələn, tutumu, səth sahəsi, hündürlüyü) və hidravlik xüsusiyyətləri (məsələn, suyun axın sürəti, buxarlanma, infiltrasiyası) müəyyən edilir.

3. Giriş Məlumatlarının Toplanması: Su anbarı modelinin işləməsi üçün tələb olunan məlumatlar toplanır. Bu məlumatlar aşağıdakılardan ibarət ola bilər:

- Meteoroloji məlumatlar (yağış miqdarı, temperatur, buxarlanma).

- Hidroloji məlumatlar (çay axınları, su səviyyəsi, axın sürəti).

- Su ehtiyatları və istifadə məlumatları (su istifadəsi, suvarma tələbatı, su ehtiyatlarının istifadəsi).

4. Riyazi Modelin Qurulması: Su anbarının işini təsvir edən riyazi model qurulur. Bu model, su balansı tənliklərinə əsaslanır və suyun anbara girişi, saxlanması və çıxışı proseslərini nəzərə alır. Tipik su balansı tənliyi:

S(t+1) = S(t) + I(t) - O(t) - E(t)

burada:

- S(t): zamanın ( t ) anında anbardakı su həcmi.

- I(t): zamanın ( t ) anında anbara daxil olan su həcmi.

- O(t): zamanın ( t ) anında anbardan çıxan su həcmi.

- E(t): zamanın ( t ) anında buxarlanma və sızma səbəbi ilə itirilən su həcmi.

5. Modelin Simulyasiyası və Kalibrlənməsi: Riyazi model kompüter proqramı vasitəsilə simulyasiya edilir və real dünya məlumatlarına uyğun olaraq kalibrlənir. Kalibrləmə prosesində modelin proqnozlaşdırma dəqiqliyi artırılır.

6. Nəticələrin Analizi və Tətbiqi: Modelin nəticələri analiz edilir və su anbarının idarə olunması ilə bağlı qərarlar qəbul edilir. Bu nəticələr, su ehtiyatlarının optimallaşdırılması, risklərin idarə edilməsi və uzunmüddətli planlaşdırma üçün istifadə edilə bilər.

Su Anbarı Modelinin Tipləri

1. Determinik Modellər: Bu modellər sabit və müəyyən parametrlərdən istifadə edərək su anbarının davranışını təhlil edir. Determinik modellər adətən proqnozlaşdırılan vəziyyətlərdə istifadə olunur və su axınlarının, səviyyələrin və çıxışların dəqiq hesablanmasına yönəlmişdir.

2. Stoxastik Modellər: Bu modellər təsadüfi və qeyri-müəyyən parametrlərdən istifadə edir. Stoxastik modellər su ehtiyatlarının idarə edilməsində qeyri-müəyyənlikləri nəzərə alır və su anbarının müxtəlif iqlim və hidrologiya şəraitlərində davranışını təhlil edir.

3. Dinamik Modellər: Bu modellər zamanla dəyişən parametrlərdən istifadə edərək su anbarının dinamik davranışını təhlil edir. Dinamik modellər su anbarının idarə edilməsində zamanla dəyişən şəraitləri nəzərə alır.

Su Anbarı Modelinin Üstünlükləri və Məhdudiyyətləri

Üstünlükləri:

- Su ehtiyatlarının səmərəli idarə edilməsinə kömək edir.

- Fərqli ssenariləri təhlil etməklə su anbarının davranışını proqnozlaşdırmağa imkan verir.

- Su anbarının işləməsi ilə bağlı optimal qərarların qəbul edilməsinə kömək edir.

Məhdudiyyətləri:

- Modellərin qurulması və kalibrasiyası çox vaxt və resurs tələb edə bilər.

- Məlumatların dəqiqliyi və tamlığı modelin nəticələrinə təsir göstərə bilər.

- Qeyri-müəyyənliklərin və təsadüfi faktorların dəqiq qiymətləndirilməsi çətin ola bilər.

## 20. Nəqliyyat məsələsinin qoyuluşu

Nəqliyyat məsələsi, çoxkriteriyalı optimallaşdırma problemlərindən biridir və məqsədi müəyyən tələbləri ödəmək üçün malların və ya xidmətlərin müxtəlif təchizat mənbələrindən müxtəlif tələb nöqtələrinə daşınmasını optimal şəkildə təşkil etməkdir. Bu məsələ, logistika və təchizat zənciri idarəçiliyində geniş istifadə olunur.

Nəqliyyat məsələsi ümumiyyətlə aşağıdakı elementlərdən ibarətdir:

1. Təchizat Mənbələri (S):

- Malların və ya xidmətlərin təchiz edildiyi nöqtələrdir.

- Hər bir mənbə üçün təchizat miqdarı məlumdur (s\_i).

2. Tələb Nöqtələri (D):

- Malların və ya xidmətlərin tələb olunduğu nöqtələrdir.

- Hər bir nöqtə üçün tələb miqdarı məlumdur (d\_j).

3. Nəqliyyat Xərcləri (C):

- Hər bir mənbədən hər bir tələb nöqtəsinə daşınma xərcləri məlumdur (c\_ij).

Məqsəd ümumi nəqliyyat xərclərini minimallaşdıraraq təchizat mənbələrindən tələb nöqtələrinə malların daşınmasını optimal şəkildə təşkil etməkdir.

Riyazi Model

Giriş Verilənləri:

- (m): Təchizat mənbələrinin sayı

- (n): Tələb nöqtələrinin sayı

- (s\_i): (i)-ci mənbənin təchizat miqdarı (i = 1, 2, ..., m)

- (d\_j): (j)-ci tələb nöqtəsinin tələb miqdarı (j = 1, 2, ..., n)

- (c\_{ij}): (i)-ci mənbədən (j)-ci tələb nöqtəsinə daşınma xərci

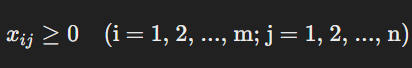
Qərar Dəyişənləri:

- (x\_{ij}): (i)-ci mənbədən (j)-ci tələb nöqtəsinə daşınan miqdar

Məqsəd Funksiyası:

Məhdudiyyətlər:

1. Təchizat Məhdudiyyətləri: Hər bir mənbədən çıxan miqdar, həmin mənbənin təchizat miqdarından artıq ola bilməz:
2. Tələb Məhdudiyyətləri: Hər bir tələb nöqtəsinə daxil olan miqdar, həmin nöqtənin tələb miqdarını ödəməlidir:

3. Qeyri-mənfilik Şərti: Daşınan miqdar mənfi ola bilməz:

Nəqliyyat məsələsi üçün müxtəlif həll metodları mövcuddur, bunlar arasında:

1. Şimal-Qərb Küncü Metodu (North-West Corner Method): İlkin təxmini həll tapmaq üçün istifadə olunur.

2. Minimum Xərc Metodu (Least Cost Method): İlkin həll tapmaq üçün digər bir metoddur, minimum daşınma xərclərini nəzərə alaraq başlanğıc nöqtəsini seçir.

3. Vogelin Tənzimləmə Metodu (Vogel's Approximation Method - VAM): İlkin həll tapmaq üçün daha mürəkkəb bir metod olub, xərc fərqlərini nəzərə alır.

4. MODI Metodu (Modified Distribution Method): İlkin həlli optimallaşdırmaq üçün istifadə olunur.

## 21. Qrafın nüvəsi və onun xassələri

Əgər G qrafının təpələrinin müəyyən altçoxluğu olan N eyni zamanda həm daxili, həm də xarici dayanıqdırsa, yəni eyni zamanda

şərtləri N üçün ödənilirsə, onda təpələrin N altçoxluğu G qrafının nüvəsi adlanır.

Yuxarıdakı şərtlərdən alınır ki, hər bir asılmış təpə, yəni Fxi = ∅ olan xi təpəsi nüvəyə daxildir və N - nüvə çoxluğunda ilgək ola bilməz, eləcə də ∅ çoxluğu nüvə deyildir.

Eyni bir əlaqəli qrafın bir neçə nüvəsi ola bilər.

Nüvənin tapılması alqoritmi:

**Addım 1.** İlgəksiz əlaqəli G qrafında asılı olmayan təpələrin S1,S2,....,Sk çoxluqlarını Maqu üsulu ilə tapmaq üçün ΦS =1 münasibətini təyin etməli.

**Addım 2.** Üstünlük təşkil edən (dominant) təpələrin T1,T2,....,Tk çoxluqlarını Maqu üsulu ilə təyin edən ΦT =1 münasibətini tapmalı.

**Addım 3.** ΦN =ΦS ⋅ΦT =1 götürməli və sadələşdirməli.

**Addım 4.** ΦN =1 münasibətində hər bir dizyunktiv həddə inkarsız iştirak edən məntiqi hərflərə uyğun təpələr çoxluğu Ni nüvələrini verir.

Qrafın nüvəsinin bir sıra xassələri var. Bunlardan bir neçəsini verək:

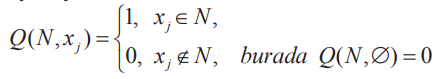
**Xassə 1.** Qrafın nüvəsi onun asılı olmayan (daxili dayanıq) təpələrinin maksimal altçoxluğudur.

**Xassə 2.** İlgəksiz simmetrik qrafın istənilən daxili dayanıq təpələrinin altçoxluğu onun nüvəsidir.

**Xassə 3.** İlgəksiz ) G = (X,F) qrafının daxili dayanıqlıq α(G) ədədinin, xarici dayanıqlıq β(G) ədədinin və nüvəsinin N gücü arasında

münasibəti doğrudur.

**Xassə 4.** G qrafının N nüvəsi üzərində belə bir funksiya təyin edək:



N ⊂X altçoxluğunun G = (X,F) qrafının nüvəsi olması üçün zəruri və kafi şərt

olmasıdır.

**Xassə 5.** Kontursuz əlaqəli qrafın həmişə nüvəsi var.

**Xassə 6** **(Riçardson).** Tək uzunluqlu konturu olmayan əlaqəli qrafın nüvəsi var.

## 22. Qrafın asılı olmayan təpələr çoxluğu, qrafın daxili dayanıqlıq ədədi

Qrafın qonşu olmayan təpələr çoxluğuna onun asılı olmayan təpələr çoxluğu deyilir. Əgər belə təpələr çoxluğu başqa asılı olmayan təpələr çoxluğunun məxsusi altçoxluğu deyilsə, onda ona maksimal **asılı olmayan təpələr çoxluğu** deyilir. Maksimal asılı olmayan təpələr çoxluğunun elementlərinin sayına (çoxluğun gücünə) baxılan G qrafının daxili dayanıqlıq ədədi deyilir və α(G) kimi işarə olunur:

burada Si-lər qrafının daxili dayanıq (asılı olmayan) təpələrin müəyyən çoxluqlarıdır. α(G) ədədinə bəzən G qrafının təpələrə görə qeyri-sıxlıq ədədi də deyirlər.

Tutaq ki, istiqamətlənmiş G = (X,F) qrafı verilir, burada F − qrafın təpələrinin birqiymətli olmayan inikasıdır. Əgər qrafın təpələrinin hər hansı S ⊂ X altçoxluğu üçün

şərti ödənilərsə, onda S altçoxluğu **daxili dayanıq** adlanır.

## 23. Hamilton zənciri və tsikli

Əgər hər hansı zəncir (tsikl) G qrafının hər bir təpəsindən yalnız bir dəfə keçərsə, onda belə zəncir (tsikl) **Hamilton zənciri (tsikli)** adlanır

G qrafında Hamilton zənciri və Hamilton tsikli olması üçün kafi şərt G qrafının tam olmasıdır. Zəruri şərt isə bu qrafın əlaqəli olmasıdır. Daha incə zəruri şərt belə bir təklifdən alınır.

**Teorem:** Əgər G qrafında Hamilton tsikli varsa, onda bu qrafda ayırıcı təpələr yoxdur. Kafi şərt verəcək bir sıra təkliflər var. Onlardan biri Norveç alimi O.Oreyə məzsusdur.

**Teorem (O.Ore):** Əgər ilgəyi olmayan əlaqəli istiqamətlənməmiş G qrafının istənilən iki qonşu olmayan müxtəlif xi­ və xj i ≠ j, təpələrinin dərəcələri d(xi)+d(xj)≥n n ≥ 3, şərtini ödəyirsə, onda G qrafında Hamilton tsikli var.

**Nəticə**. Əgər X = n ≥ 3 və G = (X ,U) qrafının istənilən xi təpəsinin dərəcəsi d(xi) ≥ şərtini ödəyirsə, onda G qrafında Hamilton tsikli var.

**Qeyd.** Eyler tsiklindən fərqli olaraq, G qrafında Hamilton tsikli varsa, onda ona qrafın bütün tilləri daxil olmaya da bilər, lakin Hamilton qrafı hökmən əlaqəli olmalıdır. Əlavə onu da qeyd edək ki, G qrafı n təpəsi olan psevdoqrafdırsa, onda bu qrafda istənilən Hamilton zəncirinin uzunluğu n-1 olar, Hamilton tsiklinin isə uzunluğu n olar.

## 24. Qrafın verilməsi üsulları

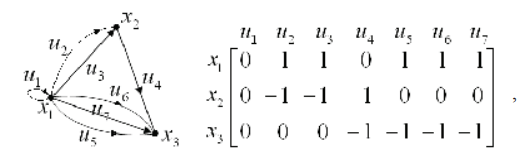
Qrafı bir neçə üsulla vermək olar. Bu üsullardan əsas olan bir neçə üsulu verək.

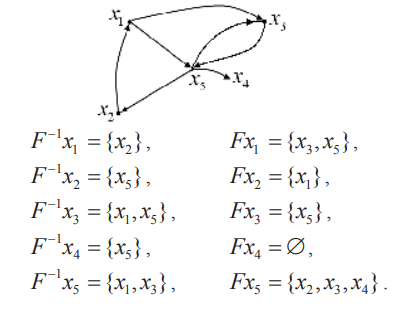
**1.** G = (X ,U), burada X qrafın təpələr çoxluğudur, U - isə onun tillər çoxluğudur. Hər iki çoxluq konkret olaraq verilirsə, G qrafı verilmiş sayılır

**2. Qrafın həndəsi verilməsi:** Əgər G = (X ,U) qrafı verilirsə, onda müstəvidə (və ya fəzada) onun təpələrini nöqtələr kimi qeyd edirik və tillər çoxluğunun (xi,xj) cütlərini ixtiyari həndəsi formaya malik kəsilməz əyrilər kimi xi ilə xj təpələri arasında istiqamətli və ya istiqamətsiz (verilən şərtə görə) çəkirik. Nəticədə müəyyən həndəsi konfiqurasiya kimi G qrafının həndəsi təsviri alınır.

**3. Qrafın matris vasitəsilə verilməsi:** G = (X ,U) qrafını onun: a) təpələrinin qonşuluq matrisi, b) təpələrin tillərə insidentlik matrisi, c) çəki matrisi və s. vasitəsilə vermək olar.

**a) təpələrinin qonşuluq matrisi** - qonşu təpə ilə əlaqə 1, özü ilə əlaqə 2, əlaqə yoxdursa 0

**b) təpələrin tillərə insidentlik**  **matrisi** - öz-özünə əlaqə 0, özündən çıxan 1, özünə daxil olan -1

**4. Təpələrin uyğunluğu vasitəsilə qrafın verilməsi:** Qeyd etdik ki, qrafın tilləri uyğun təpələrin aralarında olan əlaqələri təsvir edir. Belə əlaqələr birqiymətli olmayan uyğunluq (funksiya, inikas) F(özündən çıxan) və ya onun tərsi olan F-1(özünə daxil olan) kimi də verilə bilər.

## 25. Eyler qrafı, Eyler zənciri və tsikli

Əgər istiqamətlənməmiş G qrafında onun hər hansı bir xi təpəsindən çıxaraq hər tildən yalnız bir dəfə keçməklə yenə xi təpəsinə qayıtmaq mümkün olarsa, belə tsiklə **Eyler tsikli** deyilir. Eyler tsikli olan qrafa **Eyler qrafı** deyilir

Əlaqəli G multiqrafında Eyler zəncirinin olması üçün zəruri və kafi şərt bu qrafda iki tək dərəcəli təpələrin olmasıdır.

**Qeyd.** Bu teoremdən alınır ki, istənilən Eyler zənciri tək dərəcəli təpələri birləşdirir. Beləliklə, asan yoxlanıla bilən kriteri alınır:

1) Əgər G psevdoqrafının bütün təpələri cüt dərəcəlidirsə, onda bu qrafda Eyler tsikli var və bu tsikldə qrafın hər bir tili yalnız bir dəfə iştirak edir.

2) Əgər multiqraf G-də düz iki tək dərəcəli təpələr varsa, onda bu qrafda Eyler zənciri var və bu zəncir tək dərəcəli təpələri birləşdirir və yerdə qalan təpələrdən yalnız bir dəfə keçir. Psevdoqrafda Eyler zəncirini almaq üçün tək dərəcəli xi və xj təpələri yeni bir (xi, xj) tili ilə birləşdirilir və yeni alınan qrafın bütün təpələrinin dərəcələri cüt olduğundan bu qrafda Eyler tsikli qurulur. Sonra isə bu tsikldən (xi, xj) tili atılır, nəticədə **Eyler zənciri** alınır.

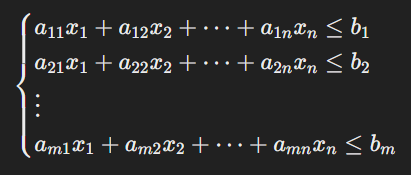
## 26. Xətti proqramlaşdırma məsələsinin qoyuluşu

Xətti proqramlaşdırma (XP) məsələsi riyazi optimallaşdırma növüdür, burada məqsəd verilmiş xətti məhdudiyyətlərə uyğun olaraq xətti obyektiv funksiyanı maksimumlaşdırmaq və ya minimumlaşdırmaqdır. Xətti proqramlaşdırma məsələsinin əsas elementləri obyektiv funksiya, məhdudiyyətlər və qeyri-mənfilik məhdudiyyətləridir.

Xətti Proqramlaşdırma Məsələsinin Tərifi

1. Obyektiv Funksiya:

Burada (Z) optimallaşdırılacaq funksiya, (ci­­­) isə obyektiv funksiyanın xətti əmsallarıdır.

2. Məhdudiyyətlər:

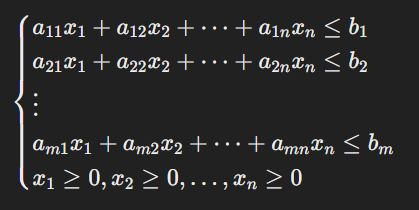
Burada (aij) məhdudiyyətlər matrisinin elementləri və (bi) məhdudiyyətlərin sağ tərəfi (əmsallar) göstərir.

3. Qeyri-mənfilik Məhdudiyyətləri:

Xətti proqramlaşdırma məsələsi ümumi formada aşağıdakı kimi ifadə edilir:

Məqsəd:

 və ya

Şərtlər:

Xətti proqramlaşdırma məsələsinin həlli üçün ən çox istifadə olunan metodlar aşağıdakılardır:

1. Simpleks Metodu: Bu metod iterativ olaraq optimal həll nöqtəsini tapmaq üçün istifadə edilir.

2. İkili Simpleks Metodu: Bu metod da Simpleks metodu kimi işləyir, amma fərqli bir yanaşma ilə.

3. Daxili Nöqtə Metodları: Bu metodlar optimal həlli tapmaq üçün çoxluğun daxilində hərəkət edir.

## 27. Optimallaşdırma məsələsinin qoyuluşu

Optimallaşdırma məsələsinin qoyuluşu riyazi olaraq bir obyektiv funksiyanın maksimum və ya minimum dəyərini tapmaqdan ibarətdir. Bu məsələlərdə müəyyən şərtlər və məhdudiyyətlər mövcuddur. Optimallaşdırma məsələsi müxtəlif sahələrdə geniş tətbiq tapır: mühəndislik, iqtisadiyyat, maliyyə, lojistika və s.

Optimallaşdırma məsələsi ümumiyyətlə aşağıdakı elementlərdən ibarətdir:

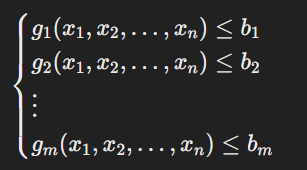
1. Obyektiv Funksiya (Objective Function): Bu funksiya maksimumlaşdırılacaq və ya minimumlaşdırılacaq.

2. Məhdudiyyətlər (Constraints): Problemin həllinə məhdudiyyət qoyan şərtlər.

3. Qeyri-mənfilik Məhdudiyyətləri(Non-negativity Constraints): Müstəqil dəyişənlərin müəyyən mənfi və ya müsbət qiymətlərini tələb edən şərtlər.

Optimallaşdırma Məsələsinin Formal Tərifi

1. Obyektiv Funksiya:

Burada (f) optimallaşdırılacaq funksiyadır və ( x1, x2,..., xn ) dəyişənlərdir.

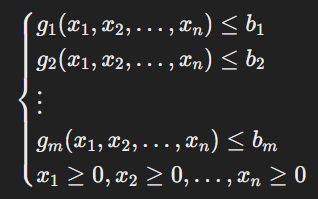
1. Məhdudiyyətlər:

Burada (gi) məhdudiyyət funksiyaları və (bi) məhdudiyyətlərin sağ tərəfini göstərir.

3. Qeyri-mənfilik Məhdudiyyətləri:

Optimallaşdırma məsələsi ümumi formada aşağıdakı kimi ifadə edilir:

Məqsəd:

Şərtlər:

Optimallaşdırma məsələsi müxtəlif formalarda ola bilər:

1. Xətti Optimallaşdırma (Linear Optimization): Obyektiv funksiya və məhdudiyyətlər xəttidir.

2. Qeyri-Xətti Optimallaşdırma (Non-Linear Optimization): Obyektiv funksiya və ya məhdudiyyətlər qeyri-xəttidir.

3. Tam Saylı Optimallaşdırma (Integer Optimization): Dəyişənlər tam saylı qiymətlər alır.

4. Dinamik Optimallaşdırma (Dynamic Optimization): Zamanla dəyişən obyektiv funksiya və ya məhdudiyyətlər.

Optimallaşdırma məsələsinin həlli üçün bir çox metod mövcuddur. Bunlar arasında:

1. Simpleks Metodu: Xətti proqramlaşdırma məsələləri üçün istifadə olunur.

2. Gradient Enmə Metodu: Qeyri-xətti optimallaşdırma məsələləri üçün istifadə olunur.

3. Genetik Alqoritmlər: Kompleks və böyük optimallaşdırma məsələləri üçün istifadə olunur.

4. Dinamik Proqramlaşdırma: Dinamik optimallaşdırma məsələləri üçün istifadə olunur.

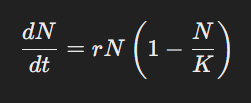
## 28. Məhsulun yığımı şərti daxilində populyasiya modeli

Məhsulun yığımı şərti daxilində populyasiya modeli (harvesting model) ekoloji və iqtisadiyyat tədqiqatlarında geniş istifadə olunur. Bu modellər, müəyyən bir resursun (məsələn, balıq, vəhşi təbiət və ya meşə) yığılması və ya istifadəsi ilə əlaqədar populyasiyanın dəyişməsini təhlil etməyə imkan verir. Məqsəd adətən davamlı yığım səviyyəsini müəyyən etməkdir ki, resurs uzunmüddətli perspektivdə mövcud olsun.

Populyasiya modelinin əsas komponentləri:

1. Populyasiyanın artım funksiyası (Population growth function): Bu funksiya resursun təbii artımını təsvir edir.

2. Yığım funksiyası (Harvesting function): Bu funksiya resursun yığılması sürətini təsvir edir.

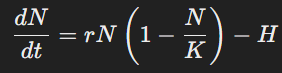
Populyasiyanın artımını təsvir etmək üçün ən çox istifadə olunan modellərdən biri lojistik artım modelidir:

Burada:

- N - populyasiyanın ölçüsü,

- r - təbii artım sürəti,

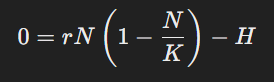
- K - daşıma qabiliyyəti (carrying capacity), yəni mühitin dəstəkləyə biləcəyi maksimum populyasiya ölçüsü.

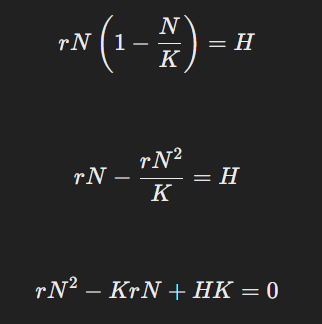
Resursun yığılması üçün sabit yığım dərəcəsi (H) qəbul edək. Bu halda, yığımın təsiri ilə modellə yeni diferensial tənlik aşağıdakı kimi olacaq:

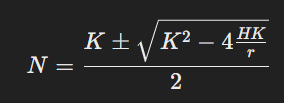
Burada:

- (H) - yığım sürəti.

Davamlı yığım səviyyəsi populyasiyanın uzun müddət ərzində sabit qalmasını təmin edir. Bunun üçün, diferensial tənliyin sabit həlli tapılır (yəni, ):



Bu tənliyi həll edərək (N)-i tapmaq olar:

Bu kvadrat tənliyin həlli:

Burada (N)-in müsbət və məntiqli həlli davamlı populyasiya səviyyəsini göstərir.

Modelin Həlli və Analizi: Modeli həll etmək və davamlı yığım səviyyəsini tapmaq üçün nümunə rəqəmlər istifadə edərək hesablama aparmaq olar. Əgər müəyyən bir (H) üçün davamlı populyasiya səviyyəsi müsbət və realdırsa, həmin yığım dərəcəsi davamlı hesab olunur.

## 29. Şəbəkədə ekstremal axın məsələləri

Şəbəkədə ekstremal axın məsələləri, qraf nəzəriyyəsi və s. sahələrdə əhəmiyyətli problemlərdən biridir. Bu məsələlər şəbəkədə mümkün olan maksimum axının tapılmasını, minimum kəsimi müəyyən etməyi və digər optimallaşdırma problemlərini əhatə edir. Bu problemlər geniş miqyasda tətbiq olunur, məsələn, kommunikasiya şəbəkələri, nəqliyyat sistemləri və enerji şəbəkələri kimi sahələrdə.

Ekstremal axın məsələlərinin əsas növləri bunlardır:

1. Maksimum Axın Problemi (Maximum Flow Problem)

2. Minimum Kəsim Problemi (Minimum Cut Problem)

3. Maksimum Axın - Minimum Kəsim Teoremi

Maksimum Axın Problemi - şəbəkədə mənbədən (source) məqsədə (sink) mümkün olan maksimum axını tapmaqdır.

Şəbəkə Tərifi:

- Qraf (G): Şəbəkə qrafı G = (V, E) şəklində təyin olunur, burada (V) qovşaqların (nodes) və (E) isə qövslərin (edges) çoxluğudur.

- Tutum (c): Hər bir qövsün maksimum keçirmə qabiliyyəti c(u, v) ilə ifadə olunur.

- Axın (f): Hər bir qövs üzrə axın f(u, v) ilə təyin olunur.

Şərtlər:

1. Axının Mühafizəsi Şərti: Hər bir qovşaq üçün daxil olan axın çıxan axına bərabər olmalıdır (mənbə və məqsəd qovşaqları istisna olmaqla).

2. Tutum Məhdudiyyəti: Hər bir qövs üzrə axın onun tutumundan artıq ola bilməz, yəni 0 ≤ f(u, v) ≤ c(u, v).

Məqsəd: Mənbədən məqsədə olan ümumi axını maksimumlaşdırmaq.

Ford-Fulkerson Alqoritmi: Ford-Fulkerson metodu maksimum axın problemini həll etmək üçün istifadə olunan məşhur bir alqoritmdir. Bu alqoritm iterativ olaraq artırıcı yollar (augmenting paths) taparaq axını artırır.

Minimum Kəsim Problemi - şəbəkəni mənbədən məqsədə doğru ayıran kəsimdəki qövs tutumlarının cəminin minimumunu tapmaqdır.

Teoremi: Maksimum axın - Minimum kəsim teoremi göstərir ki, şəbəkədə maksimum axın dəyəri minimum kəsim dəyərinə bərabərdir. Bu teorem axın və kəsim problemlərinin əlaqəsini ifadə edir.

## 30. Potensiallar üsulu

Potensiallar üsulu (və ya potensial metod) şəbəkə axını problemlərinin həllində istifadə edilən güclü bir alqoritmdir. Bu metod minimum kəsim, maksimum axın və ümumiyyətlə xətti proqramlaşdırma problemlərində effektivdir. Aşağıda potensiallar üsulunun əsas prinsipləri və necə işlədiyi izah olunur.

Potensiallar Üsulunun Əsas Prinsipləri: Potensiallar üsulu xüsusi olaraq maksimum axın problemini həll etmək üçün istifadə olunur. Bu metod Ford-Fulkerson alqoritmi və onun təkmilləşdirilmiş versiyası olan Edmonds-Karp alqoritmi kimi bəzi alqoritmlərin əsasında dayanır.

Əsas Addımlar

1. İlkin Axının Təyini: Bütün qövslər üzrə axın ilkin olaraq sıfırla təyin edilir.

2. Artırıcı Yolların Tapılması: Mənbədən məqsədə doğru artırıcı yollar (augmenting paths) axtarılır. Artırıcı yol boyunca keçməklə axın artırılır. Bu yolların tapılması üçün BFS (Genişlik üzrə axtarış) və ya DFS (Dərinlik üzrə axtarış) istifadə olunur.

3. Potensialların Təyini: Hər bir qovşaq üçün potensiallar təyin edilir. Potensiallar artırıcı yolların tapılmasında istifadə olunur və axınlar arasında balansın saxlanılmasına kömək edir.

4. Axının Artırılması: Artırıcı yol boyunca axın artırılır. Bu zaman yeni potensiallar hesablanır və axın yenidən qiymətləndirilir.

5. Dövrün Təkrarlanması: Artırıcı yollar tapıldığı müddətcə proses təkrarlanır. Artırıcı yol tapılmadıqda, maksimal axın tapılmış olur.

Potensialların Hesablanması: Potensiallar üsulu daxilində, qovşaq v üçün potensial (φ(v)) olaraq təyin olunur. Potensialların fərqi qövs üzrə axının dəyişməsini müəyyən edir:

Burada:

- f(u, v) - qövs (u, v) üzrə axın.

- c(u, v) - qövs (u, v) üzrə maksimum tutum.

- φ(u), φ(v) - qovşaq ( u ) və ( v ) üçün potensiallar.

## 31. Monte-Karlo üsulu ilə təsadüfi proseslərin modelləşdirilməsi

Monte-Karlo üsulu, riyazi və statistik problemlərin həlli üçün geniş istifadə edilən bir metoddur. Bu üsul, təsadüfi rəqəmlər və ehtimal nəzəriyyəsi vasitəsilə proseslərin simulyasiyasına əsaslanır. Monte-Karlo üsulu təsadüfi proseslərin modelləşdirilməsi, inteqral hesablanması, optimallaşdırma problemləri və digər sahələrdə geniş tətbiq olunur.

Monte-Karlo üsulunun əsas addımları aşağıdakı kimidir:

1. Problemin Formullaşdırılması: Həll edilməsi lazım olan problemi riyazi olaraq ifadə etmək. Bu, bir inteqralın hesablanması, bir optimallaşdırma probleminin həlli və ya bir təsadüfi prosesin modelləşdirilməsi ola bilər.

2. Təsadüfi Rəqəmlərin Generasiyası: Problemi həll etmək üçün təsadüfi rəqəmlər yaratmaq. Bu rəqəmlər müəyyən bir ehtimal paylanmasına uyğun olaraq seçilir.

3. Simulyasiya və Hesablama: Təsadüfi rəqəmləri istifadə edərək problemi simulyasiya etmək və nəticələri hesablayaraq toplamaq.

4. Nəticələrin Analizi: Simulyasiya nəticələrini analiz etmək və nəticələrdən çıxarılan məlumatları toplamaq.

Təsadüfi Proseslərin Modelləşdirilməsi: Monte-Karlo üsulu ilə həyata keçirilə bilər. Təsadüfi proseslərdə zamanla dəyişən təsadüfi dəyişənlər mövcuddur və bu dəyişənlərin gələcəkdəki vəziyyətini təxmin etmək üçün Monte-Karlo simulyasiyası istifadə olunur.

Tətbiqlər

Monte-Karlo üsulu müxtəlif sahələrdə geniş tətbiq olunur:

- Maliyyə: Portfel optimallaşdırması, qiymətləmə modelləri.

- Mühəndislik: Etibarlılıq analizi, risk qiymətləndirməsi.

- Fizika: Partikül izlərinin simulyasiyası, termodinamik sistemlər.

- Kompüter Elmləri: Alqoritm performansının qiymətləndirilməsi.

## 32. Təsadüfi proseslərin riyazi modelləri

Təsadüfi proseslərin riyazi modelləri, zamanla dəyişən və nəticələri təsadüfi olan proseslərin davranışını təsvir etmək üçün istifadə olunur. Bu modellər bir çox sahədə, o cümlədən maliyyə, fizika, mühəndislik, bioloji sistemlər və telekommunikasiya kimi sahələrdə geniş tətbiq olunur. Əsas məqsəd, prosesin xüsusiyyətlərini riyazi olaraq təsvir etmək və onların gələcək davranışını proqnozlaşdırmaqdır.

Təsadüfi Proseslərin Əsas Modelləri

1. Markov Prosesləri

2. Poisson Prosesləri

3. Qeyri-müəyyən Gedişlər (Random Walks)

4. Brown Hərəkəti (Brownian Motion)

5. Gaus Prosesləri

6. Lévy Prosesləri

**1. Markov Prosesləri -** Markov prosesləri, keçmiş vəziyyətlərdən yalnız cari vəziyyətə əsaslanaraq gələcək vəziyyətləri müəyyən edən təsadüfi proseslərdir. Markov xassəsinə malikdirlər, yəni keçmiş vəziyyətlər haqqında bütün məlumat cari vəziyyətdə təmərküzləşdirilir.

Diskret-Zaman Markov Zəncirləri:

- Keçid ehtimalı: P(Xn+1= j|Xn = i) = pij

- Keçid ehtimal matrisası: P = [pij]

Davranış Matrisləri və Stasionar Paylanmalar:

- = P

**2. Poisson Prosesləri** - Poisson prosesləri müstəqil hadisələrin müəyyən bir zamanda baş vermə ehtimalını təsvir edən təsadüfi proseslərdir. Xüsusilə, hadisələrin müəyyən zaman intervallarında sabit orta sürətlə baş verməsi hallarında istifadə olunur.

Xassələr:

- Hadisələrin baş vermə sayı: N(t)

- Hadisələr arasındakı intervallar eksponensial paylanmışdır.

- Poisson paylanması:

**3. Qeyri-müəyyən Gedişlər (Random Walks)** - Qeyri-müəyyən gedişlər diskret zaman intervallarında addım atan prosesləri təsvir edir. Hər addım təsadüfi istiqamətə və ya miqdara malikdir.

Sadə Qeyri-müəyyən Gediş:

-

- Xi­ müstəqil və eyni paylanmalı təsadüfi dəyişənlərdir.

**4. Brown Hərəkəti (Brown Motion)** - Brown hərəkəti, zəif təsadüfi hərəkətlərdən yaranan kəsintisiz bir prosesdir. Stokastik analizin əsas modellərindən biridir.

Xassələr:

- ( B(0) = 0 )

- Qovşaq keçidlərində müstəqildir.

- B(t) - B(s) ~ N(0, t-s)

**5. Gaus Prosesləri -** Gaus prosesləri hər hansı iki zaman nöqtəsi arasındakı təsadüfi dəyişənlərin birgə normal paylanmaya malik olduğu proseslərdir.

Xassələr:

- X(t) hər hansı iki zaman nöqtəsində normal paylanmışdır.

- Kovariasiya funksiyası:

**6. Lévy Prosesləri -** Lévy prosesləri stasionar və müstəqil keçidlərə malik olan kəsilməz proseslərdir. Brown hərəkəti və Poisson prosesləri Lévy proseslərinin xüsusi hallarındandır.

Xassələr:

- Müstəqil keçidlər: X(t + s) - X(s) və X(u + s) - X(s) müstəqildir.

- Stasionar keçidlər: X(t + s) - X(s) və X(t) - X(0) eyni paylanmaya malikdir.

## 33. Klassifikator (sinifləşdirmə) modeli

Klassifikator modeli, verilənləri müəyyən qruplara (siniflərə) bölən və ya təxmin edən statistik və ya maşın öyrənmə alqoritmidir. Bu modellər tədqiqat, sənaye və həmçinin digər sahələrdə geniş istifadə olunur. Əsas məqsədi, müəyyən giriş dəyərlərinə əsaslanan verilənlərin sinifini təyin etmək və ya proqnozlaşdırmaqdır.

Klassifikator Modelinin Əsas Prinsipləri

1. Verilənlərin Hazırlanması: Klassifikator modelinin öyrənməsinə verilən dəyərlər hazırlanmalıdır. Bu, öyrənmə məlumatlarının hazırlanması, xüsusiyyətlərin seçilməsi və hazırlanması məsələlərini əhatə edir.

2. Modelin Təyini: Klassifikator alqoritmləri seçilməlidir. Bu, məsələnin mahiyyətinə, verilənlərin xüsusiyyətlərinə və nəticələrin tələblərinə uyğun seçim tələb edir.

3. Modelin Öyrənilməsi: Verilənlər, klassifikator modelinə təmin olunur və model öyrənilir. Bu addımda öyrənmə alqoritmi, məlumatlar üzərində təxminçilik qüvvətini artırmaq üçün tənzimləmələr aparır.

4. Modelin Təhlili: Öyrənmiş model, test məlumatları ilə sınağa çəkilməlidir. Bu, modelin effektivliyini qiymətləndirməyə və dəqiqlik səviyyəsini yoxlamağa imkan verir.

5. Modelin Optimizasiyası: Performansın artırılması üçün model optimallaşdırılmalıdır. Bu, parametrlərin tənzimlənməsi, hiperparametrlərin seçilməsi və digər optimallaşdırma addımlarını əhatə edir.

Klassifikator Modelinin Növləri

**1. Naive Bayes Klassifikatoru** - Naive Bayes klassifikatoru, bayes teoreminə əsaslanan sadə bir klassifikator alqoritmidir. Xüsusiyyətlər arasında müstəqillik təsəvvürü edir və bu xüsusiyyət onun sadə və sürətli işləməsinə səbəb olur. Məsələn, mətn sinifləşdirməsi üçün istifadə olunur.

**2. Logistic Regression (Lojistik Regressiya) -** Lojistik regressiya, kateqoriyalı dəyişənlərə əsaslanan statistik məlumat analiz alqoritmidir. Əsasən, iki sinifli klassifikasiya problemlərində istifadə olunur və mətn kateqoriyası, tibbi təşhislər kimi sahələrdə tətbiq olunur.

**3. Support Vector Machines (Dəstək Vektor Maşınları) -** Dəstək vektor maşınları, sinifləşdirmə üçün güclü bir alqoritmdir. Məqsədi, sinifləri ayırmaq üçün ən yaxşı hiperdüzəni tapmaqdır. Bu alqoritmlər, dəyişik ölçütləri olan məlumatlarda effektivliyi və dəqiqliyi təmin edir.

**4. Decision Trees (Qərar ağacları) -** Qərar ağacları, hər bir qərar nöqtələrinə (nöqtələr) əsaslanan bir sinifləşdirmə alqoritmidir. Bu modellər, qərar ağaclarının dərəcələndirilməsi, ölçütlərin əhəmiyyətlərinin dəyərləndirilməsi və başqaları kimi tədqiqat məsələlərinə yaxşı müraciət etmək üçün istifadə olunur.

**5. Random Forests (Təsadüfi Meşələr) -** Təsadüfi meşələr, hər bir qərar ağacı üçün müstəqil statistik öyrənmə alqoritmləri ilə işləyən bir klassifikator ansamblı alqoritmidir. Buna görə, bu modellər təxminçilik və dayanıqlılıqda əlavə fayda təmin edir.

## 34. Növbələrə xidmət modelləri

"Növbələrə xidmət modelləri" termini, müşahidəçi və müştəri arasında effektiv və səmərəli bir növbələşmənin təmin edilməsini məqsəd edən iş və ya layihə tətbiqi ilə bağlıdır. Bu modellər, xidmət sektorunda, məsələn, müşahidəçi və müştəri arasında əlaqələr qurmaq, təmas nöqtələrini idarə etmək və effektiv resurs istifadəsi təmin etmək üçün istifadə olunur.

Növbələrə Xidmət Modellərinin Nümunələri və Əsas Tətbiq Sahələri

**1. Çağırma Mərkəzləri** - Çağırma mərkəzləri, müştərilərin sorğularını qəbul edən, tədqiqat edən və həll edən mərkəzlərdir. Növbələşmə sistemləri burada əhəmiyyətli rol oynayır, çünki müştərilərin vaxtında cavab alması və problemlərinin sürətlə həll olunması tələb olunur.

**2. Sağlamlıq Xidmətləri** - Sağlamlıq xidmətləri sektorunda, növbələşmə sistemləri, xəstəxanalarda və kliniki müəssisələrdə xəstələrin və müayinə edənlərin növbələrlə təyin edilməsində və idarə olunmasında istifadə olunur.

**3. Bank və Maliyyə** - Bank və maliyyədə, növbələşmə sistemləri müştərilərin bank filiallarına və ya məlumatın çıxarılması üçün növbələrə daxil olmalarına kömək edir. Bu, sıra gözləyən müştərilərin sayını və qarşısının alınmasını tənzimləyir.

**4. Restoranlar və Yemək Servisi** - Restoran və yemək servisi sahəsində, müştərilərin sifarişlərini qəbul etmə, yeməyin hazırlanması və təslim olunması üçün növbələşmə sistemləri vacibdir.

Növbələrə Xidmət Modellərinin Əsas Elementləri

- Növbələşmə Təyinatı: Müştərilərin və ya istifadəçilərin növbələrə təyin edilməsi və təyinat prosesinin idarə olunması.

- Vaxt İdarəsi: Müştərilər arasında adil bir növbələşmənin təmin edilməsi üçün zamanın və resursların effektiv idarə olunması.

- Növbə İdarəsi: Növbələşmənin idarə edilməsi, müştərilər və xidmət təmin edənlər arasında qəbul və cavab proseslərinin tənzimlənməsi.

- Cavab və Xidmət İstəkliyi: Müştərilərin və ya istifadəçilərin sorğularına vaxtında cavab verilməsi və xidmətin yaxşı təmin edilməsi.

Növbələrə xidmət modelləri, müştəri təcrübəsini yaxşılaşdırmaq və effektiv təşkilat içində qurğuların idarə olunmasına kömək edir. Həmçinin, istifadə olunan sahəyə və məqsədə görə dəyişən xüsusiyyətlərə malikdir və müxtəlif tətbiq sahələrindən fərqlənir. Bu modellər işə düzgün qurulduqda, təşkilatlar üçün müştəri memnuniyyətini artırmaq və operativ effektivliyi artırmaq üçün güclü bir araç olaraq fəaliyyət göstərir.

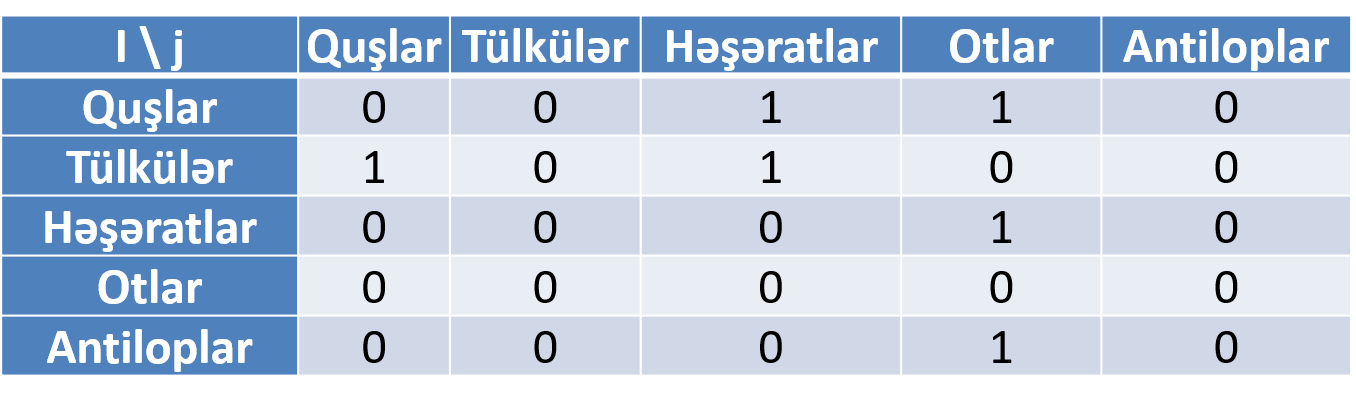
## 35. «Yırtıcı-qurban» modeli

"Yırtıcı-qurban" modeli, bioloji və ekoloji sahələrində tədqiqatlar zamanı istifadə olunan bir konseptdir. Bu model, bir neçə tərəfdən müharibə törədən və ya qida ləvazimatlarında birləşən iki növ təsəvvürləşdirilir: yırtıcı və qurban.

Yırtıcı-qurban Modelinin Mənası:

1. Yırtıcılar (Predators): Yırtıcılar, digər tərəfdən olan və ya birləşən növü ovlayan təsəvvür olunur. Bu təbiət varlıqları, müxtəlif mühitlərdə müxtəlif ov növləri ilə məşğul ola bilər.

2. Qurbanlar (Prey): Qurbanlar, yırtıcılar tərəfindən ovlanan və qida ləvazimatı üçün istifadə olunan təsəvvür olunur. Bu varlıqlar, yırtıcı nümayişlərinin təsiri altında qalmış və ya onlara təsir edilmiş olmaq ehtimalı olan varlıqlardır.

Modelləşdirilmə və Tətbiq: Yırtıcı-qurban modeli, mühitlər və bioloji nümunələrdə tədqiqatlarda istifadə olunur və nəticələri təhlil etmək üçün istifadə olunur. Bu modelin əsas məqsədi, yırtıcı və qurban populyasiyalarının dəyişməsini, bu dəyişmələrin səbəblərini və mühitdəki bu növ dəyişikliklərin mühitə təsirini anlamaq və modeldə təsvir etməkdir.

## 36. Xətti proqramlaşdırma məsələsinin qrafiki həlli

Xətti proqramlaşdırma (linear programming) məsələlərində problemin qrafiki həlli, əsasən iki dəyişənin (məsələn, x, y) funksiya məqsədləri və ya məhdudiyyətləri göstərmək üçün istifadə olunur. Bu həll metodunda, məqsəd, məsələnin daha yaxşı anlaşılmasına və optimal həll yolu tapılmasına kömək edir.

Adım 1: Məsələnin Formallaşdırılması

Maksimum və ya minimum funksiyası:

z = c1x + c2y

Məhdudiyyətlər:

a11x + a12y ≤ b1

a21x + a22y ≤ b2

.........................

am1x + am2y ≤ bm

Dəyişən sərhədləri: x ≥ 0, y ≥ 0

Burada z məqsəd funksiyasıdır, c1 və c2 dəyişənlərin hər birinin məzmununu göstərir. Məhdudiyyətlər aij qiymətlərini və bi dəyərlərini göstərir, həmçinin m ədəd məhdudiyyət olacaq.

Adım 2: Grafik Təsviri

Grafik həllində, hər bir məhdudiyyət bir xətti (qeyd: əgər məhdudiyyət x və y dəyişənlərinin birinci dərəcəli funksiyalarıdırsa) təsvir edir. Hər bir məhdudiyyət xəttindən yuxarı və ya aşağıda qalan tərəfi müəyyənləşdirmək üçün bu funksiya dəyərləri çəkili olur. Bu həll məsələsinin optimal və ya optimal olmayan həllinin nümunəsi olaraq bir nümunə:

Məhdudiyyətlər:

Adım 3: Həllərin Təhlili və Optimal Nöqtənin Tapılması

Grafik həllində, məhdudiyyət xətləri kəsildiyində optimal nöqtə tapan yerləşməsi göstərilir. Bu optimal nöqtə, məqsəd funksiyasının maksimum (və ya minimum) dəyərini əldə etmək üçün optimal dəyər təyin olunur.

## 37. Xətti proqramlaşdırma məsələsində məqsəd funksiyası

Xətti proqramlaşdırma (linear programming) məsələlərində, məqsəd funksiyası (objective function) mühüm bir konseptdir. Bu funksiya, optimallaşdırılmaq istənilən məqsəd və ya hədəfi ifadə edir. Məsələdə, bu funksiyanın maksimum (ən böyük) və ya minimum (ən kiçik) dəyərini əldə etmək üçün dəyişənlər (variables) dəyişdirilir və optimallaşdırılır.

Xətti proqramlaşdırma məsələsində məqsəd funksiyası aşağıdakı cür təmsil edilir:

- z: Məqsəd funksiyasının dəyəri. Əgər məsələ maksimum funksiyasıdırsa, bu funksiyanın maksimum dəyərini əldə etmək üçün dəyişənlərin dəyərləri təyin olunur. Əgər məsələ minimum funksiyasıdırsa, ən kiçik dəyəri əldə etmək üçün dəyişənlərin dəyərləri təyin olunur.

- c1, c2, ....., cn: Məqsəd funksiyasının hər bir dəyişən (x₁, x₂, ..., xₙ) üçün qiymətlərdir. Bu qiymətlər, hər bir dəyişənin məqsəd funksiyasına olan təsirlərini göstərir. Məsələdə mümkün olan hər bir dəyişən üçün fərqli ola bilər.

- x1, x2, ....., xn: Optimallaşdırma prosesində dəyişdirilə bilən dəyişənlərdir. Bu dəyişənlər, məsələnin təlimatlarında verilmiş məhdudiyyətlər (constraints) çərçivəsində olmalıdır.

Xətti proqramlaşdırma məsələlərində, məqsəd funksiyasının təyin olunması əsasən məsələnin təlimatlarında verilir. Təlimatlar aşağıdakı kimi ola bilər:

1. Maksimum və ya Minimum Məqsəd: Hədəf funksiyasının maksimum (ən böyük) və ya minimum (ən kiçik) dəyərini təyin etmək üçün tələblər.

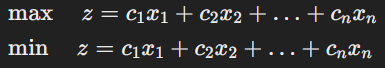
2. Optimallaşdırılmaq İstənilən Hədəf: Hədəf funksiyasının optimallaşdırılmaq istənilən məqsədi, məsələnin həll yolu tapılmasında əsasən təyin olunur.

3. Qiymətlər: Hədəf funksiyasında istifadə olunan dəyişənlərin hər biri üçün qiymətlər, həmçinin bu dəyişənlərin hər biri üçün fərqli ola bilər.

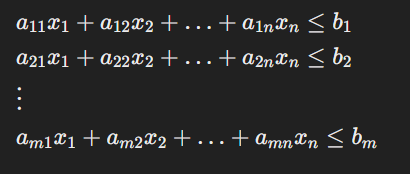
## 38. Xətti proqramlaşdırma riyazi modeli

Xətti proqramlaşdırma, riyazi modelin optimal həllini tapmaq üçün istifadə olunan bir metodologiyadır. Bu metodoloji, mümkün olan ən yaxşı nəticəni əldə etmək üçün məhdudiyyətlər və məqsəd funksiyası altında dəyişənləri optimallaşdırır.

Xətti proqramlaşdırma modeli aşağıdakı elementlərdən ibarət olur:

1. Məqsəd Funksiyası (Objective Function): Bu funksiya, optimal həll yolu tapmaq istədiyimiz hədəfimizi ifadə edir. Məsələn, maksimum mənfəət, minimum xərclər, maksimum gəlir kimi.

Burada c1, c2,....,cn dəyişənlərin qiymətlər və x1, x2,....,xn dəyişənlərdir.

2. Məhdudiyyətlər (Constraints): Məsələnin şərtləri, problemin həll olunması üçün yerinə yetirilməli olan tələblərdir. Həll üçün mümkün olan dəyərləri məhdudlaşdırır.

Burada aij qiymətlərdir və bi dəyərləri məhdudiyyətləri ifadə edir.

3. Dəyişən Sərhədləri (Non-negativity Constraints): Dəyişənlərin müsbət (non-negative) olması tələb olunur:

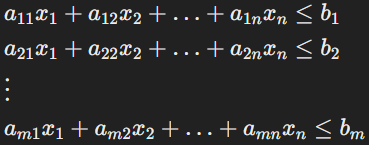
## 39. Xətti proqramlaşdırma məsələsinin qrafiki həllini alqoritmi

Xətti proqramlaşdırma məsələlərinin qrafiki həllini alqoritmi adımlar halında izah edək:

Adım 1: Məsələnin Formallaşdırılması

Əvvəlcə, xətti proqramlaşdırma məsələsinin məqsəd funksiyası və məhdudiyyətləri formal bir şəkildə təyin edilməlidir.

Məqsəd Funksiyası:

Burada z məqsəd funksiyasının dəyəridir, ci dəyişənlərin qiymətləridir, xi isə optimallaşdırılmaq istənilən dəyişənlərdir.

Məhdudiyyətlər:

Burada aij= qiymətləri və bi dəyərləri məhdudiyyətləri təmsil edir.

Adım 2: Qrafik Təsviri

Məhdudiyyətlərə qrafik həllində, hər bir məhdudiyyət bir xətt kimi təsvir edilir:

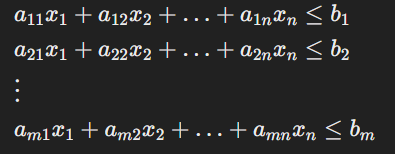
1. Dəyişənlərin Müsbətliyi: Dəyişənlərin müsbətliyi tələb olunur:

2. Məhdudiyyətlərin Qrafik Təsviri: Hər bir məhdudiyyət bir xətt kimi təsvir edilir.

## 40. Xətti proqramlaşdırma məsələsinin kanonik şəkli

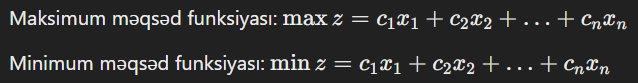
Xətti proqramlaşdırma məsələsinin kanonik şəkli (canonical form) xətti proqramlaşdırma probleminin müəyyən standart şəkildə yazılmasıdır.

Bir xətti proqramlaşdırma məsələsinin kanonik şəkli aşağıdakı kimi yazılır:

Məqsəd Funksiyası:

Məhdudiyyətlər:

Dəyişənlərin Müsbətliyi Şərtləri:

**1. Məqsəd Funksiyası** - xətti olub, maksimum və ya minimum məqsədinə çatmağa çalışır. Maksimum və ya minimum məqsədi problemi həll etmək üçün istifadə olunan strategiyaya bağlıdır.

2. Məhdudiyyətlər - Məhdudiyyətlər, xətti bərabərsizlər şəklində yazılır və hər bir məhdudiyyət dəyişənlərin xətti kombinasiyalarından ibarət olur. Məhdudiyyətlərin sağ tərəfləri (bi) sabit dəyərlərdir.

- Ümumi formada məhdudiyyətlər:

Burada:

- aij məhdudiyyətlərin qiymətləridir.

- xi dəyişənlərdir.

- bi sağ tərəfdəki sabit dəyərlərdir.

3. Dəyişənlərin Müsbətliyi Şərtləri - Bütün dəyişənlərin qeyri-mənfi (non-negative) olması tələb olunur:

Bu şərtlər, real həyatda mənfi dəyərlərin məna kəsb etmədiyi hallarda, məsələn, məhsul miqdarı, işçi sayı və s. kimi vəziyyətlərdə istifadə olunur.

Kanonik Şəklin Üstünlükləri

- Standartlaşdırma: Kanonik şəkil, xətti proqramlaşdırma məsələlərini standart bir formata salır, beləliklə, müxtəlif problemləri müqayisə etmək və onları həll etmək asanlaşır.

- Sadə Həll Metodları: Bu forma, simplex metodu kimi xətti proqramlaşdırma alqoritmlərinin tətbiqini asanlaşdırır.

- Yenidən Formallaşdırma: Məsələləri yenidən formallaşdırmaq üçün asan bir yol təqdim edir, bu da məsələnin həlli üçün müxtəlif strategiyaları sınamağa imkan verir.

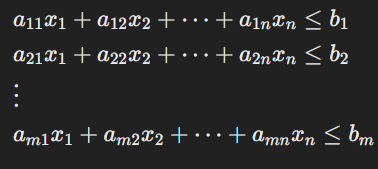
## 41. Xətti proqramlaşdırma məsələsində məhdudiyyət şərtləri

Xətti proqramlaşdırma (LP - Linear Programming) məsələsində məhdudiyyət şərtləri (constraints) müəyyən dəyişənlərin (decision variables) qəbul edəcəyi dəyərlərin məhdudlaşdırıldığı bərabərlik və ya bərabərsizlik şəklində ifadələrdir. Bu şərtlər xətti (linear) olmalıdır, yəni hər bir şərtdə dəyişənlər xətti birləşmələr şəklində olmalıdır.

Xətti proqramlaşdırma məsələsi ümumi halda belə ifadə edilə bilər:

Məqsəd funksiyası (Objective Function):

Məqsəd: Z = c1x1 + c2x2 + .... + cnxn

Burada, ci koeffisiyentlər və xi dəyişənlərdir.

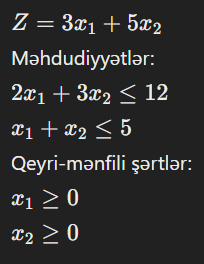
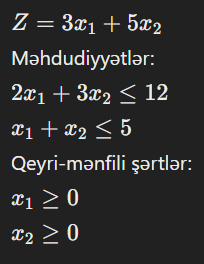
Məhdudiyyətlər (Constraints):

Burada, aij məhdudiyyətlərin koeffisiyentləri və bi sağ tərəfdəki sabitlərdir. Məhdudiyyətlər bərabərsizlik (≤, ≥) və ya bərabərlik (=) şəklində ola bilər.

Qeyri-mənfili şərtlər (Non-negativity Constraints):

Burada, xi dəyişənləri qeyri-mənfi (non-negative) olmalıdır.

## 42. Xətti proqramlaşdırma məsələsinin kompüterdə modelləşdirilməsi

Xətti proqramlaşdırma məsələsinin kompüterdə modelləşdirilməsi üçün müxtəlif proqram təminatları və alətlər mövcuddur. Bunlar arasında MATLAB, Python (xüsusilə PuLP və SciPy kitabxanaları), GAMS, AMPL və LINDO kimi alətlər geniş istifadə olunur. Xətti proqramlaşdırma məsələsinin kompüterdə modelləşdirilməsi MATLAB kimi proqramlaşdırma mühitlərində asanlıqla həyata keçirilə bilər. MATLAB-da xətti proqramlaşdırma məsələlərini həll etmək üçün `linprog` funksiyasından istifadə edilir.

Misal

Bu xətti proqramlaşdırma məsələsini MATLAB-da həll edək:

Addımlar

1. Məqsəd funksiyasının koeffisiyentləri: f = [-3 -5]

Burada mənfi işarə ilə göstərilməsinin səbəbi `linprog` funksiyasının minimum axtarma funksiyası olmasıdır. Maksimumu tapmaq üçün məqsəd funksiyasının əksini (negativini) alırıq.

2. Məhdudiyyətlərin matrisləri və vektorları: A = [2 3; 1 1] b = [12; 5]

3. Qeyri-mənfili şərtlər MATLAB-da avtomatik olaraq təmin edilir.

% Məqsəd funksiyasının koeffisiyentləri (maksimum üçün əksi alınmış)

f = [-3 -5];

% Məhdudiyyətlər üçün A matrisı və b vektoru

A = [2 3; 1 1];

b = [12; 5];

% Qeyri-mənfili şərtlər üçün alt və üst sərhədlər

lb = [0 0]; % Alt sərhədlər (lower bounds)

% linprog funksiyasını istifadə edərək həll tapmaq

[x, fval] = linprog(f, A, b, [], [], lb, []);

% Nəticəni göstərmək

fprintf('Optimal x1: %f\n', x(1));

fprintf('Optimal x2: %f\n', x(2));

fprintf('Optimal Z: %f\n', -fval); % Maksimum üçün əksini alırıq

İzah

- Məqsəd funksiyası: `f = [-3 -5]` göstərir ki, biz əslində -3x1 - 5x2 minimallaşdırmağa çalışırıq ki, bu da 3x1 + 5x2 maksimumunu verir.

- Məhdudiyyətlər: `A = [2 3; 1 1]` və `b = [12; 5]` matrisləri məhdudiyyət şərtlərini əks etdirir.

- Qeyri-mənfili şərtlər: `lb = [0 0]` ilə təmin edilir, yəni dəyişənlər 0-dan böyük və ya bərabər olmalıdır.

- `linprog` funksiyası: Xətti proqramlaşdırma məsələsini həll edir və optimal həlli `x` və optimal dəyəri `fval` qaytarır.

Bu kodun işlədilməsi nəticəsində, `x` vektoru optimal həlli verəcək, və `-fval` isə məqsəd funksiyasının maksimum dəyərini göstərəcək.

## 43. XPM-nin kanonik məsələyə gətirilməsi

Xətti proqramlaşdırma məsələsinin (XPM) kanonik formaya gətirilməsi, xətti proqramlaşdırma məsələsinin standart formada yazılması deməkdir. Kanonik formaya gətirilmiş XPM-də bütün məhdudiyyətlər bərabərlik şəklində olur və bütün dəyişənlər qeyri-mənfi olur.

Addımlar

1. Məhdudiyyətlərin bərabərlik şəklinə gətirilməsi:

- Əgər məhdudiyyət ≤ şəklindədirsə, ona əlavə dəyişən (slack variable) əlavə edilir.

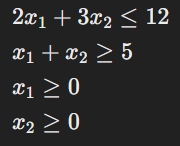
- Əgər məhdudiyyət ≥ şəklindədirsə, ona mənfi əlavə dəyişən (surplus variable) əlavə edilir.

2. Məqsəd funksiyasının maksimal formaya gətirilməsi: Məqsəd funksiyası minimumu axtarırsa, onu maksimal formaya gətirmək üçün mənfi işarəsi ilə çarpılır.

3. Dəyişənlərin qeyri-mənfi olması: Əgər dəyişənlərdən biri mənfi dəyərlər ala bilirsə, onu iki qeyri-mənfi dəyişən fərqi kimi ifadə edirik.

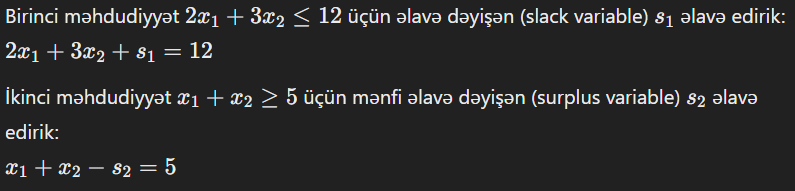
Misal

Aşağıdakı XPM-ni kanonik formaya gətirək:

Z = 3x1 + 5x2

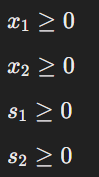
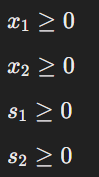
Məhdudiyyətlər:

Kanonik Formaya Gətirilməsi

1. Məhdudiyyətlərin bərabərlik şəklinə gətirilməsi:

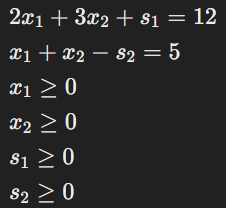
Bu halda s1 ≥ 0 və s2 ≥ 0 olmalıdır.

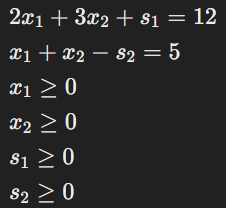
2. Məqsəd funksiyasının maksimal formaya gətirilməsi: Məqsəd funksiyası artıq maksimum tapmaq üçün verilib, yəni dəyişməz qalır:

 Z = 3x1 + 5x2

3. Dəyişənlərin qeyri-mənfi olması:

Kanonik Forma:

Məqsəd funksiyası: Z = 3x1 + 5x2

Məhdudiyyətlər:

## 44. Xətti proqramlaşdırma məsələsinə gətirilən situasiyalar və onların riyazı modeli

Xətti proqramlaşdırma məsələləri (XPM) müxtəlif praktiki situasiyaların optimallaşdırılması üçün istifadə olunur. Bu situasiyalar adətən resursların optimal bölüşdürülməsi, istehsalın planlaşdırılması, nəqliyyat marşrutlarının optimallaşdırılması və digər iqtisadi və mühəndislik problemləri ilə bağlı olur. Hər bir situasiya üçün XPM-nin riyazi modeli fərqli ola bilər, lakin əsas strukturu dəyişməz qalır: məqsəd funksiyası, məhdudiyyətlər və qeyri-mənfili şərtləri.

Situasiya 1: İstehsalın Planlaşdırılması

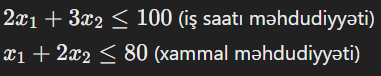
Problemin Təsviri: Bir fabrik iki məhsul (A və B) istehsal edir. Məqsəd, məhsullardan əldə edilən mənfəəti maksimum etməkdir. Məhsul A-nın mənfəəti 3 dollar, məhsul B-nin mənfəəti isə 5 dollardır. Fabrik hər məhsulu istehsal etmək üçün məhdud resurslardan istifadə edir.

Məhdudiyyətlər: Məhsul A bir vahid üçün 2 saatlıq iş tələb edir, Məhsul B isə 3 saatlıq iş tələb edir. Ümumilikdə fabrikdə 100 iş saatı var. Məhsul A üçün 1 kq xammal lazımdır, Məhsul B üçün isə 2 kq xammal lazımdır. Ümumilikdə 80 kq xammal var.

Riyazi Model:

Məqsəd funksiyası: Z = 3x1 + 5x2

burada, x1 məhsul A-nın istehsal miqdarı, x2 məhsul B-nin istehsal miqdarıdır.

- Məhdudiyyətlər:

- Qeyri-mənfili şərtlər:

Situasiya 2: Nəqliyyat Problemi

Problemin Təsviri: Bir şirkət üç müxtəlif fabrikdən iki fərqli satış nöqtəsinə məhsul göndərir. Məqsəd, nəqliyyat xərclərini minimuma endirməkdir. Fabriklərin istehsal gücü və satış nöqtələrinin tələbləri məlumdur.

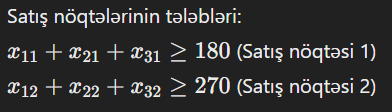
Məlumatlar: Fabrik 1-də 100 vahid, Fabrik 2-də 150 vahid, Fabrik 3-də 200 vahid məhsul mövcuddur. Satış nöqtəsi 1 üçün tələb 180 vahid, Satış nöqtəsi 2 üçün tələb 270 vahiddir.

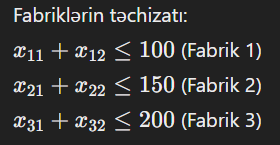
Nəqliyyat xərcləri:

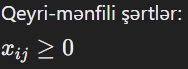
* Fabrik 1-dən Satış nöqtəsi 1-ə: 4 dollar/vahid
* Fabrik 1-dən Satış nöqtəsi 2-ə: 6 dollar/vahid
* Fabrik 2-dən Satış nöqtəsi 1-ə: 5 dollar/vahid
* Fabrik 2-dən Satış nöqtəsi 2-ə: 4 dollar/vahid
* Fabrik 3-dən Satış nöqtəsi 1-ə: 3 dollar/vahid
* Fabrik 3-dən Satış nöqtəsi 2-ə: 2 dollar/vahid

Riyazi Model:

Məqsəd funksiyası: Z = 4x11 + 6x12 + 5x21 + 4x22 + 3x31 + 2x32

burada, xij fabrik i-dən satış nöqtəsi j-ə göndərilən məhsul miqdarıdır.

Məhdudiyyətlər:



Situasiya 3: Qarışıq Məhsul Problemi

Problemin Təsviri: Bir ferma, iki növ yemək (A və B) hazırlayır və heyvanlarının ehtiyaclarını ödəmək üçün müəyyən qidalar balansını təmin etməlidir. Məqsəd, yeməklərin ümumi dəyərini minimuma endirməkdir.

Məlumatlar:

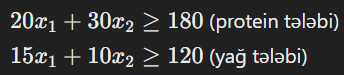
- Yemək A: 20 q protein və 15 q yağ. Qiyməti 50 manat.

- Yemək B: 30 q protein və 10 q yağ. Qiyməti 40 manat.

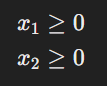
- Heyvanların tələbatı: ən azı 180 q protein və ən azı 120 q yağ.

Riyazi Model:

Məqsəd funksiyası: Z = 50x1 + 40x2

burada, x1 yemək A-nın miqdarı, x2 yemək B-nin miqdarıdır.

- Məhdudiyyətlər:



- Qeyri-mənfili şərtlər:

## 45. Nəqliyyat məsələsinin qoyuluşu

Nəqliyyat məsələsi (Transportation Problem) xətti proqramlaşdırma məsələsinin xüsusi bir halıdır və məqsəd müəyyən məhsulun müxtəlif mənbələrdən (istehsalçılar, anbarlar) müxtəlif tələbləri olan nöqtələrə (müştərilər, mağazalar) minimal xərc ilə çatdırılmasını təmin etməkdir. Bu məsələdə nəqliyyat xərcləri, mənbələrin tutumları və tələblər nəzərə alınır.

Ümumi Problemin Qoyuluşu

1. Mənbələr (Sources): m sayda mənbə var (məsələn, fabriklər). Hər bir mənbənin tutumu məlumdur: Si (i = 1, 2, ..., m).

2. Tələbat Nöqtələri (Destinations): n sayda tələbat nöqtəsi var (məsələn, mağazalar). Hər bir tələbat nöqtəsinin tələbi məlumdur: Dj (j = 1, 2, ..., n).

3. Nəqliyyat Xərcləri: Mənbə i-dən tələbat nöqtəsi j-ə bir vahid məhsulun nəqli xərci məlumdur: cij.

Riyazi Model

- Qərar Dəyişənləri: xij: mənbə i-dən tələbat nöqtəsi j-ə göndərilən məhsul miqdarı.

- Məqsəd Funksiyası:

- Məhdudiyyətlər:

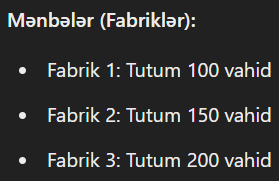
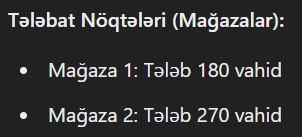
 - Mənbələrin tutum məhdudiyyətləri:

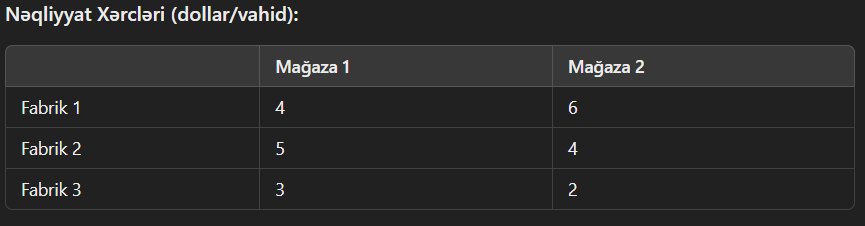
 - Tələbat nöqtələrinin tələb məhdudiyyətləri:

- Qeyri-mənfili şərtlər:

Misal

Bir nəqliyyat məsələsinin nümunəsini nəzərdən keçirək.

Məlumatlar:

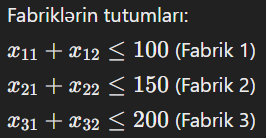
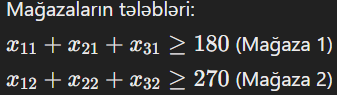


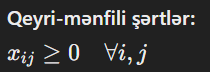
Riyazi Model:

- Qərar Dəyişənləri:

* x11​: Fabrik 1-dən Mağaza 1-ə göndərilən məhsul miqdarı
* x12: Fabrik 1-dən Mağaza 2-yə göndərilən məhsul miqdarı
* x21​: Fabrik 2-dən Mağaza 1-ə göndərilən məhsul miqdarı
* x22​: Fabrik 2-dən Mağaza 2-yə göndərilən məhsul miqdarı
* x31​: Fabrik 3-dən Mağaza 1-ə göndərilən məhsul miqdarı
* x32​: Fabrik 3-dən Mağaza 2-yə göndərilən məhsul miqdarı

- Məqsəd Funksiyası:

- Məhdudiyyətlər:



## 46. Nəqliyyat məsələsinin dayaq həlli

Nəqliyyat məsələsinin dayaq həlli nəqliyyat problemlərinin həlli üçün ilk addımdır. Bu, optimal həlli tapmaq üçün başlanğıc nöqtəsi olan ilkin bir həll verir. Nəqliyyat məsələsində dayaq həllini tapmaq üçün müxtəlif metodlar istifadə olunur. Ən çox istifadə olunan metodlar aşağıdakılardır:

1. Şimal-qərb küncü metodu (North-West Corner Method)

2. Ən kiçik xərclər metodu (Least Cost Method)

3. Vogelin təxmini metodu (Vogel's Approximation Method, VAM)

**Şimal-Qərb Küncü Metodu -** bu metodda matrisin şimal-qərb (sol üst) küncündən başlayaraq ehtiyacları qarşılamaq üçün tədarüklər təyin edilir. Bu metod sadədir, lakin həmişə ən yaxşı başlanğıc həllini təmin etmir.

1. Tələb və təchizatı qeyd edin.
2. Ən sol üst küncdən başlayın və mümkün qədər çox məhsul göndərin.
3. Mənbə tükənəndə və ya tələbat qarşılandıqda, digər mənbəyə və ya tələbat nöqtəsinə keçin.
4. Addım 3-ü bütün tələblər və təchizat qarşılanana qədər təkrarlayın

**Ən Kiçik Xərclər Metodu** - bu metod, hər dəfə mümkün olan ən kiçik xərcli hüceyrəni seçərək həcmi maksimuma çıxarır.

**Vogelin Təxmini Metodu (VAM)** - bu metodda hər satır və sütun üçün cəza dəyəri hesablanır və ən böyük cəza dəyəri olan hüceyrə seçilərək həcmi maksimuma çıxarılır.

## 47. Bank kapitalının artımı modeli

Banka kapitalının artırılması əsasən sərmayə artırımı yoluyla yapılır. Banklar, sərmayə artırımı yoluyla öz sərmayə bazalarını genişlədir ve risklərini idarəedirlər.

Banka Kapitalının Artırılması Modeli

1. Məqsəd: Bankın sərmayə strukturunu gücləndirmək ve finansal risklərlə başa çıxmaq üçün sərmayə artırımı etmək.

2. Mərhələlər:

a. Tələbin təhlili: Bankın cari investisiya vəziyyətini və artım ehtiyacını müəyyənləşdirin. Bu təhlil bankın risk profilinin, aktivlərinin və potensial öhdəliklərinin qiymətləndirilməsi yolu ilə aparılır.

b. Artırılacaq Kapitalın Məbləğinə Qərar Verilməsi: Kapital artımının məbləği müzakirə edilir və qərara alınır. Bu, bankın risk profilindən, məqsəd və strategiyalarından, tənzimləyici tələblərdən asılıdır.

c. Artırılma yolu: Kapitalın artırılması müxtəlif formalarda ola bilər: yeni səhmdarlar (emissiya) cəlb etməklə, vəsait cəlb etməklə və ya dövlət dəstəyi ilə, ümumiyyətlə bankın daxili resurslarından istifadə etməklə.

d. Qanuni tələblərdən yayınma: Kapitalın artırılması prosesi bankın yerli tənzimləyicisi tərəfindən tənzimlənir. Qanuni tələblərə uyğunluq təmin edilməlidir.

e. İnvestorların cəlb edilməsi və Səhmdarlarla Razılaşma: Səhmdarlarla yeni səhmdarların cəlb edilməsi və artım prosesini müzakirə etmək və razılaşdırmaq vacibdir.

f. Buraxılış və Kapitalın Artırılması: Kapitalın artırılması prosesi başlayır və yeni səhmdarlar səhmləri alır və/və ya vəsait cəlb edir.

g. Kapital Artımının Nəticələri: Bankın kapital strukturu artırılır, risklərin qorunması gücləndirilir və ümumilikdə bankın maliyyə vəziyyəti və əməliyyat göstəriciləri gücləndirilir.

## 48. Növbələrə xidmət modelləri

"Növbələrə xidmət modelləri" termini, müşahidəçi və müştəri arasında effektiv və səmərəli bir növbələşmənin təmin edilməsini məqsəd edən iş və ya layihə tətbiqi ilə bağlıdır. Bu modellər, xidmət sektorunda, məsələn, müşahidəçi və müştəri arasında əlaqələr qurmaq, təmas nöqtələrini idarə etmək və effektiv resurs istifadəsi təmin etmək üçün istifadə olunur.

Növbələrə Xidmət Modellərinin Nümunələri və Əsas Tətbiq Sahələri

**1. Çağırma Mərkəzləri** - Çağırma mərkəzləri, müştərilərin sorğularını qəbul edən, tədqiqat edən və həll edən mərkəzlərdir. Növbələşmə sistemləri burada əhəmiyyətli rol oynayır, çünki müştərilərin vaxtında cavab alması və problemlərinin sürətlə həll olunması tələb olunur.

**2. Sağlamlıq Xidmətləri** - Sağlamlıq xidmətləri sektorunda, növbələşmə sistemləri, xəstəxanalarda və kliniki müəssisələrdə xəstələrin və müayinə edənlərin növbələrlə təyin edilməsində və idarə olunmasında istifadə olunur.

**3. Bank və Maliyyə** - Bank və maliyyədə, növbələşmə sistemləri müştərilərin bank filiallarına və ya məlumatın çıxarılması üçün növbələrə daxil olmalarına kömək edir. Bu, sıra gözləyən müştərilərin sayını və qarşısının alınmasını tənzimləyir.

**4. Restoranlar və Yemək Servisi** - Restoran və yemək servisi sahəsində, müştərilərin sifarişlərini qəbul etmə, yeməyin hazırlanması və təslim olunması üçün növbələşmə sistemləri vacibdir.

Növbələrə Xidmət Modellərinin Əsas Elementləri

- Növbələşmə Təyinatı: Müştərilərin və ya istifadəçilərin növbələrə təyin edilməsi və təyinat prosesinin idarə olunması.

- Vaxt İdarəsi: Müştərilər arasında adil bir növbələşmənin təmin edilməsi üçün zamanın və resursların effektiv idarə olunması.

- Növbə İdarəsi: Növbələşmənin idarə edilməsi, müştərilər və xidmət təmin edənlər arasında qəbul və cavab proseslərinin tənzimlənməsi.

- Cavab və Xidmət İstəkliyi: Müştərilərin və ya istifadəçilərin sorğularına vaxtında cavab verilməsi və xidmətin yaxşı təmin edilməsi.

Növbələrə xidmət modelləri, müştəri təcrübəsini yaxşılaşdırmaq və effektiv təşkilat içində qurğuların idarə olunmasına kömək edir. Həmçinin, istifadə olunan sahəyə və məqsədə görə dəyişən xüsusiyyətlərə malikdir və müxtəlif tətbiq sahələrindən fərqlənir. Bu modellər işə düzgün qurulduqda, təşkilatlar üçün müştəri memnuniyyətini artırmaq və operativ effektivliyi artırmaq üçün güclü bir araç olaraq fəaliyyət göstərir.

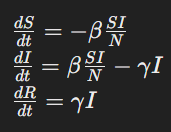
## 49. Yaşayış məntəqələrində epidemiya modeli

Yaşayış məntəqələrində epidemiyaların modelləşdirilməsi və inkişafı epidemioloji və riyazi modelləşdirmə metodlarından istifadə etməklə öyrənilir. Bu modellər insanların cəmiyyətdəki hərəkətlərinə və onların bir-biri ilə münasibətinə əsaslanır. İstifadə olunan əsas modellər arasında SIR (Həssas-İnfeksiyalı-Bərpa olunan/Susceptible-Infected-Recovered) və SIRD (Həssas-İnfeksiyalı-Bərpa olunan-Ölən/Susceptible-Infected-Recovered-Deceased) modelləri var. İndi bu modellərin ən məşhurlarına qısaca nəzər salaq:

SIR Modeli - əsasən susceptible (S), xəstə (I) və müalicə olunmuş (R) kimi üç dövriyyədən ibarətdir.

- Susceptible (S): Xəstəliyə qarşı müdafiə edilməmiş vəziyyətdə olan insanlar.

- Xəstə (I): Xəstəliyə yoluxmuş insanlar.

- Müalicə olunmuş (R): Xəstəliyi keçirən vəziyyətdə olan və ya ondan qurtulan insanlar.

SIR Modelinin Diferensial Düsturları:

Burada:

- S: Susceptible populyasiya.

- I: Xəstə populyasiya.

- R: Müalicə olunmuş (və ya ölənlər) populyasiya.

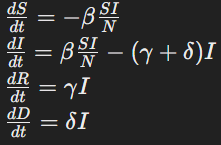
- N = S + I + R: Ümumi populyasiya.

- β: Yayılma dərəcəsi (infeksiyanın hərəkət etmə sürəti).

- γ: Yaxşılaşma dərəcəsi (xəstələrin müalicə vəziyyəti).

SIRD Modeli - SIR modelinə bənzəyir, lakin onda xəstəlikdən ölən vəziyyət də əlavə olunur.

- Ölən (D): Xəstəliyə yoluxan və ölənlər.

- Susceptible (S), Xəstə (I) və Müalicə olunmuş (R) dövriyyələri eyni qalır.

SIRD Modelinin Diferensial Denklemləri:

Burada:

- D: Ölənlərin sayı.

- δ: Ölən dərəcəsi (xəstələrin vəziyyəti qəbul etmə sürəti).

## 50. Çəkili ekspert qiymətləndirmə üsulu

Çəkili ekspert qiymətləndirmə üsulu, məhsul və ya xidmətin dəyərini müəyyənləşdirmək üçün istifadə olunan bir metodologiyadır. Bu metod, məhsulün və ya xidmətin keyfiyyətini, funksionallığını və ya digər xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək məqsədi ilə müxtəlif sahələrdə (sənaye, mədəniyyət, tibb və s.) tətbiq olunur. İstifadəçilər, təcrübəli və ya mütəxəssislər tərəfindən bu metodun məsuliyyəti və objektivliyi artırmağa yardımçı olması üçün dərəcələndirilir.

Çəkili ekspert qiymətləndirmə üsulu aşağıdakı üç əsas addımdan ibarətdir:

1. Expert Seçimi və Təyinatı - Bu addım, məhsul və ya xidmətin qiymətləndirilməsində iştirak edəcək ekspertlərin seçilməsi ilə başlayır. Bu ekspertlər, həm sənaye təcrübəsinə malik olan, həm də mütəxəssislik sahəsində özünü göstərən şəxslər olmalıdır. Həmçinin, mümkün olduğu qədər müstəqil və müstəsna fikirləri olan insanlar seçilməlidir.

2. Qiymətləndirilmə və Dəyərləndirilmə - Seçilmiş ekspertlər, məhsulün və ya xidmətin müxtəlif aspektlərini dəyərləndirmək üçün müvafiq bir dəyərləndirmə formulu və ya qiymətləndirilmə skalaması ilə təmin edilir. Bu dəyərləndirmə formulu, qiymətləndirilməli məhsulün xüsusiyyətlərini (keyfiyyət, performans, funksionallıq, rəqabət, müştəri yaradıcı cəhətləri kimi) qiymətləndirməyə kömək edir. Ekspertlər, məhsulün hər bir aspektini objektiv və müstəqil şəkildə qiymətləndirirlər. Hər bir ekspert öz qiymətləndirməsini hazırlayır və digər ekspertlərlə müqayisə etmək üçün təqdim edir.

3. Nəticələrin Toplanması və Analiz - Son addımda, bütün ekspert qiymətləndirmələri toplanır və analiz edilir. Bu proses, əgər mümkünsə, ən doğru və objektiv nəticəni əldə etmək üçün məqsədinə uyğun olaraq təkrarlanır. Nəticələr genelliklə ortalama və ya ağırlıqlı orta qiymət kimi təqdim edilir.

Məsələnin Tətbiqi - Məsələnin tətbiqi üzrə, təsəvvür edək ki, bir istehsalçı yeni bir texnologiyaya əsaslanan bir məhsulu mətbuat və ya elektronik media vasitəsi ilə tanıtdı. Bir komissiya, məhsulun inkişafı, effektivliyi, istifadə səmərəliliyi və müştəri rəyləri əsasında dəyərləndirilməsi üçün beş mütəxəssisi seçir. Hər bir ekspert, müəyyən bir dəyərləndirmə formulu istifadə edir və məhsulun hansısa aspektində 10 balıq bir qiymət verir. Bu dəyərlər toplanır, orta qiymət hesablanır və nəticələr məhsulun marketinq planı və sərgi edilmə qarşısında əsaslı rəyi təşkil edir.

**63. Cüt-cüt müqayisə metodu**

Cüt-cüt müqayisə metodu (PCM) alternativləri qiymətləndirmək və sıralamaq üçün sistem analizində istifadə olunan bir vasitədir. Bu, hər bir elementin bir-biri ilə cüt-cüt müqayisəsi və onun nisbi üstünlüklərinin müəyyən edilməsinə əsaslanır.

Metodun mərhələləri:

1. Alternativlər toplusunun tərifi:
   * Problemin bütün mümkün həll yollarını sadalayın.
2. Qiymətləndirmə meyarlarının hazırlanması:
   * Alternativləri müqayisə etmək üçün istifadə ediləcək amilləri müəyyənləşdirin.
3. Cüt müqayisə matrisinin qurulması:
   * Sətir və sütunların alternativləri təmsil etdiyi cədvəl yaradın.
   * Hər bir xanada sətir və sütun başlıqlarında göstərilən iki alternativdən hansının bu meyara uyğun olaraq üstünlük təşkil etdiyini göstərin.
   * Tercihlərin kəmiyyətini müəyyən etmək üçün dəyər şkalasından istifadə edin (məsələn, 1-dən 5-ə qədər).
4. Nəticələrin təhlili və şərhi:
   * Müxtəlif üsullardan (məsələn, cəmi metodu və ya xüsusi dəyər metodu) istifadə edərək hər bir alternativin çəkisini (prioritetini) hesablayın.
   * Ən üstünlük verilən alternativləri müəyyən etmək üçün nəticələri təhlil edin.

**64. Cüt-cüt müqayisə metodu ilə nəqliyyat problemi**

**Алгоритм:**

1. **Определите источники, пункты назначения и объемы перевозок.**
2. **Создайте матрицу попарных сравнений.**
   * В каждой ячейке матрицы укажите, **какой маршрут (из i-го источника в j-й пункт назначения) предпочтительнее** по сравнению с другим, с учетом транспортных затрат, расстояния, пропускной способности и других relevantных факторов.
   * Используйте шкалу значений для количественной оценки предпочтений (например, от 1 до 5).
3. **Рассчитайте вес (приоритет) каждого маршрута.**
   * Суммируйте значения в столбцах матрицы.
   * Маршрут с **наибольшим весом** будет иметь **наибольший приоритет**.
4. **Определите допустимый план перевозок.**
   * Распределите объемы перевозок по маршрутам, **начиная с маршрута с наибольшим приоритетом**,
   * Учитывайте ограничения по источникам, пунктам назначения и пропускной способности.
5. **Повторите шаги 3 и 4,** пока не будут распределены все объемы перевозок.

**Пример:**

Предположим, что необходимо перевезти 100 единиц продукции из 2-х источников (A и B) в 3 пункта назначения (C, D и E). Транспортные затраты на единицу продукции представлены в следующей таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **C** | **D** | **E** |
| A | 10 | 15 | 20 |
| B | 20 | 12 | 18 |

drive\_spreadsheetЭкспортировать в Таблицы

**Матрица попарных сравнений:**

| AC | AD | AE | BC | BD | BE |

|---|---|---|---|---|---|

| AC | - | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 |

| AD | 1 | - | 4 | 1 | 3 | 2 |

| AE | 2 | 3 | - | 1 | 2 | 1 |

| BC | 4 | 3 | 2 | - | 2 | 1 |

| BD | 1 | 2 | 1 | 3 | - | 2 |

| BE | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | - |

**Расчет приоритетов:**

| | AC | AD | AE | BC | BD | BE | Сумма |

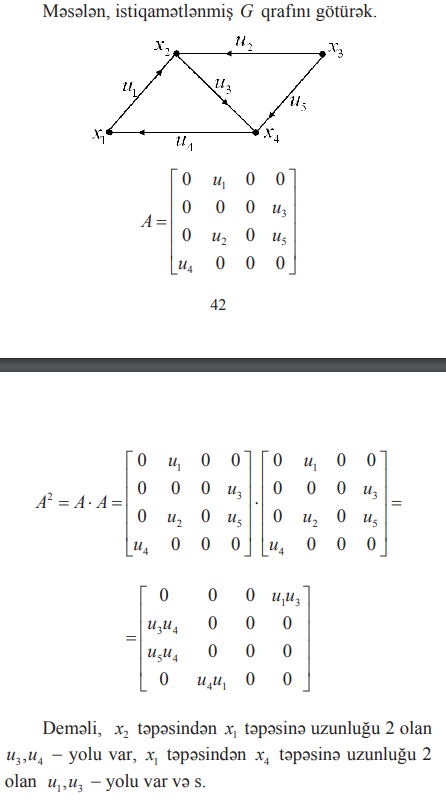
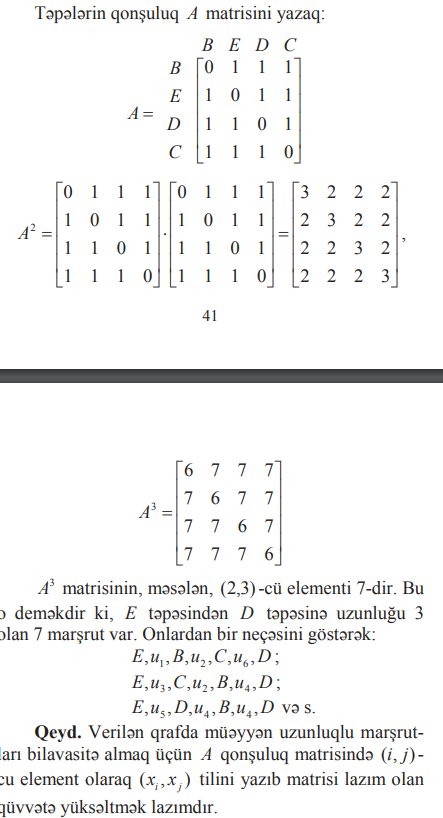
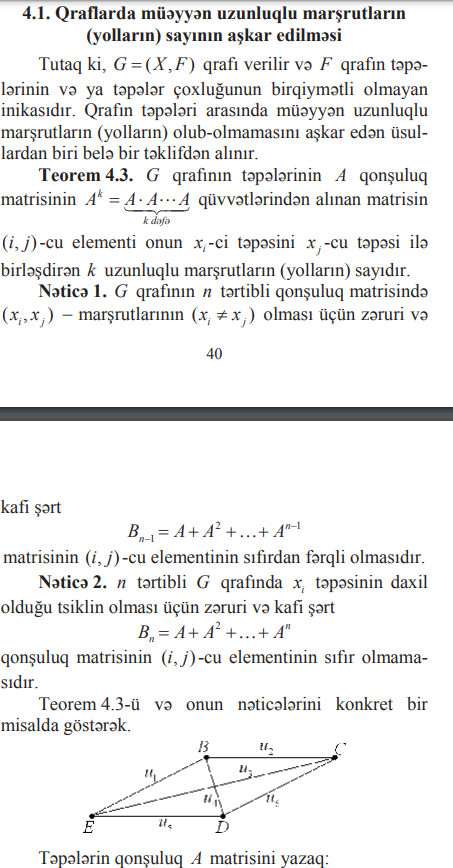
|---|---|---|---|---|---|---|

| Приоритет | 8 | 7 | 6 | 7 | 6 | 5 | 39 |

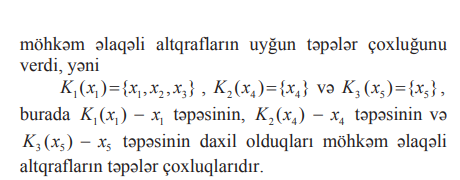
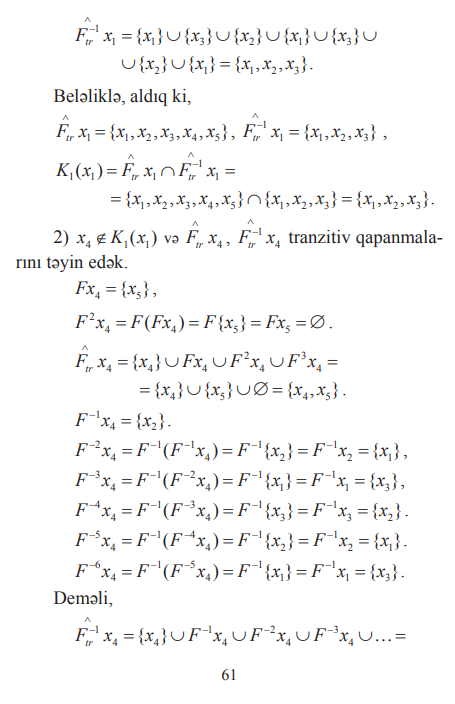
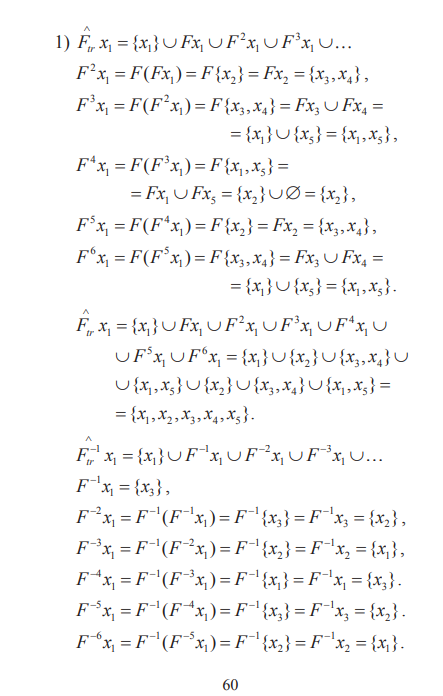
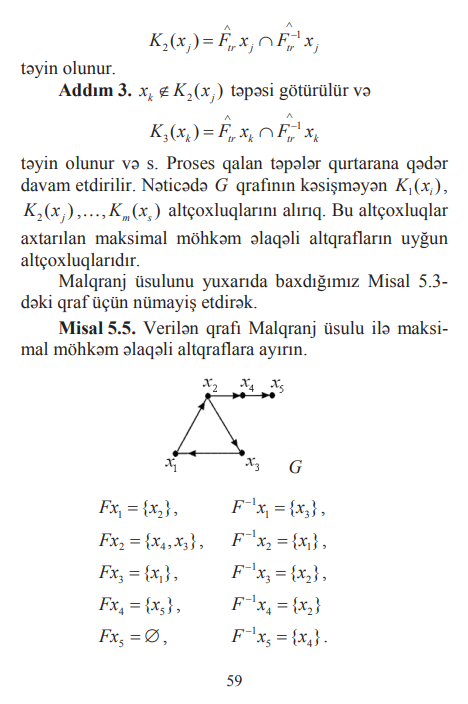
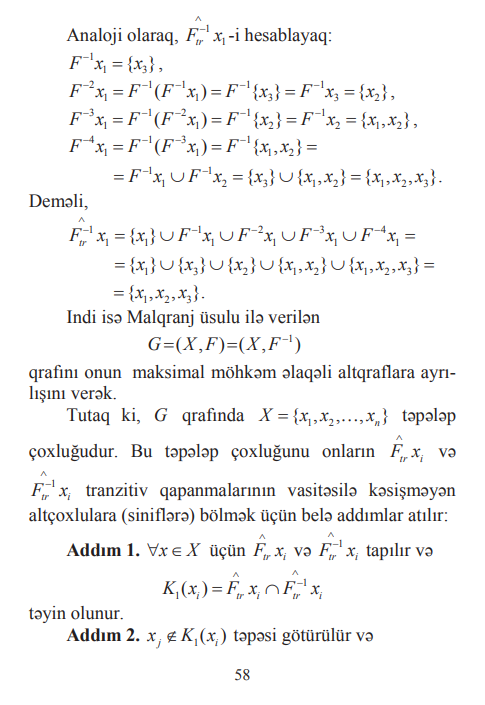
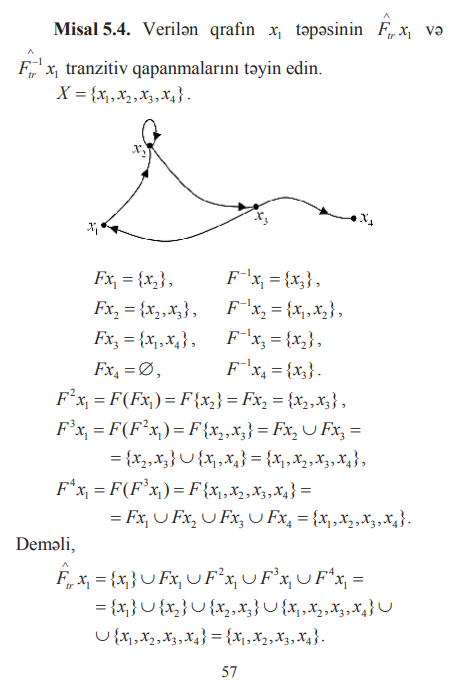
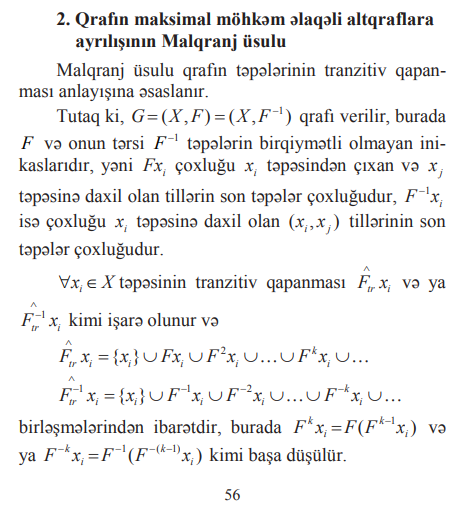
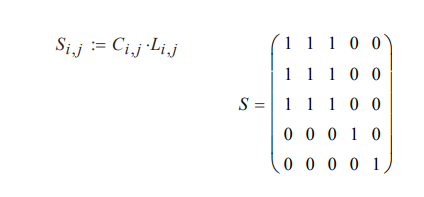
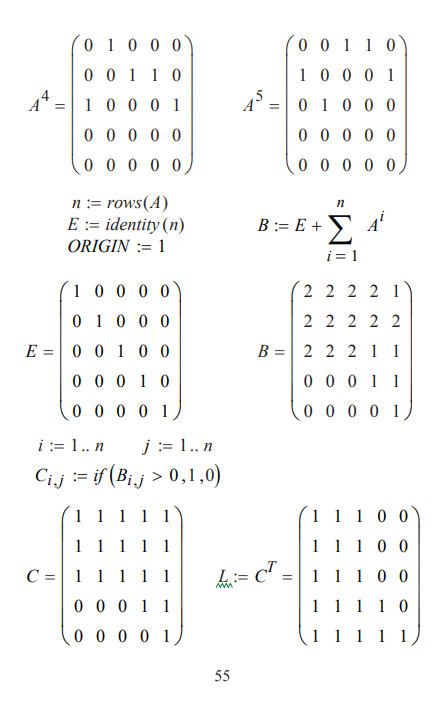
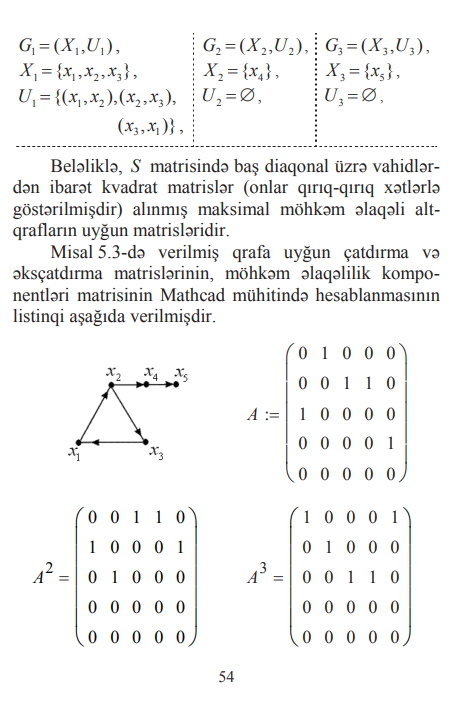
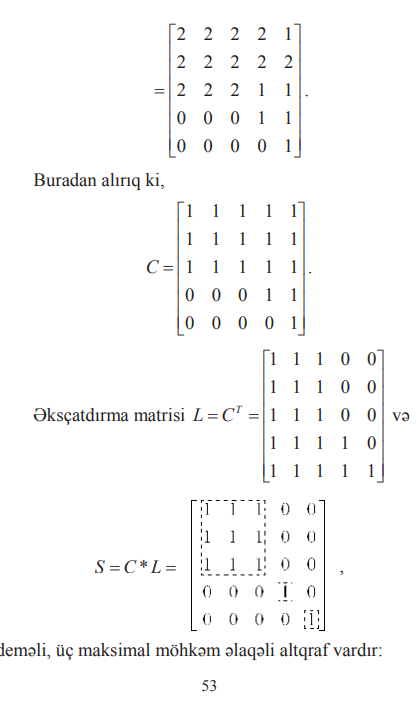
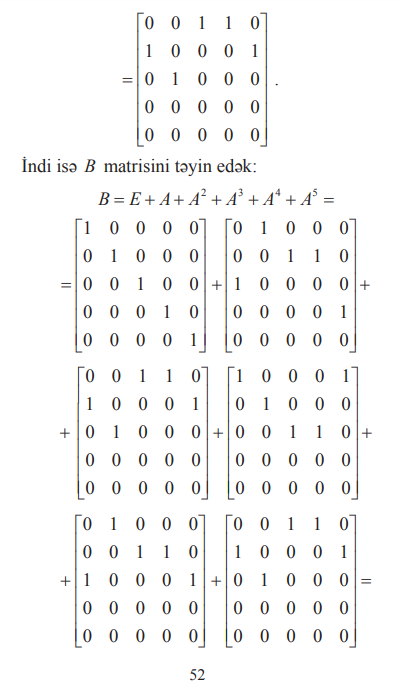
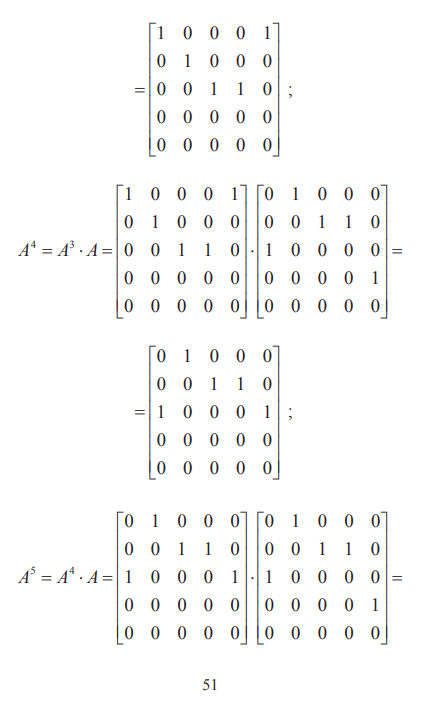
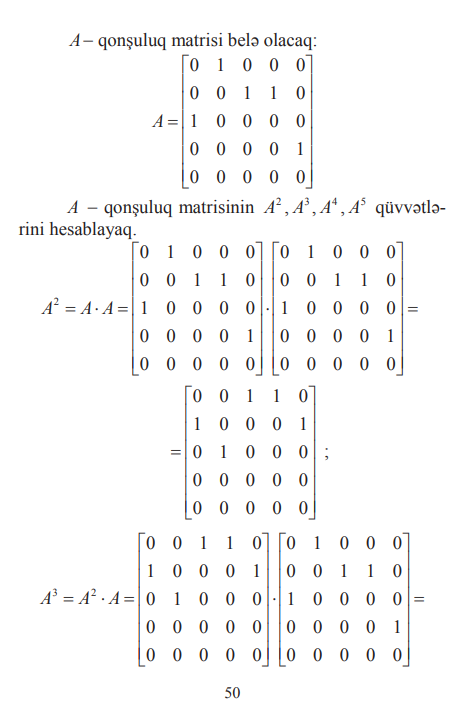
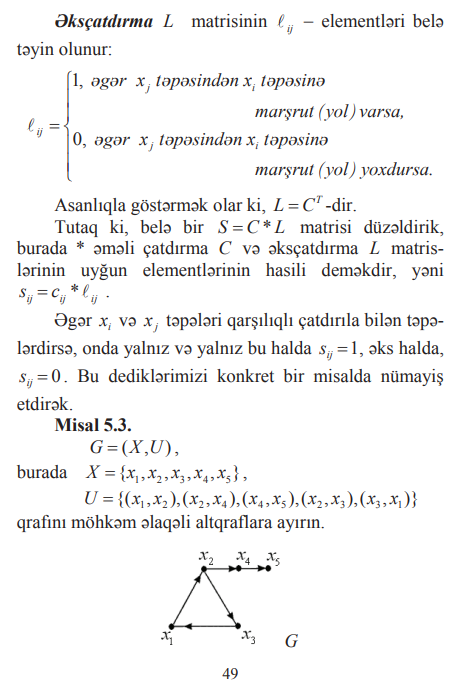
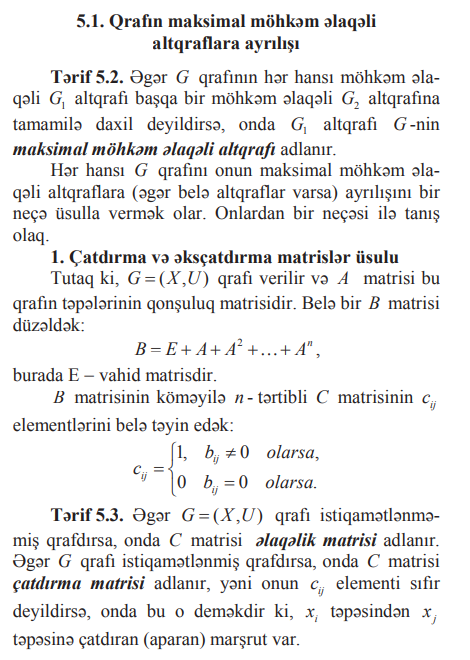
**План перевозок:**

1. **AC:** Перевезти 50 ед. из A в C (максимально возможный объем, не превышающий 50 ед. в A и 50 ед. в C).
2. **BD:** Перевезти 30 ед. из B в D (максимально возможный объем, не превышающий 30 ед. в B и 30 ед. в D).
3. **AD:** Перевезти 20 ед. из A в D (оставшиеся 20 ед. из A).
4. **BE:** Перевезти 20 ед. из B в E (оставшиеся 20 ед. из B).
5. **AE:** Перевезти 10 ед. из A в E (оставшиеся 10 ед. из A).

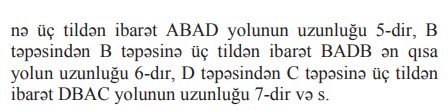
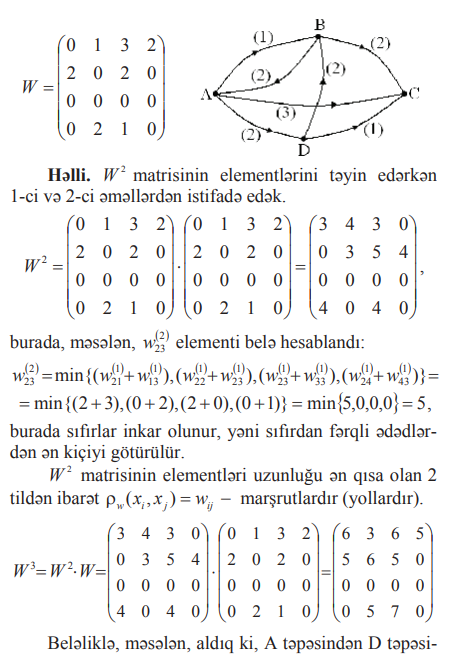
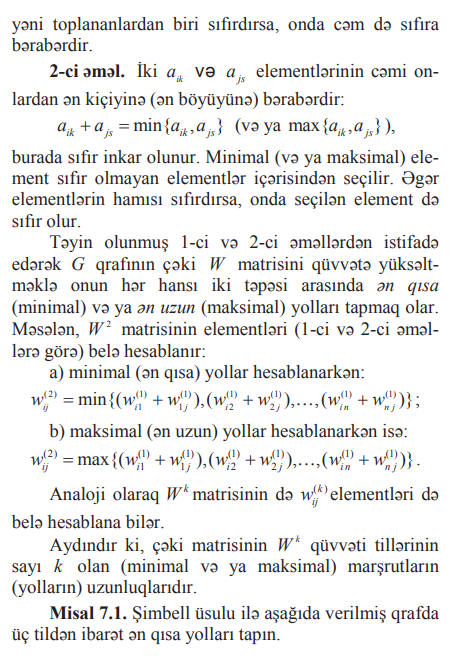
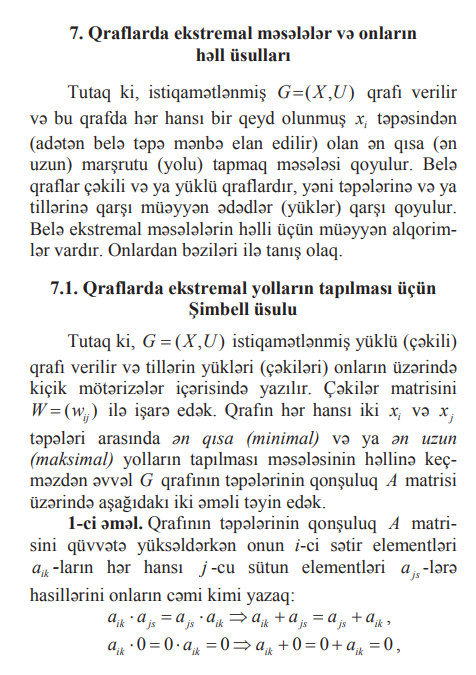
**75. Qraflarda müəyyən uzunluqlu marşrutların sayının aşkar edilməsi**



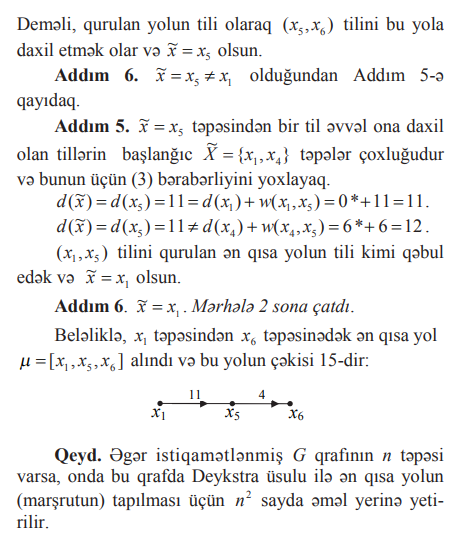
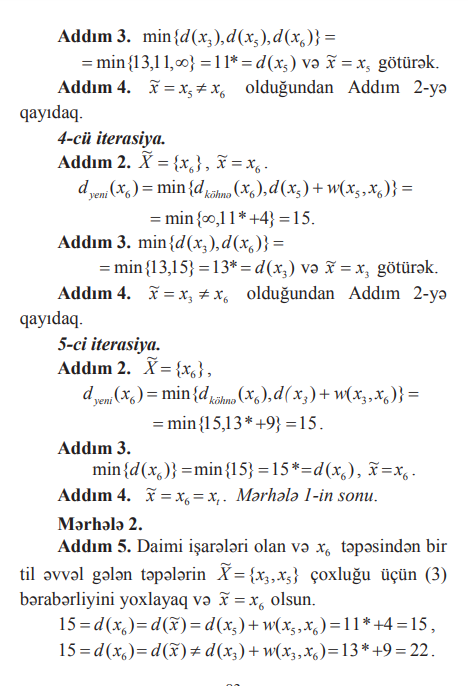
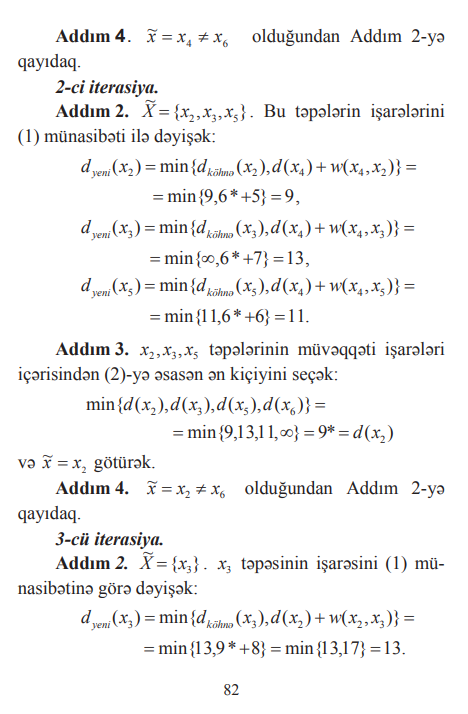
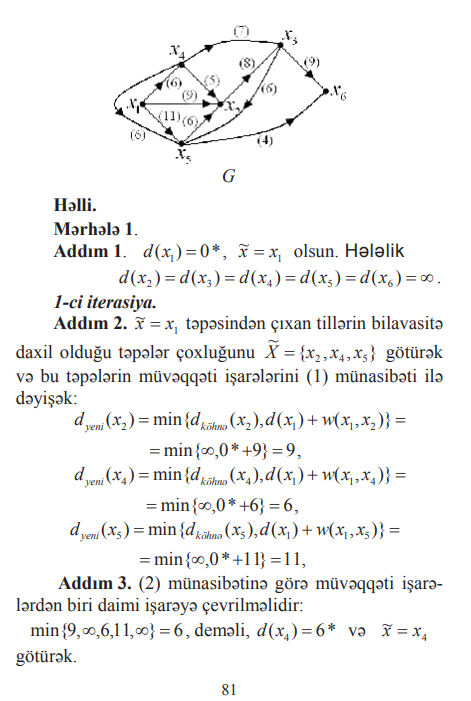
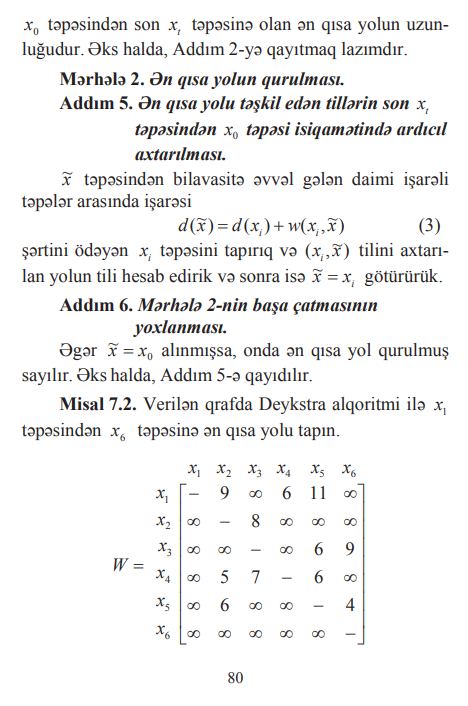
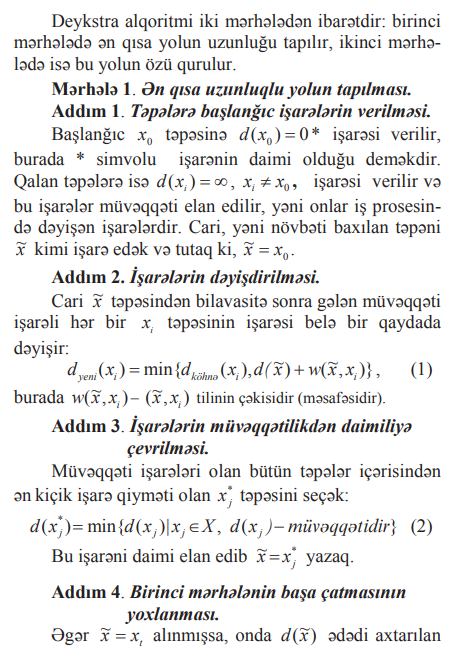
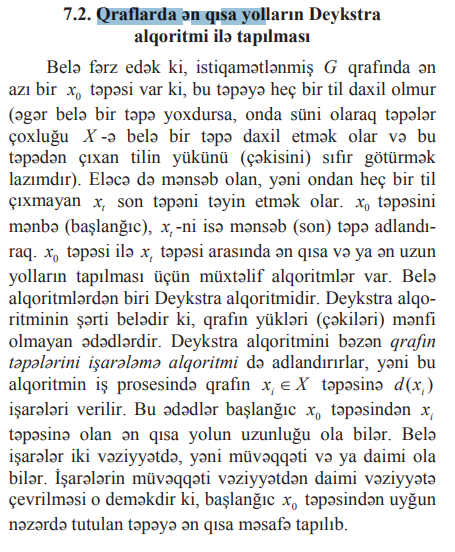
**78. Qrafın maksimal möhkəm əlaqəli altqraflara ayrılışı**



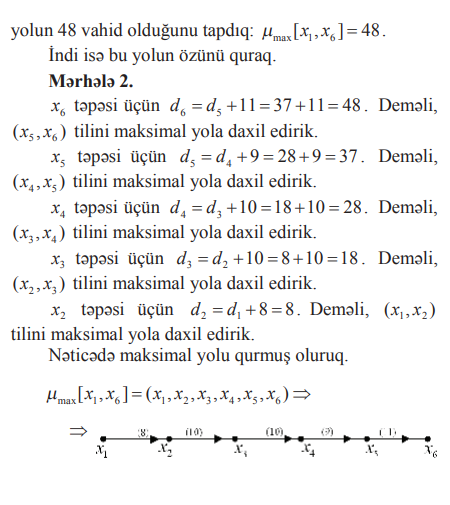
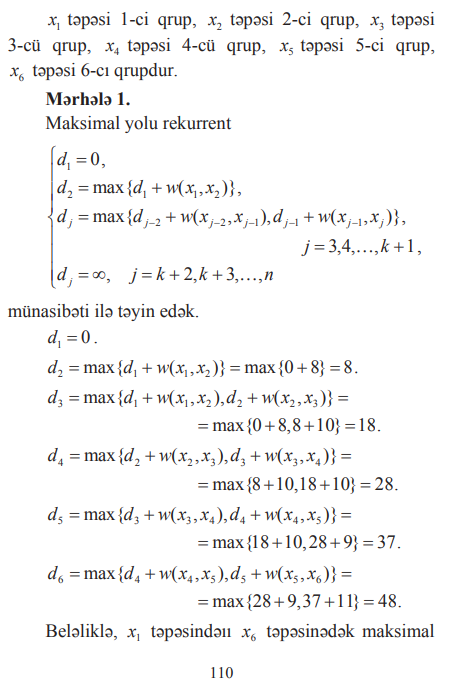
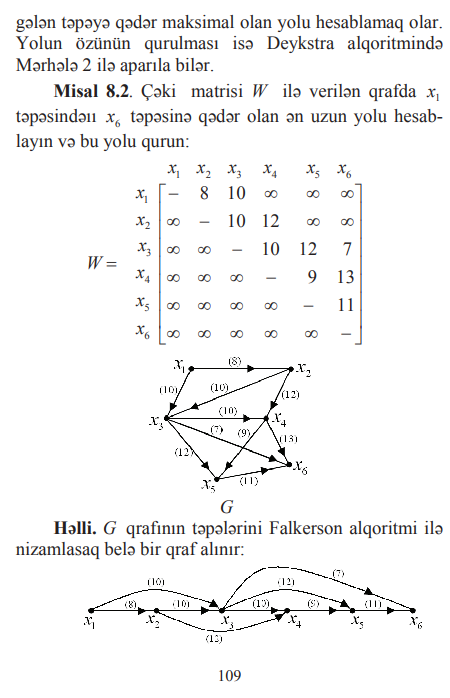
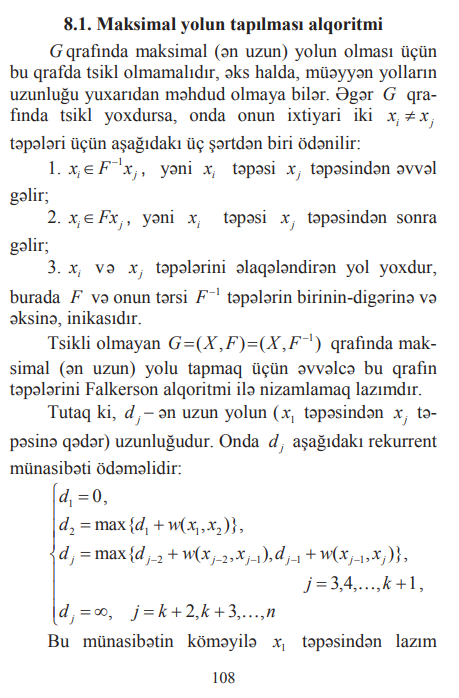
**79-80. Qraflarda ekstremal məsələlər və onların həll üsulları**



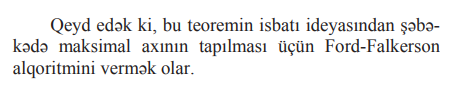
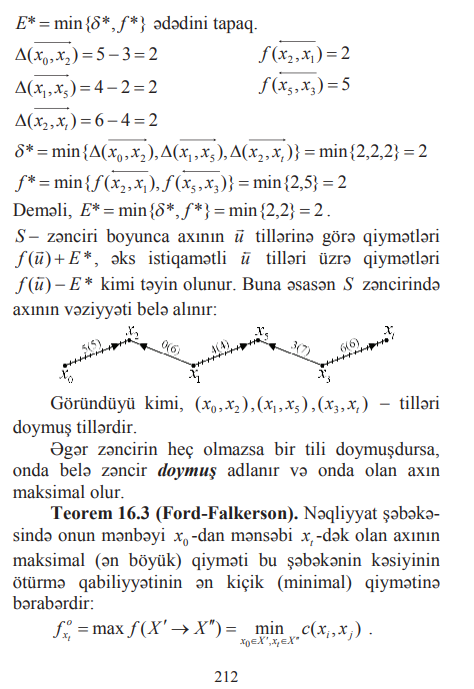
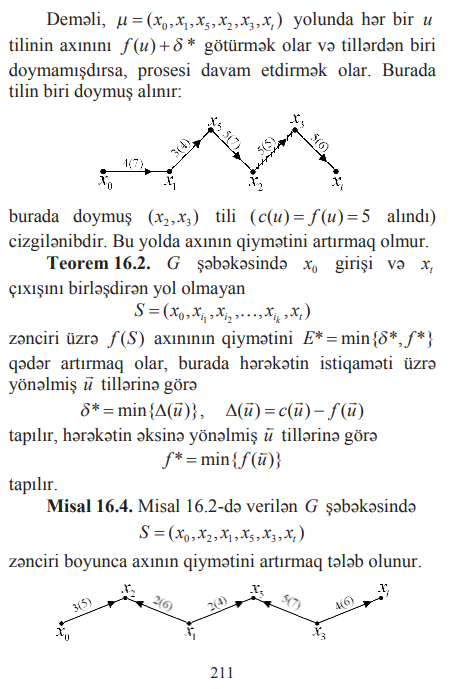
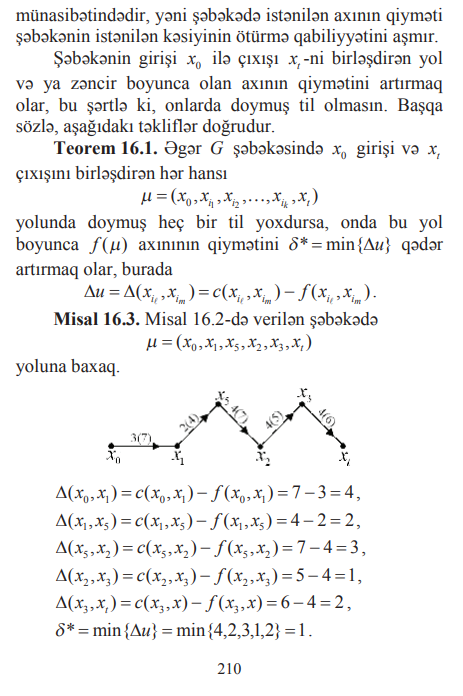
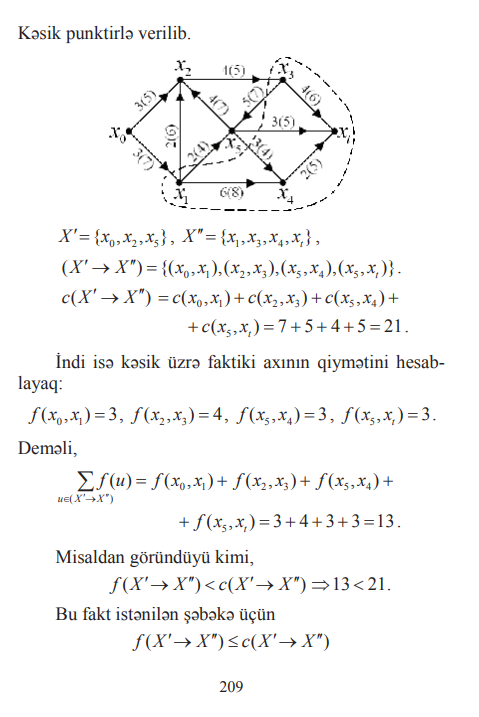
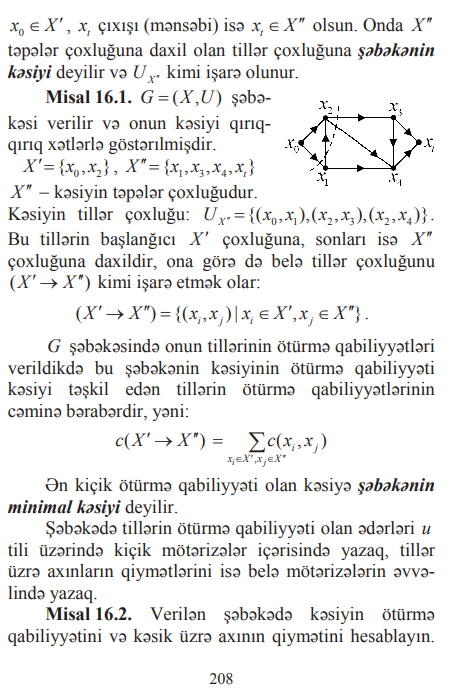
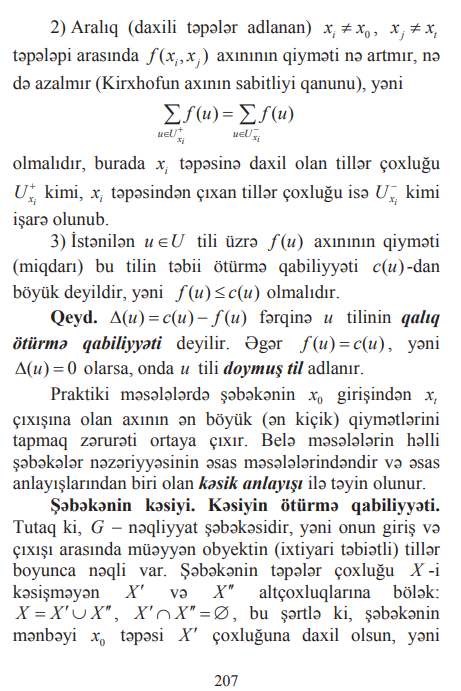
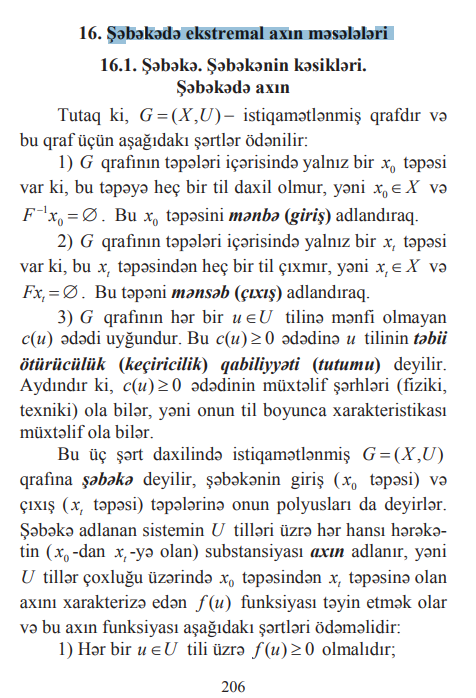
**82. Qraflarda ən qısa yolların Deykstra alqoritmi ilə tapılması**



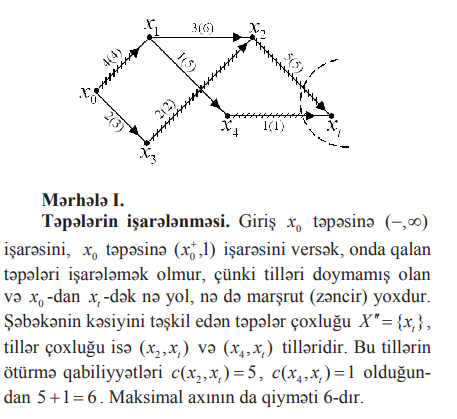
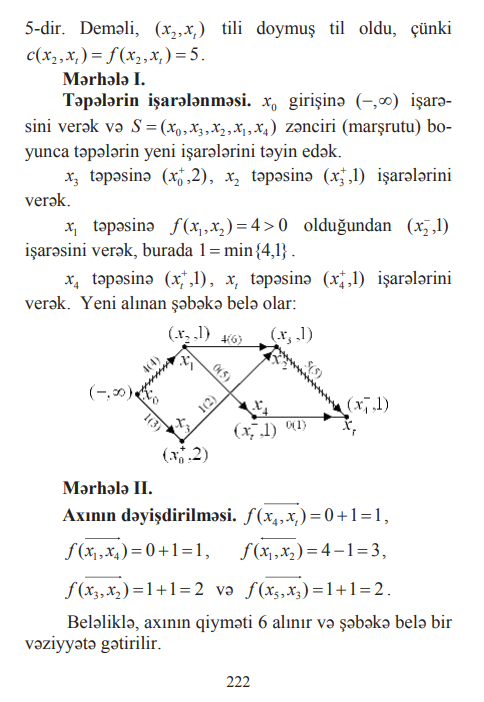
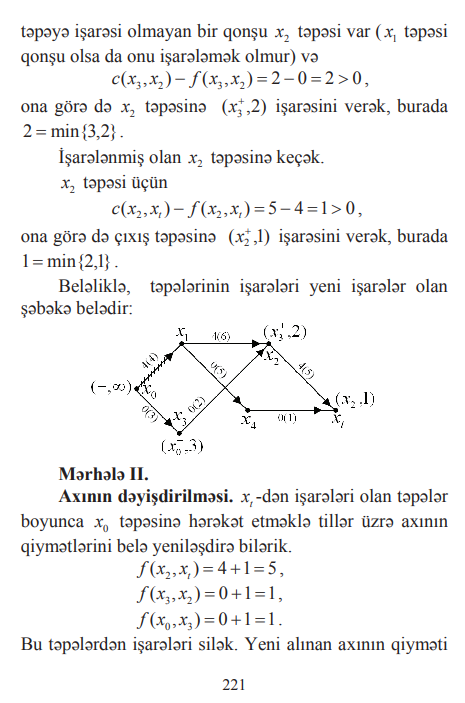
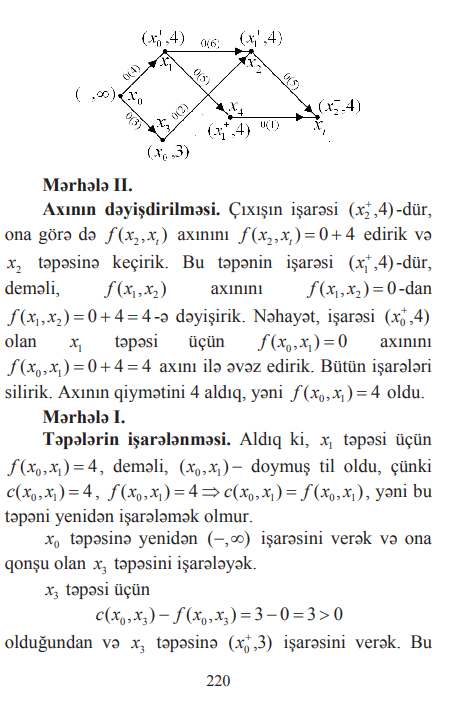
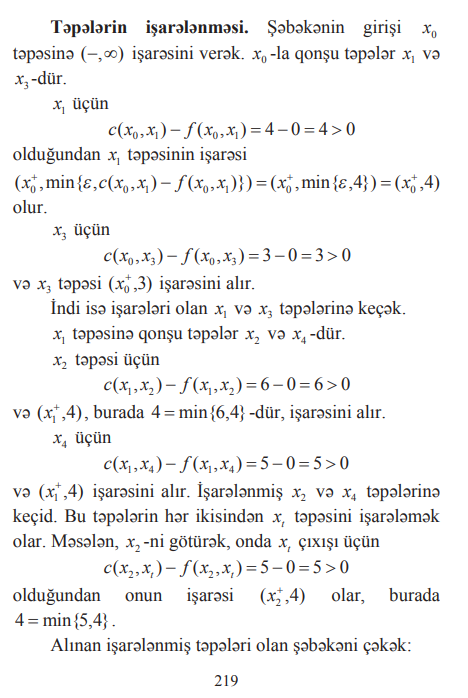
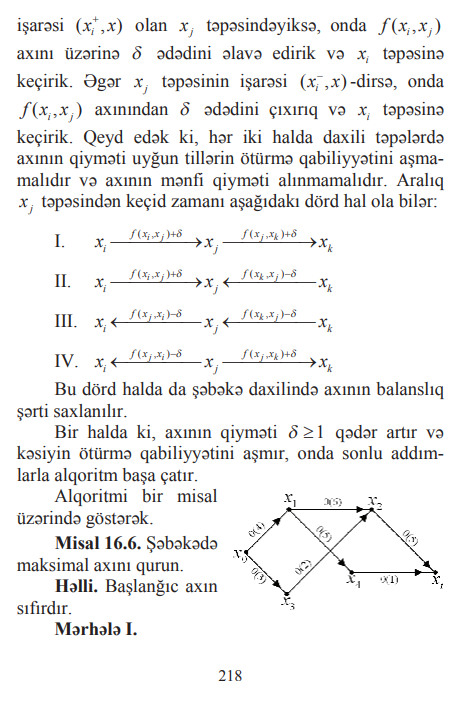
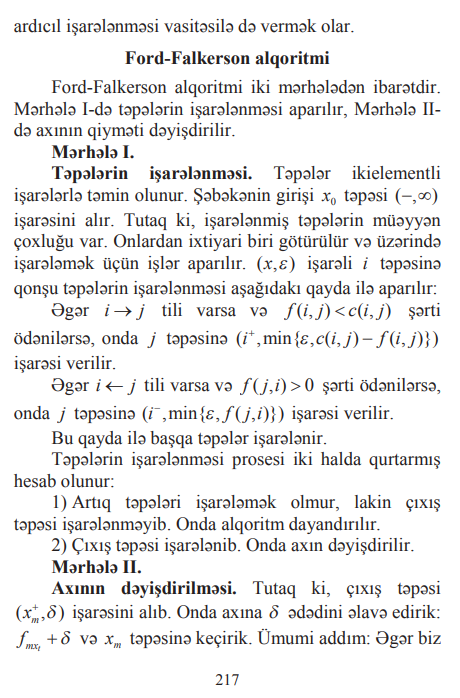
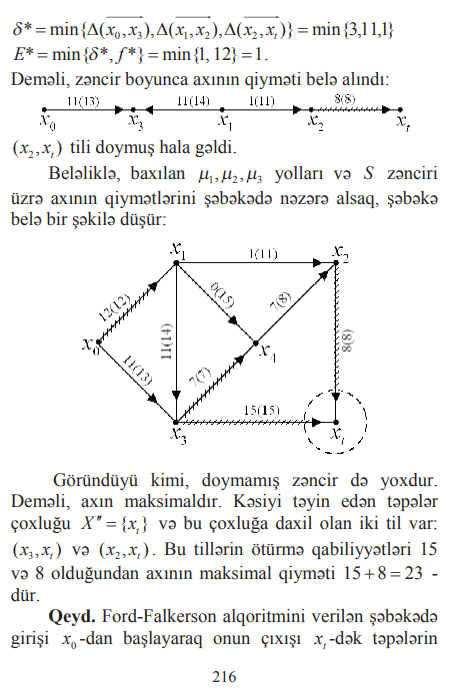
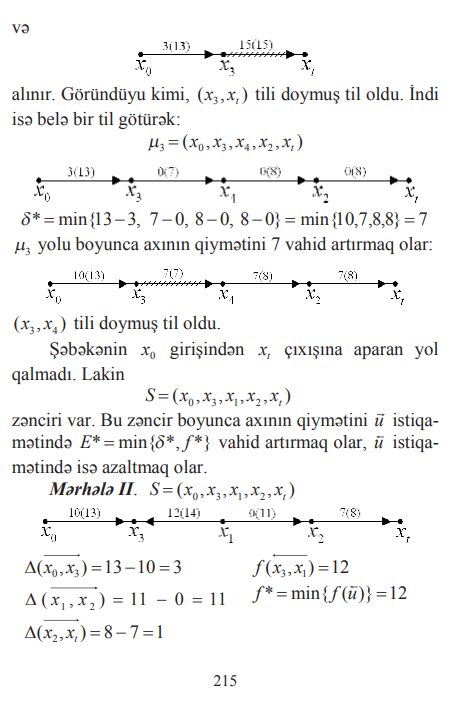
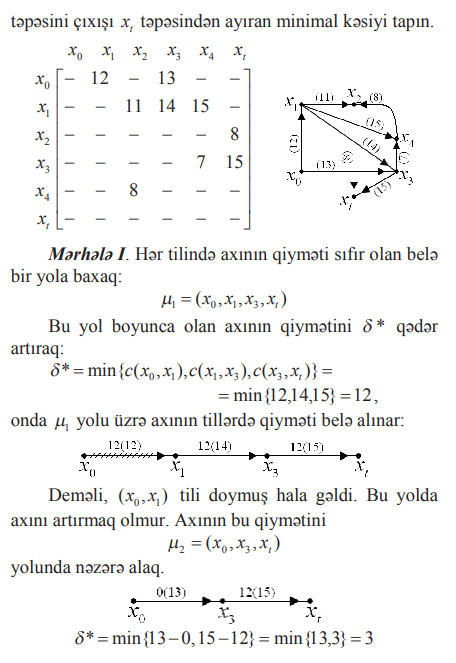
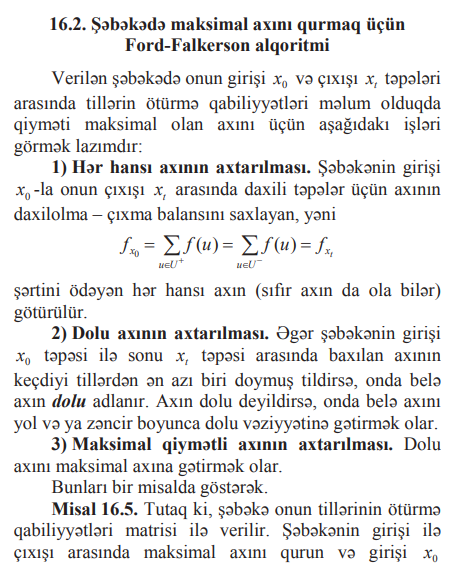
**83. Maksimal yolun tapılması alqoritmi**



**84. Şəbəkədə ekstremal axın məsələləri**



**85. Şəbəkədə maksimal axını qurmaq üçün Ford-Falkerson alqoritmi**



**86. Şəbəkədə minimal axının axtarılması**

