

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI**

*Əlyazması hüququnda*

**FƏALİYYƏTLƏRİ BİLİKLƏRLƏ TƏSVİR OLUNAN  
TEXNİKİ SİSTEMLƏRİN PETRİ ŞƏBƏKƏLƏRİ İLƏ  
TƏDQIQI**

İxtisas: 3338.01 – Sistemli analiz, idarəetmə və informasiyanın  
işlənməsi (modelləşdirmə və idarəetmə)

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Elmira Əliş qızı Nəsirova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş  
dissertasiyanın

**AVTOREFERATI**

**Bakı – 2024**

Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin "İnformasiya Texnologiyaları və proqramlaşdırma" kafedrasında yerinə yetirilmişdir.


Elmi rəhbər: texnika üzrə elmlər doktoru, professor  
**Məhəmməd Aydın oğlu Əhmədov**

Rəsmi opponetlər: texnika üzrə elmlər doktoru, dosent  
**Kəmalə Rafiq qızı Əliyeva**

texnika üzrə elmlər doktoru, dosent  
**Zərifə Qasım qızı Cəbrayılova**

texnika üzrə elmlər doktoru, dosent  
**Yadigar Nəsim oğlu İmamverdiyev**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.48 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: AMEA-nın müxbir üzvü,  
texnika elmləri doktoru, professor  
  
**Rafiq Əziz oğlu Əliyev**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:   
**Akif Vəli oğlu Əlizadə**

Elmi seminarın sədri: texnika elmləri doktoru, professor  
**Tərhan Səməd oğlu Abdullayev**



## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** ÇİS-lərin layihələndirilməsi təcrübəsi göstərir ki, onların layihə etmə mərhələlərində müxtəlif təyinatlı – texnoloqlar, konstruktorlar, avtomatlaşdırma üzrə mütəxəssislər və s., qarşılıqlı əlaqədə və birgə fəaliyyət göstərməlidirlər. Odur ki, onların hər birinin qarşısına qoyulan məqsədə nail olmaq üçün müxtəlif layihələndirmə mərhələlərindəki ideyalarının realizasiyası əsasən son sınaq mərhələsində özünü doğrultmur və yaxud müəyyən çatışmazlıqlarla müşayiət olunur. Eyni zamanda nəzərə almaq lazımdır ki, orta mürəkkəb səviyyəli ÇİS bir-biri ilə ortaq işçi zonalarda qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən və idarə olunan çoxsaylı mexatron qurğular, emal mərkəzləri, proqramla idarə edilən dəzgahlar, nəqliyyat və anbar sistemlərinin və s. toplusundan ibarətdir və onların kompleks şəkildə sınaqlarının aparılması tələb olunur. Baxmayaraq ki, ayrı-ayrı komponentlərin fiziki modellərinin fəaliyyətlərinin sınaqları mümkündür, ancaq onların kompleks şəkildə koordinasiyalı və sinxronlaşdırılmış idarə olunmasında mexatron qurğuları ortaq işçi zonalarda qəza situasiyaları ilə müşayiət oluna bilirlər.

Göstərilən və digər nəzərə alınmayan qüsurların ilkin və növbəti layihələndirmə mərhələlərində qarşısının alınması üçün kompüter modelləşdirilməsi üsullarının layihələndirilən ÇİS-in sistemotexniki layihələndirmə (texniki tapşırıq, eskiz və texniki) mərhələsində tətbiqi ilə kompüter eksperimentləri vasitəsilə layihələndirilməsinin məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi perspektivli istiqamət hesab edilir.

Hal-hazırda ÇİS-in konstruktiv modelləşdirilməsi və avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsini təmin edən müxtəlif təyinatlı sistemlər işlənmişdir. Eyni zamanda ÇİS-lərin idarəedilməsi model və alqoritmlərinin müxtəlif təyinatlı avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətləri yaradılmışdır. Mürəkkəb xarakterli sistemlərin kompleks şəkildə tədqiqi üçün imitasiya modelləşdirilməsi və nəticələrin animasiya üsulları ilə təsvirindən də istifadə edilir. Göstərilən sistemlərin hər birinin üstün və çatışmayan xüsusiyyətləri mövcuddur və onların təkmilləşdirilməsi istiqamətində mütəmadi olaraq elmi-

tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsi davam edir. Göstərilən tədqiqat işləri ənənəvi olaraq iki fərqli istiqamətdə - konstruktiv və idarəetmə, layihələndirmə mərhələlərində müxtəlif təyinatlı mütəxəssislər tərəfindən yerinə yetirilirdi və əksər hallarda ilkin ideyalar ÇİS-in kompleks şəklində sınaq və tətbiq mərhələlərində özlərini doğrultmurdu, bu da son nəticədə əlavə xərclərlə müşayiət olunurdu. Bu nöqtəyi-nəzərdən ÇİS-in ilkin layihələndirmə mərhələsində kompüter modelləşdirilməsi üsullarından istifadə etməklə kompleks şəkildə tədqiqatı həyata keçirən və ÇİS-in layihələndirilməsinin məqsədəuyğunluğunu qiymətləndirməyə imkan verən "Fəaliyyətləri biliklərlə təsvir olunan texniki sistemlərin Petri şəbəkələri ilə tədqiqatı" adlı dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığını göstərmək olar.

**Tədqiqatın obyektı və predmeti.** Dissertasiya işində tədqiqat obyektı kimi mexaniki emal sahəsinin çevik istehsal sistemi seçilmişdir. ÇİS-nin misalında ilkin layihələndirmə mərhələsində onun komponentlərinin kompüter modelləşdirilməsi üsulları ilə avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi və idarəedilməsinin müxtəlif təyinatlı modelləşdirmə üsulları ilə təsviri və Petri şəbəkəsi ilə kompleks şəkildə tədqiqat edilərək, yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi məsələləri araşdırılır və işlənir.

**Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri.** Fəaliyyətləri biliklərlə təsvir olunan texniki sistemlərin ilkin layihələndirmə mərhələlərində yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi üçün avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin və sistemin kompleks şəklində fəaliyyətinin kompüter eksperimentlərinin Petri şəbəkəsi ilə tədqiqatın model və alqoritmlərinin işlənməsidir.

Göstərilən məqsədə nail olmaq üçün dissertasiya işində aşağıdakı həlli tələb olunan məsələlər müəyyən edilmişdir:

✓ Mürəkkəb texniki sistemlər kateqoriyasına aid edilən ÇİS-lərin fəaliyyətlərinin müxtəlif modelləşdirmə üsulları ilə təsvirinin Petri şəbəkəsi ilə tədqiqatı avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin (ALA) alt sistemlərinin qarşılıqlı əlaqələrinin ümumiləşdirilmiş strukturunun işlənməsi;

✓ ÇİS-nin idarəedilməsinin modelləşdirilməsi və tədqiqatı avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturasının işlənməsi;

✓ Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal sahəsinin mövcud komponentlərin sxeminin analizi və ÇİS-nin komponentlərin sxeminin işlənməsi;

✓ Mexaniki emal ÇİS-nin kompleks şəkildə tədqiqi üçün tipikləşdirilmiş standart mexatron qurğularından geniş istifadə etmək və obyektlərin spesifik xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla, tələb olunduqda konstruktiv layihələndirmə üsulları ilə qeyri-standart mexatron qurğuların (MQ) kompüter modellərinin işlənməsi;

✓ ÇİS-in mexatron qurğuları və avadanlıqlarının verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması;

✓ ÇİS-nin ÇİM-lərinin kran manipulyatorla (KM) xammal və yarımfabrikatlarla yüklənməsinin produksiya qaydaları və avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun (ANM) sonlu avtomatlarla modellərinin Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritmlərinin işlənməsi;

✓ ÇİS-nin ALA-nın arxitekturasının işlənməsi və Petri şəbəkəsi ilə kompleks şəkildə idarəedilməsinin tədqiqi;

✓ -ÇİS-nin kompleks şəkildə koordinasiya və sinkronlaşdırılmış fəaliyyət alqoritminin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması və idarəetmə alqoritminin işlənməsi.

**Tədqiqat metodları.** İşdə müasir modelləşdirmə üsullarından, süni intellekt elementlərindən, verilənlərin və biliklərin təsviri üsullarından, produksiya qaydaları və sonlu avtomatlar konsepsiyasından, avtomatik idarəetmə və Petri şəbəkəsi nəzəriyyələrindən, çevik istehsal sistemlərinin qurulma və idarəetmə prinsiplərindən istifadə edilmişdir.

### **Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:**

✓ Mürəkkəb texniki sistemlər kateqoriyasına aid edilən ÇİS-nin modelləşdirilməsi, idarəedilməsi və tədqiqi avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturasının işlənməsi;

✓ Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal sahəsinin mövcud komponentlərin sxeminin analizi, avtomatlaşdırılmasına qoyulan tələblərin təyini və ÇİS-nin komponentlərin sxemi şəkildə konstruksiya modelinin işlənməsi;

✓ ÇİS-nin mexatron qurğuları və avadanlıqlarının verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması;

✓ ÇİS-nin mexatron qurğularının və avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun produksiya qaydaları və sonlu avtomatlarla

təsvirlərinin Petri şəbəkəsi modeli ilə tədqiqi alqoritmlər bazasının yaradılması;

✓ ÇİS-nin ALA-nın arxitekturasının işlənməsi və Petri şəbəkəsi ilə kompleks şəkildə ÇİS-nin kompüter modelinin idarəedilməsinin tədqiqi;

✓ -Mexaniki emal ÇİS-nin kompleks şəkildə koordinasiya və sinxronlaşdırılmış fəaliyyət alqoritminin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması və idarəetmə alqoritminin işlənməsi.

### **Tədqiqatın elmi yeniliyi**

✓ Sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində ÇİS-nin biliklərinin semantik informasiya, predmet, riyazi və proqram səviyyələrində bazalarını özündə əks etdirən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir;

✓ Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal sahəsinin avtomatlaşdırılmasına qoyulan tələblər təyin edilmiş, ÇİS-nin komponent sxemi şəklində konstruktiv modeli və struktur - kinematik sxemi işlənmişdir;

✓ Mexaniki emal ÇİS-nin mexatron qurğuları və avadanlıqlarının verilənlər və biliklər bazaları yaradılmış, ÇİS-in mexatron qurğularının və avadanlıqlarının produksiya qaydaları və ANM-un sonlu avtomatlarla təsvirlərinin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi alqoritmləri təklif edilərək işlənmiş və onların biliklər bazası yaradılmışdır;

✓ Mexaniki emal ÇİS-nin ALA-nın arxitekturası işlənmiş və Petri şəbəkəsi ilə mexaniki emal ÇİS-nin kompüter modelinin kompleks şəkildə idarəedilməsi kompüter eksperimentləri ilə tədqiq edilmişdir;

✓ Mexaniki emal ÇİS-nin kompleks şəkildə koordinasiya və sinxronlaşdırılmış fəaliyyət alqoritminin verilənlər və biliklər bazaları yaradılmış və ÇİS-nin real obyektə kompleks şəkildə fəaliyyətinin koordinasiya və sinxronlaşdırılmış idarəetmə alqoritmə işlənmişdir.

**Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.** İşdə alınmış elmi və praktiki nəticələr müxtəlif təyinatlı ÇİS-lərin layihələndirilməsi və yaradılmasının bütün mərhələlərində layihə prosedurlarının qənaətbəxş və tələb olunan səviyyədə yerinə yetirildiyini

əsaslandırmaq üçün istifadə oluna bilər. Eyni zamanda ilkin layihələndirmə mərhələsində sifarişçi ilə icraçı arasında etimad rəyi (votum doveriya) yaranmasında, yəni sonda alınacaq nəticənin kompüter eksperimentləri ilə əvvəlcədən əsasən nümayiş etdirilməsi sifarişçi üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. İşin nəticələri əsasında işlənmiş materiallar uyğun ixtisaslar üzrə tədris prosesində də müvəffəqiyyətlə tətbiq oluna bilər.

**Aprobasiyası və tətbiqi.** Dissertasiyada yerinə yetirilmiş elmi tədqiqatların nəticələri Beynəlxalq və Respublika səviyyəli konfranslarda və Beynəlxalq konqresdə məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur; Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları II Respublika elmi konfransı. (Sumqayıt, 27-28 noyabr, 2012); Материалы Международной научно-технической конференции-Наука, технология, производство-2017. «Прикладная наука как инструмент развития нефтехимических производств». (Уфа, 23-25 мая, 2017); Çevik istehsal sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin interfeysinin biliklər bazasının işlənməsi. İnsan-kompüter qarşılıqlı əlaqəsi mövzusunda Beynəlxalq Şərq Konfransının materialları (Naxçıvan, 2022); Riyaziyyatın Fundamental Problemləri və İntellektual Texnologiyaların Təhsildə Tətbiqi, II Respublika Elmi konfrans materialları (Sumqayıt, 2022); Riyaziyyatın nəzəri və tətbiqi problemləri III beynəlxalq elmi konfransın materialları, (Sumqayıt, 2023); Международный научно-технический конгресс “Интеллектуальные системы и информационные технологии”. (Россия, Геленджик, Дивноморское, 1-7 сентября, 2023).

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.** Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin İnformasiya Texnologiyaları və proqramlaşdırma kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

**Dissertasiya işinin həcmi və strukturu.** İş girişdən, dörd fəsildən, nəticədən, istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından və əlavədən ibarətdir. İşin əsas məzmunu 164 səhifə, 19 şəkil, 1 cədvəldən ibarətdir. Ədəbiyyat siyahısında 121 adda mənbə göstərilmişdir. İşin əsas məzmunun həcmi 181000 işarədən ibarətdir. O cümlədən: Giriş - 29400 işarə, I fəsil - 51800 işarə, II fəsil - 29000 işarə, III fəsil - 42000 işarə, IV fəsil - 27000 işarə, Nəticə - 2165 işarə.

## IŞIN MƏZMUNU

**Girişdə** dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın obyektı və predmeti, işin məqsədi və həlli tələb olunan məsələlər müəyyən edilmiş, tədqiqat üsulları, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, elmi yeniliklər, işin praktiki əhəmiyyəti və aprobasiyası, elmi nəşrlər və dissertasiya işinin fəsilər üzrə qısa xülasəsi verilmişdir.

**Birinci fəsil** problemin mövcud vəziyyətinin araşdırılmasına və məsələnin qoyuluşuna həsr edilmişdir. Bu məqsədlə ədəbiyyat mənbələrinə və təcrübəyə istinadən texniki sistemlərin fəaliyyətlərinin biliklərlə təsvirinin müasir vəziyyətinin analizi üç əsas istiqamət üzrə aparılmışdır: kompüterdə biliklərin təsviri modellərinin xüsusi formalizmlərinin təsnifatı; kompüterdə biliklərin təsviri modellərinin texniki sistemlərin modelləşdirilməsində tətbiqi və layihələndirmə mərhələsində texniki sistemlərin Petri şəbəkələri ilə tətbiqinin müasir vəziyyətinin analizi.

Dissertasiya işinin məqsədi formalaşdırılmış və bu məqsədə nail olmaq üçün həlli tələb olunan məsələlər müəyyən edilmişdir.

**İkinci fəsil** texniki sistemlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə mərhələlərinin əsas xassələri və onların modelləşdirmə üsulları ilə tədqiqinə qoyulan tələbatların təyini məsələlərinə həsr edilmişdir.

Göstərilmişdir ki, istənilən obyektin layihələndirilməsində avtomatlaşdırma üsullarından istifadə olunmasından asılı olmayaraq ənənəvi layihələndirmə mərhələləri ardıcıl olaraq yerinə yetirilməlidir.

Təcrübə göstərir ki, layihələndirilən obyektin yaşama, yəni istismarda olma müddəti, istismara kimi olan layihələndirmə mərhələlərinin həll olunma müddətlərinin qısaltılması istiqamətindəki görülən tədbirlərdən asılıdır. Bu tədbirlər sırasında üç əsas məsələ xüsusi əhəmiyyət kəsb edir: layihələndirmə prosedurlarının tipikləşdirilməsi, optimallaşdırılması və avtomatlaşdırılması.

Odur ki, layihələndirmə prosesinin səmərəliliyini yüksəltmək üçün göstərilən üç məsələnin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə, kompleks şəkildə, bütün mərhələlərdə yerinə yetirmək lazımdır. Kompüter texnikasının, onların əsasında informasiya texnologiyalarının müasir



inkişaf səviyyəsi imkan verir ki, göstərilən problem qismən və ya tam şəkildə yerinə yetirilsin.

Mürəkkəb sistemlər kateqoriyasına aid edilən ÇİS-lərin layihələndirilməsi müxtəlif təyinatlı mütəxəsislər tərəfindən iki əsas istiqamətdə - konstruktiv və idarəetmə, həyata keçirilir.

Hal-hazırda çoxlu sayda tipik, standart və qeyri-standart layihələr və onların idarəetmə sistemləri işlənmişdir. Bütün bunlara baxmayaraq, bu istiqamətlər bir-birindən asılı olmayaraq, ayrı-ayrılıqda inkişaf etmişdir.

Kompüter texnikasının inkişafının müasir səviyyəsi, səmərəli modelləşdirmə üsullarından istifadə etməklə bu istiqamətləri həm ayrı-ayrılıqda, həm də kompleks şəkildə tədqiq etməklə sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində ( texniki tapşırıq, eskiz və texniki layihələndirmə) onların yaradılmasının məqsədəuyğunluğunu kompüter eksperimentləri ilə tədqiq etmək zərurəti yaranır.

İşdə fəaliyyətləri müxtəlif təyinatlı modelləşdirmə üsulları ilə təsvir olunan ÇİS-nin kompleks şəkildə fəaliyyətinin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi alətinin riyazi, alqoritmik, proqram, texniki, informasiya-axtəriş təminatları alt sistemlərinin qarşılıqlı əlaqələrinin ümumiləşdirilmiş strukturuna baxılmışdır.

ÇİS-in ALA-nın alt sistemlərinin qarşılıqlı əlaqələrinin ümumiləşdirilmiş strukturunun analizindən görünür ki, ÇİS-in kompleks şəkildə avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi iki əsas istiqamətdə həyata keçirilməlidir: standart və konstruktiv layihələndirmə əsasında yaradılmış qeyri-standart mexatron qurğuların kompüter modelləri bazalarının yaradılması (konstruktiv modelləşdirmə); ÇİS-in kompanovka sxemi şəklində kompüter modelinin idarəedilməsi üçün idarəetmə model və alqoritmlərinin biliklər bazalarının yaradılması.

Dissertasiyada göstərilir ki, tədqiqat obyektinin səviyyəsində konstruktiv modelləşdirmənin biliklər bazasına aşağıdakılar daxildir: ÇİS-lərin komponovka sxemləri; standart və qeyri-standart mexatron qurğuların, nəqliyyat və anbar, ÇİS-lərin müxtəlif təyinatlı emal avadanlıqlarının və mexatron qurğularının texniki və digər xarakteristikaları; ÇİS-lərin verilənlər bazaları. Tədqiqat obyektinin səviyyəsindəki biliklərin riyazi səviyyədə biliklərə çevrilməsi əlaqə interfeysində yerinə yetirilir.

Riyazi səviyyədə biliklər bazasına tədqiq olunan ÇİS-in komponentlərinin iki və ya üç-ölçülü fəzalarda ayrı-ayrılıqda kompüter modelləri və ÇİS-in komponovka sxemləri şəklində, iki və ya üç-ölçülü fəzalarda kompüter modelləri daxil edilir.

Kompüter eksperimentləri yerinə yetirilərkən tədqiq edilən kompüter modeli işçi zonaya ötürülür və idarəedilməsi eksperimentlərlə tədqiq edilir.

ÇİS-lərin layihələndirilməsi və tətbiqi təcrübəsi göstərir ki, onların modelləşdirilməsi və idarəedilməsində geniş istifadə edilən əsas modelləşdirmə aparatlarının (sonlu avtomatlar, paralel fəaliyyətli asinxron proseslər, produksiya qaydaları, Freym və məntiqi modellər və s.) tətbiqi ilə yaradılan ALA-lar geniş tətbiq sahələri tapmışdır. Bu növ ALA-ların əsas çatışmayan xüsusiyyəti onların qeyri-müəyyənlik və qeyri-səlislik şəraitində fəaliyyət göstərən obyektlərdə ÇİS-in idarəedilməsində istifadə edilə bilməməsidir.

Odur ki, işdə fəaliyyətləri müxtəlif təyinatlı biliklərlə təsvir olunan ÇİS-in idarəedilməsinin ALA-sının ümumiləşdirilmiş arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir<sup>1</sup>.

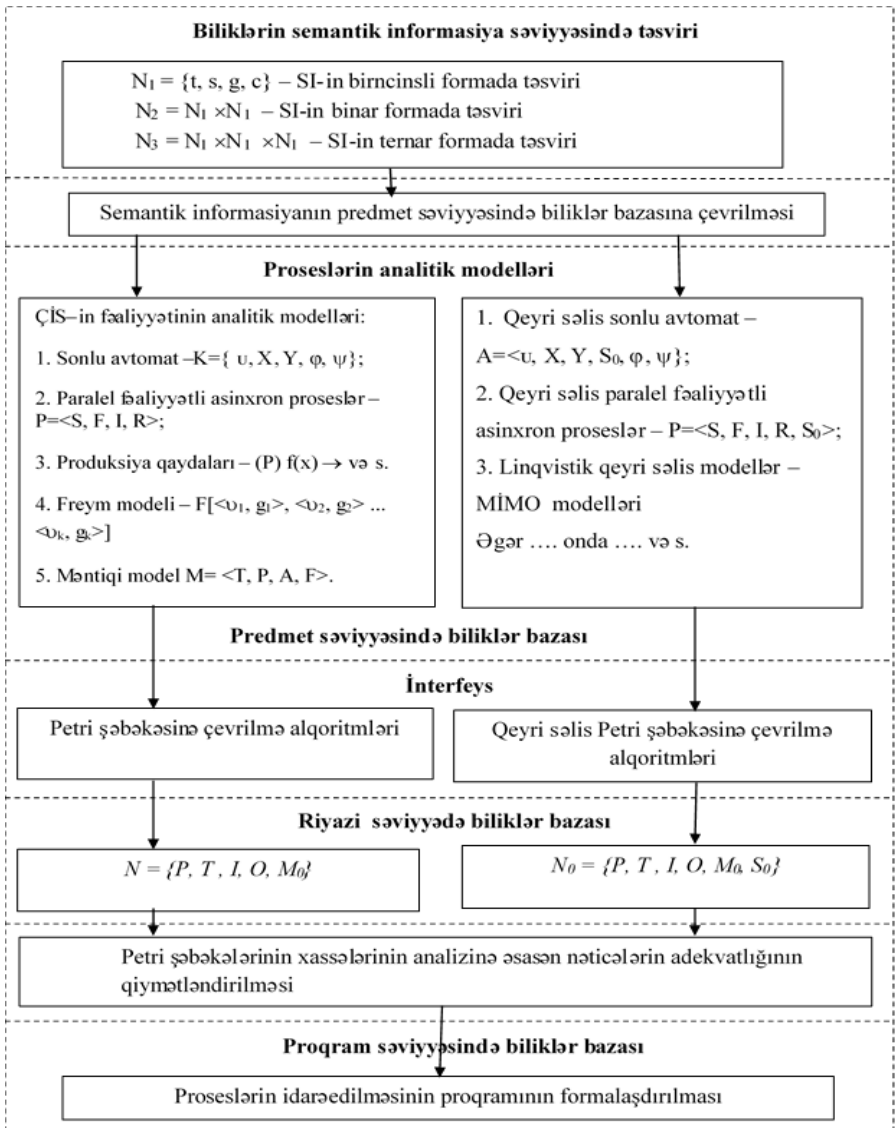
ÇİS-in kompleks şəkildə tədqiqi ALA-sının idarəedilməsinin layihələndirmə alətinin təklif edilən ümumiləşdirilmiş arxitekturası şəkil 1-də verilmişdir.

Arxitekturadan görüldüyü kimi ÇİS-in idarəedilməsinin ALA-sının bilikləri dörd əsas səviyyələrdə təsvir edilir: semantik informasiya; predmet; riyazi və proqram.

Məlum olduğu kimi layihələndirmə prosedurları müxtəlif mərhələlərdə fərqli ixtisaslara malik mütəxəssislər (kollektiv) tərəfindən həyata keçirilir və hər birinin texniki və ideya səhvləri növbəti mərhələlərə tiraj olunmaqla son nəticədə obyektin fiziki modelinin sınaq mərhələsində aşkarlanır.

---

<sup>1</sup>Əhmədov, M.A., Nəsirova E.Ə. Layihələndirilən obyektin idarə algoritminin tədqiqinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının işlənməsi.// SDU-nun Elmi xəbərləri, -2016, -s. 71-75



**Şəkil 1. ÇİS-in idarəedilməsinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturası**

Layihələndirmə prosedurlarının mərhələlərində texniki tapşırığa uyğun olaraq obyektin seçilmiş xassələri müxtəlif işarələrlə (simvollarla) təsvir edilir. Analiz göstərir ki, layihə təşkilatları ilə sifarişçi təşkilat arasındakı ünsiyyət əsasən axıncının peşə səviyyəsinə uyğun dillərdə həyata keçirilir. Bu halda sifarişçi müxtəlif eksperimentlərlə təsdiq edilmiş empirik və elmi əsaslarla isbat edilmiş riyazi və məntiqi düsturlardan da istifadə edə bilər.

Obyektin seçilmiş xassələri barədə simvollarla təsdiq edilən mətn, audio, vizual, təsviri, qrafik və b. tipli ilkin verilənlər toplusuna semantik informasiya (Sİ) kimi baxılır. Qeyd edək ki, idrak nəzəriyyəsinə əsasən ilkin Sİ insan tərəfindən obyektin seçilmiş xassələrinin fiksə edilmiş təsvirləridir.

Odur ki, bütün bilik sahələrinin obyektləri üçün ilkin Sİ-nin yaradılmasının universal alqoritmi mövcud deyildir. Ancaq insan ilkin Sİ-nin məntiqi strukturunu-kaskadını, müxtəlif dayanıqlı kateqoriyalardan (məqsəd, metod, vasitə, keyfiyyət, kəmiyyət, səbəb, nəticə, məna forma, və b.) istifadə etməklə təsvir edir. Praktikada ÇİS-lərin layihələndirmə prosesində ilkin Sİ predmet sahəsinin mütəxəssisləri tərəfindən formalaşdırılır və texniki tapşırıq şəklində icraçı təşkilatlarla razılaşdırılaraq təsdiq olunur. Çevik istehsal sahəsi müxtəlif təyinatlı mexatron və digər texniki qurğulardan təşkil olunmuş, qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən çevik istehsal modulları (ÇİM) toplusu olmaqla mürəkkəb xarakterli diskret sistemlər kateqoriyasına aid edirlər. ÇİM-in elementləri sənaye və intellektual robotlardan, müxtəlif təyinatlı manipulyator və nəqliyyat qurğularından, mövqeləşdiricilərdən və b. ibarətdir. Göstərilən qurğular təyinatlarından asılı olaraq əvvəlcədən məlum olan və ya müxtəlif situasiyalarda nisbətən qeyri-müəyyənlik mühtlərində fəaliyyət göstərirlər. Məlum olduğu kimi ÇİM-in mexatron qurğuları üç ölçülü fəzada bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə, əsasən də ortaq işçi zonalardan istifadə etməklə fəaliyyət göstərirlər. Odur ki, onların fiziki modelləri üzərində sınaqların həyata keçirilməsi müəyyən çətinliklərlə müşayiət olunur (ortaq işçi zonalarda toqquşmalar, qəza situasiyaları və b.)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Ахмедов М.А., Насирова Э.А. Инструмент автоматизированного проектирования компьютерной модели гибкого производственного модуля и

Göstərilən hallar ÇİM-lərin ayrı-ayrı mexatron qurğularının idarə və qarşılıqlı əlaqə alqoritmlərinin işlənməsindəki qüsurların nəticəsində baş verir. Digər tərəfdən ÇİS-nin ÇİM-lərinin hər hansı bir məqsədə nail olmaq üçün koordinasiyalı, kompleks şəkildə idarə edilməsi alqoritmlərinin işlənməsi də tələb olunur.

Sadalanan çatışmazlıqların ÇİS-in layihələndirilməsinin mərhələlərində tiraj edilməməsi üçün ilkin layihələndirmə mərhələsində ÇİS-in yaradılmasının məqsədəuyğunluğunu qiymətləndirməyin müxtəlif üsullarından istifadə edilməsi zərurəti yaranır.

Dissertasiya işində belə yanaşmalardan biri kimi ÇİM-in elementlərinin müxtəlif analitik modelləşdirmə üsulları ilə modelləşdirilməsi və ÇİM-in kompleks şəkildə tədqiqini yerinə yetirmək üçün, ilkin modellərin Petri şəbəkəsi modelinə çevirmək və axırcının əsas xassələrini analiz edərək qiymətləndirilməsi məsələsi işlənmişdir. Təcrübədə situasiyalı apriori məlum olan diskret xarakterli proseslərin analitik modelləşdirmə üsulları kimi sonlu avtomatlar, paralel fəaliyyətli asinxron proseslər, semantik və şəbəkə modelləri, Freym və məntiqi modellər geniş tətbiq edilir.

Bu üsulların hər birinin üstün və çatışmayan cəhətləri və səmərəli tətbiq sahələri mövcuddur. Nisbətən sadə prosesləri həm də Petri şəbəkəsi ilə birbaşa modelləşdirmək və tədqiq etmək mümkündür. Mürəkkəb prosedurların Petri şəbəkəsi ilə birbaşa modelləşdirilməsi müəyyən çətinliklərlə müşayiət olunur. Petri şəbəkəsinin əsas üstünlüyü ondadır ki, onunla modelləşdirilən obyektin tədqiqi obyektədən kənarında Petri şəbəkəsinin əsas xassələrini analiz etməklə həyata keçirilir. Petri şəbəkəsinin məhz bu üstün xüsusiyyətinə görə ondan ÇİS-in kompleks şəkildə tədqiqi ilə məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsində əsas modelləşdirmə aləti kimi istifadəsi aktuallıq kəsb edir.

Qeyd edildiyi kimi apriori situasiyalı identifikasiya olunan

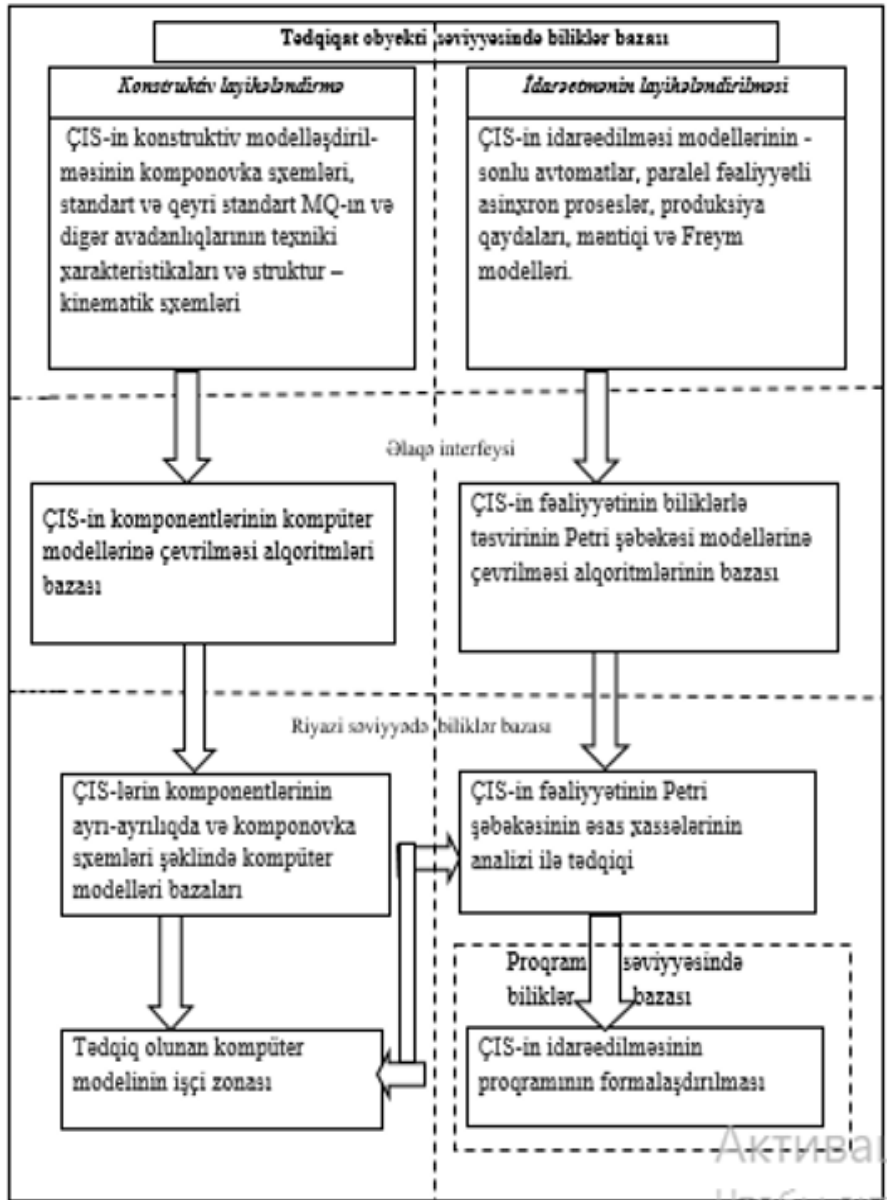
---

её комплексное исследование компьютерными экспериментами. Международный научно-технический конгресс Интеллектуальные системы и информационные технологии, - Геленджик, Дивноморское, Россия. – 2023, том 2, - стр. 218-223

proseslərin analitik modellərinin Petri şəbəkəsinə çevrilmə alqoritmləri əsasən işlənmişdir.

Təcrübə göstərir ki, ÇİS-nin lahiyələndirilməsində istehsal proseslərinin xarakterindən asılı olaraq, müxtəlif situasiyalarda qeyri-müəyyənlik şəraitində qərar qəbul etməklə fəaliyyət göstərən mexatron qurğularından istifadə edilməsi tələb olunur. Odur ki, ÇİS-in idarəedilməsinin qeyri-müəyyənlik şəraitində kompleks şəkildə modelləşdirilməsi, yəni adi və qeyri-səlis Petri şəbəkələri şəkildə təsviri və tədqiqi məsələsinin həlli də ümumiləşdirilmiş arxitekturada nəzərdə tutulmuşdur. Bu nöqteyi-nəzərdən predmet səviyyəsində biliklərin təsviri iki formada, analitik modelləşdirmə aparatlarının (apriori situasiyaları identifikasiya oluna bilən prosedurların idarə edilməsi) və müxtəlif situasiyalarda qeyri-müəyyənlik şəraitində fəaliyyət göstərən mexatron qurğuların qeyri-səlis modelləri vasitəsi ilə təsviri üsulları ilə həyata keçirilir. Riyazi səviyyədə biliklər Petri şəbəkəsi ilə təsvir olunur və onun xassələrinin analizi nəticəsində ÇİS kompleks şəkildə tədqiq edildikdən sonra ÇİS-nin idarə alqoritmı formalaşdırılır. Predmet səviyyəsində təsvir edilən biliklərin riyazi səviyyədə biliklərə çevrilməsi interfeysdə formalaşdırılan çevrilmə alqoritmləri ilə yerinə yetirilir. Proqram səviyyəsində idarə alqoritmının proqramı formalaşdırılır. ÇİS-nin kompleks şəkildə tədqiqinin realizasiyası və idarə alqoritmının formalaşdırılması üçün avtomatlaşdırılmış lahiyələndirmə alətinin əsas məsələlərindən biri interfeysin yaradılmasıdır. Məqsəd müxtəlif modelləşdirmə aparatları ilə təsvir edilmiş modellərin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi alqoritmlərinin işlənməsidir ki, bu istiqamətdə də müəyyən işlər yerinə yetirilmiş və yeni yanaşmaların yerinə yetirilməsi istiqamətində elmi-tədqiqat işləri davam etdirilir.

**Üçüncü fəsil** tədqiqat obyektini mexaniki emal ÇİS-in sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə modelləşdirilərək kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi, layihələndirilməsi və yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsinin model və alqoritmlərinin işlənməsi məsələlərinə həsr edilmişdir.



**Şəkil 2. ÇİS-in kompleks şəkildə kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi ALA-sının ümumiləşdirilmiş arxitekturası**

Göstərilmişdir ki, bu vəzifənin yerinə yetirilməsi üçün aşağıdakı əsas məsələlər həll edilməlidir: mexaniki emal sahəsinin mövcud komponentlərinin sxeminin analizi və təklif edilən ÇİS-in komponentlərinin və struktur-kinematik sxemlərinin işlənməsi; ÇİS-in mexatron qurğuları, avadanlıqları və digər komponentlərinin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması; ÇİS-in ÇİM-lərinin KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları ilə idarəedilməsi alqoritmlərinin Petri şəbəkəsinin xassələrinin analizi ilə tədqiqi; ÇİS-in ÇİM-nin sonlu avtomatlarla idarəedilməsi alqoritmlərinin Petri şəbəkəsi ilə tədqiqi.

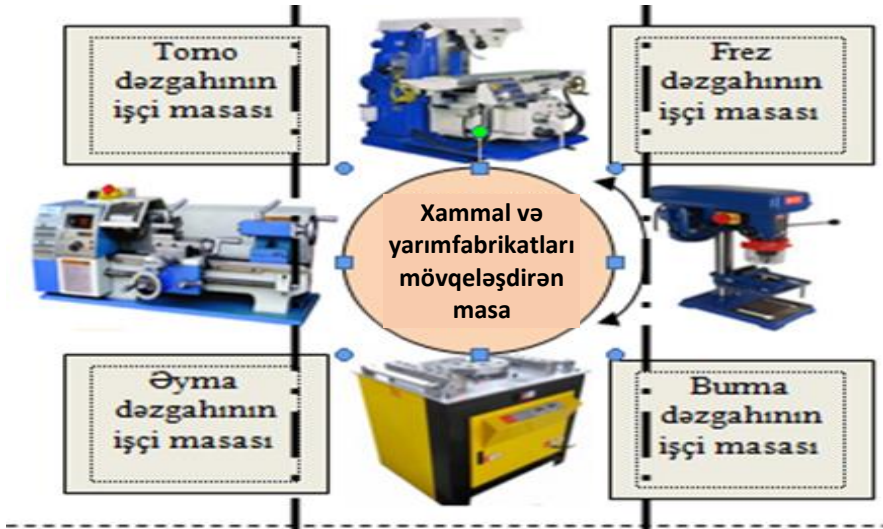
Dissertasiya işində tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal ÇİS-in nümunəsində adı çəkilən verilənlər, biliklər bazalarının yaradılması, model və alqoritmlərinin işlənməsi məsələlərinə baxılmışdır.

Mexaniki emal sahəsinin mövcud komponentlərinin sxemi şəkil 3-də verilmişdir və aşağıdakı ardıcılıqla fəaliyyət göstərir: Fırlanan masanın üzərində xammal işçi tərəfindən tornu dəzgahının (TD) işçi zonasına yüklənir və emal olunur: TD-də əməliyyat başa çatdıqdan sonra emal olunmuş yarımfabrikat frez dəzgahının (FD) işçi zonasına yüklənir və emal prosesi başlayır; FD-də əməliyyat başa çatdıqdan sonra emal olunmuş yarımfabrikat radial burma dəzgahının (RBD) işçi zonasına yüklənir; RBD-də əməliyyat başa çatdıqdan sonra emal olunmuş yarımfabrikat fırlanma masasının üzərindən götürülərək əymə dəzgahının (ƏD) işçi zonasına yüklənir; ƏD-də emal prosesi başa çatdıqdan sonra emal olunmuş yarımfabrikat hazır məhsul şəklində məhsulun saxlanması zonasına (HMSZ) yerləşdirilir. Proses göstərilən ardıcılıqla təyin olunmuş vaxt intervalında davam edir. Tədqiqat obyektini kimi qəbul edilmiş mexaniki emal sahəsinin mövcud strukturundan görüldüyü kimi sahədə dəzgahlarda emal prosesini təşkil etmək üçün onların xammal və yarımfabrikatlarla yüklənməsi, emal prosesinin idarəedilməsi və nəzarəti dörd işçi tərəfindən yerinə yetirilir.

Dissertasiya işində əvvəlki fəsillərdə əldə edilmiş nəzəri və təcrübə nəticələrindən istifadə etməklə və insanın fiziki fəaliyyət sferasının səmərəliliyini yüksəltmək qabiliyyətli müasir avtomatlaşdırma vasitələri (mexatron qurğular, proqramla idarəolunan avadanlıqlar, nəqliyyat, anbar qurğuları və b.) əsasında yaradılmış



ÇİS-in ilkin layihələndirmə mərhələsində kompleks şəkildə kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi və yaradılmasının məqsəduyğunluğunun qiymətləndirilməsi məsələləri işlənmişdir.

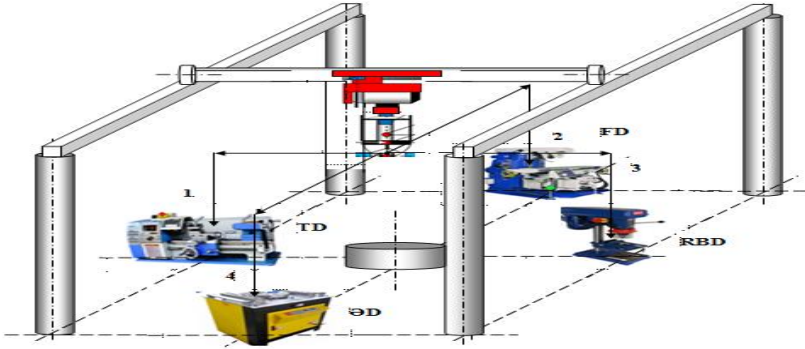


**Şəkil 3. Mexaniki emal sahəsinin mövcud komponovka sxemi**

Məsələnin qoyuluşundakı tələbatları ödəyən mexaniki emal ÇİS-nin komponovka sxemi (şəkil 4) təklif edilərək işlənmişdir<sup>3</sup>.

Mexaniki emal ÇİS-nə mövcud komponovka sxeminə daxil olan dəzgahlardan əlavə kran tipli nəqliyyat sistemi (KNS), üç-ölçülü fəzada fəaliyyət göstərən mexatron qurğu(MQ); mövqeləşdirici manipulyator (MM) və MM-in işçi zonasına xammalı nəql edən nəqliyyat manipulyatoru (NM) daxil edilmişdir.

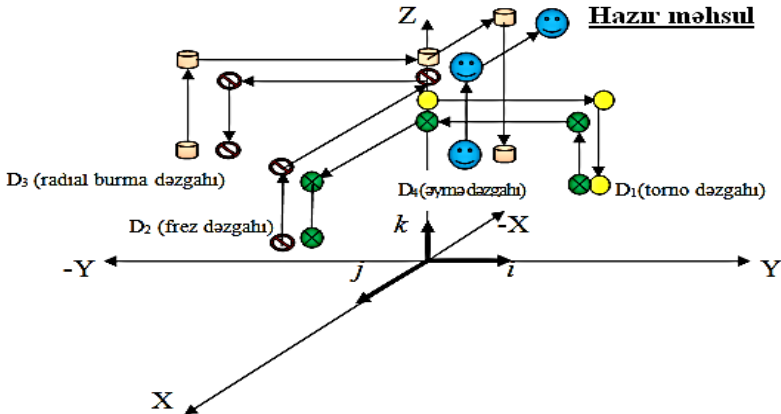
<sup>3</sup> Мамедов, Дж.Ф., Автоматизация этапов проектирования компоновочной схемы производственной линии для технопарка./ Дж.Ф.Мамедов, Г.С.Абдуллаев, Г.Г.Генжелиева, Е.А. Насирова //Национальный технический университет Украины. Системные исследования и информационные технологии, -Киев:-2018, № 3, с. 35-42.



**Şəkil. 4. Mexaniki emal ÇİS-in komponovka sxemi**

Şəkil 5-də ÇİS-nin MQ-nin fəaliyyətinin struktur-kinematik sxemi və proqramla idarə edilən avadanlıqlarının yerinə yetirdiyi əməliyyatların ardıcılığı öz əksini tapmışdır.

KNS xüsusi təyinatlı dayaqlar üzərində irəli və geri hərəkət edə bilər. KNS üzərində quraşdırılmış MQ-nin qolu üzərindəki universal tipli tutqacla şaquli ox üzərində aşağı və yuxarı, KNS-nin üzərində isə sağa və sola hərəkət trayektoriyası ilə fəaliyyət göstərir.



**Şəkil. 5. 3-ölçülü koordinat sistemində KM-in ÇİS-də hərəkət trayektoriyası**

ÇİS-nin fəaliyyətinin kinematik-struktur sxemindən göründüyü kimi layihələndiriləcək mexaniki emal ÇİS-i silindrik tipli mexaniki hissəni ardıcıl olaraq dörd proqramla idarə olunan dəzgahlarda (emal

mərkəzlərində-EM) mexaniki emal prosedurlarından keçirərək hazır məhsulu avtomatlaşdırılmış anbarın uyğun yuvasına yükləyir. Üçölçülü fəzada fəaliyyət göstərən MQ EM-nə aşağıdakı ardıcılıqla (kinematik sxemə uyğun olaraq) xidmət funksiyasını yerinə yetirir.

NM vasitəsilə MM-nin üzərinə nəql olunmuş xammal mövqeləşdirildikdən sonra MQ-nin tutqacı tərəfindən götürülür və TD-nin işçi zonasına nəql olunur; TD-də mexaniki emal prosedurları yerinə yetirildikdən sonra alınmış yarımfabrikat MQ tərəfindən FD-nin işçi zonasına nəql olunur; FD-də planlaşdırılmış prosedurlar yerinə yetirildikdən sonra yeni alınmış yarımfabrikat MQ tərəfindən RBD-nin işçi zonasına nəql olunur və RBD-də planlaşdırılmış prosedurlar yerinə yetirildikdən sonra alınmış yeni yarımfabrikat MQ tərəfindən ƏD-nin işçi zonasına nəql olunur və ƏD-dəki prosedurlar qurtardıqdan sonra hazır məhsul ƏD-nin işçi zonasından götürülərək MQ tərəfindən anbarın uyğun yuvasına nəql olunur.

Mexaniki emal ÇİS-nin komponovka sxeminin və fəaliyyətinin struktur-kinematik sxeminin tədqiqinin analizi nəticəsində aşağıdakıları göstərmək olar:

1. ÇİS-ə hər biri ayrı-ayrılıqda və son məqsədə qarşılıqlı əlaqədə nail olmaq üçün kompleks şəkildə fəaliyyət göstərən dörd çevik istehsal modulunun (ÇİM) toplusu kimi baxmaq olar.

2. Hər bir ÇİM-ə asinxron proses kimi baxılır və texnoloji əməliyyatların ardıcılığında növbəti ÇİM-in fəaliyyəti özündən əvvəlki ÇİM-də alınmış son nəticədən sonra başlayır (asinxronluq prinsipi).

3. ÇİS-in kompleks şəkildə fəaliyyətində tələb olunan məhsuldarlığı təmin etmək üçün texnoloji əməliyyatların ardıcılığına xələl gətirməyən, icazə verilən situasiyalarda ayrı-ayrı ÇİM-lərin eyni zaman intervalında fəaliyyətlərinə icazə verilir (paralellik prinsipi).

4. Struktur-kinematik sxemdən görüldüyü kimi hər bir ÇİM-in fəaliyyətini sonlu avtomat kimi təsvir edərək modelləşdirilir. ÇİS-in kompleks şəkildə fəaliyyətini isə produksiya qaydaları və paralel fəaliyyətli asinxron proseslərlə modelləşdirərək tədqiq etmək olar.

5. Analizin nəticələri göstərir ki, ÇİS-in kompleks şəkildə idarə edilməsi üçün mürəkkəb xarakterli alqoritmlərin işlənməsi tələb olunur. Onlarda əksər hallarda son nəticədə, yəni sınaq və tətbiq mərhələlərində özlərini doğrultmurlar. Odur ki, təkrar

layihələndirməyə əlavə xərclər tələb olunur.

6. Göstərilən problemin həlli üçün ilkin layihələndirmə mərhələlərində kompüter modelləşdirilməsi üsulları ilə ÇİS-in yaradılmasının və idarədilməsinin məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsinin kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə tədqiqi aktualıq kəsb edir.

Bu məqsədlə dissertasiya işində ÇİS-in mexatron qurğuları, avadanlıqları və digər komponentlərinin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması məsələlərinə baxılmışdır.

ÇİS-in VB-si (verilənlər bazası) onun bütün komponentlərinin tipləri, xarakteristikaları, texniki göstəriciləri və b. parametrləri daxil edilməklə yaradılır.

$$VB_{\text{ÇİS}} \in \{VB_{TDM_1}, UVB_{FDM_2}, UVB_{RBDM_3}, UVB_{\text{ƏD}_4}, UVB_{ANM_5}, UVB_{HMSM_6}, UVB_{KM}\} \quad (1)$$

Növbəti mərhələdə mexaniki emal ÇİS-nin müxtəlif situasiyalarda və müxtəlif xammalların emalından asılı olaraq ÇİM-lərin fəaliyyət alqoritmlərinin qurulması üçün BB və BBİS-nin yaradılması məsələlərinə baxılır.

Hər iki mərhələdə KM-nin yerinə yetirdiyi texnoloji əməliyyatlar KM-nin ancaq hərəkət marşrutlarının fərqlənməsi ilə müşayiət olunur və (2) formasında məntiqi predikatların hesablanması yerinə yetirilir.

$$(\forall P_i \in KM \text{ -in texnoloji əməliyyatları}) \quad (2)$$

Mexaniki emal olunan xammalların müxtəlifliyini nəzərə alaraq proqramla idarə olunan dəzgahların proqram təminatlarının BB və BBİS-nin yaradılması məsələlərinə baxılmalıdır.

$$(\forall X_j \in \text{ÇİS-in ÇİM -in aktiv elementləri}) \quad (3)$$

Dissertasiya işində TD ÇİM-nin misalında ÇİM-nin texnoloji prosesinin dinamikasını təhlil etmək üçün onda baş verən  $P_i$  hadisələrin (texnoloji əməliyyatlar) ardıcılığı və hadisələrin baş vermə müddəti  $t_j$  məntiqi predikatların hesablanması baxılır.

ÇİS-nin idarəetmə sisteminin layihələndirilməsində produksiya qaydaları istifadə olunur. ÇİS-nin aktiv elementlərinin hərəkətlərini, onların vericilərini və icra mexanizmlərinin təyinatları formal şəkildə cədvəl 1 və 2-də təsvir olunmuşdur.

ÇİS-nin aktiv elementlərinin seçilmiş vericiləri və icra

mexanizmləri əsasında idarəetmə alqoritmi qurulur<sup>4</sup>.

Produksiya modelinin köməyi ilə qurulmuş idarəetmə alqoritmi produksiya nüvəsinin tətbiq şərtlərinin ( $P_i$ ) elementlərindən ibarətdir:

$$P_i = \{P_1, P_i, \dots, P_n\} \quad (4)$$

burada  $n$ -şərtlərin sayını göstərir.

Torno dəzqahında xammalın texnoloji trayektoriya ilə kran manipulyatorun köməyi ilə yerdəyişməsi, torno dəzqahına yüklənməsi və emal edilməsi prosesinin idarəetmə alqoritmini aşağıdakı produksiya alqoritmi ilə təsvir etmək olar:

1. TD ÇİM-nin KM-lə yüklənməsi alqoritmi

*P1: əgər* TD-nin MB-də (mövqələşdirici blok) T yoxdursa, **onda** KM aşağı hərəkət edir;

*P2: əgər* KM aşağı hərəkət edibsə və KM-nin tutqacı açıqdırsa, **onda** KM-nin tutqacı T-ni tutur;

*P3: əgər* KM-nin tutqacı T-ni tutubsa, **onda** KM yuxarı hərəkət edir;

*P4: əgər* KM yuxarı hərəkət edibsə, **onda** KM irəli hərəkət edir;

*P5: əgər* KM-nin qolu geri hərəkət edibsə və TD-nin işçi zonasındadırsa, **onda** KM-nin tutqacı açılınsın və T TD-nin MB-də mövqələşsin;

*P6: əgər* T TD-nin MB-də mövqələşibsə, **onda** KM geri hərəkət etsin və TD-də T- nin emaletmə əməliyyatı başlanılınsın;

*P7: əgər* TD-də T-nin emaletmə əməliyyatı başlanılıbsa, **onda** TD-də T-nin emaletmə əməliyyatı  $t_i$  müddətində icra olunsun və sona çatdırılınsın.

---

<sup>4</sup> Nəsirova, E.Ə., Çevik istehsalat sisteminin idarəetmə funksiyalarının biliklərin müxtəlif təsvir üsulları ilə modelləşdirilməsi məsələləri.// SDU-nun Elmi xəbərləri, Təbiət və Texniki Elmlər bölməsi, -2020, №3, -s. 63-69

## ÇİS-in MQ-ın vericilərinin təyinatları

Vericilər	Texnoloji əməliyyatların növləri
Mövqələşdirici blokun (MB) vericiləri	
$V_1^1$	TD-nin MB-də xammalın mövqələşdirilməsi
$V_1^2$	FD-nin MB-də xammalın mövqələşdirilməsi
$V_1^3$	RD-nin MB-də xammalın mövqələşdirilməsi
$V_1^4$	ƏD-nin MB-də xammalın mövqələşdirilməsi
Kran manipulyator (KM) vericiləri	
$V_1^1 \setminus V_1^2$	KM-nin tutqacının uyğun olaraq bağlı və yaxud açıq vəziyyətdə mövqələşdirilməsi
$V_1^2$	KM-nin aşağı vəziyyətdə mövqələşdirilməsi
$V_1^3$	KM-nin yuxarı vəziyyətdə mövqələşdirilməsi
$V_1^4$	KM-nin irəli hərəkətinin mövqələşdirilməsi
$V_1^5$	KM-nin geri hərəkətinin mövqələşdirilməsi
Tomo dəzgahının (TD) vericiləri	
$V_2^1$	TD-də texnoloji əməliyyatın başlanğıcının mövqələşdirilməsi
$V_2^2$	TD-də texnoloji əməliyyatın sonunun mövqələşdirilməsi
Frez dəzgahının (FD) vericiləri	
$V_3^1$	FD-də texnoloji əməliyyatın başlanğıcının mövqələşdirilməsi
$V_3^2$	FD-də texnoloji əməliyyatın sonunun mövqələşdirilməsi
Radial burma dəzgahının (RBD) vericiləri	
$V_4^1$	RBD-də texnoloji əməliyyatın başlanğıcının mövqələşdirilməsi
$V_4^2$	RBD-də texnoloji əməliyyatın sonunun mövqələşdirilməsi
$V_5^1$	ƏB-də texnoloji əməliyyatın başlanğıcının mövqələşdirilməsi
$V_5^2$	ƏB-də texnoloji əməliyyatın sonunun mövqələşdirilməsi

**Cədvəl 2.**  
**ÇİM-in İM-in təyinatları**

İcra mexanizmləri	Texnoloji əməliyyatların növləri
Dəzgahlarda mövqələşdirici blokun (MB) icra mexanizmləri	
$IM_1^1$	TD-nin MB-də mövqələşdirilmənin icrası
$IM_1^2$	FD-nin MB-də mövqələşdirilmənin icrası
$IM_1^3$	RBD-nin MB-də mövqələşdirilmənin icrası
$IM_1^4$	ƏD-nin MB-də mövqələşdirilmənin icrası
Kran manipulyatorun icra mexanizmləri	
$IM_2^1, \neg IM^1$	KM-nin tutqacının uyğun bağlı və ya açıq vəziyyətdə mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_2^2, \neg IM^2$	KM-nin yuxarı və yaxud aşağı vəziyyətdə mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_2^3, \neg IM^3$	KM-nin irəli və yaxud geri hərəkətinin mövqələşdirilməsinin icrası
Dəzgahların icra mexanizmləri	
$IM_3^1, \neg IM^1$	TD-nin texnoloji əməliyyatının başlanğıc və ya son vəziyyətlərinin mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_3^2, \neg IM^2$	FD-nin texnoloji əməliyyatının başlanğıc və ya son vəziyyətlərinin mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_3^3, \neg IM^3$	RBD-nin texnoloji əməliyyatının başlanğıc və ya son vəziyyətlərinin mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_3^4, \neg IM^4$	ƏD-nin texnoloji əməliyyatının başlanğıc və ya son vəziyyətlərinin mövqələşdirilməsinin icrası

Cədvəl 2-də göstərilmiş produksiya şərtlərinə uyğun olaraq məntiqi işarələrin köməyi ilə idarəetmə algoritmi qurulur:

$$(P_1)\neg V_1^1 \Rightarrow \neg IM_2^2; \quad (P_2)V_2^2 \& \neg V_2^1 \Rightarrow IM_2^1; \quad (P_3)V_2^1 \Rightarrow IM_2^2;$$

$$(P_4)V_2^3 \Rightarrow IM_2^3; \quad (P_5)V_2^5 \Rightarrow \neg IM_2^1 \& IM_1^1; \quad (P_6)V_1^1 \Rightarrow IM_2^3 \& IM_3^1;$$

$$(P_7)V_3^1 \Rightarrow \neg IM_3^1.$$

Dissertasiyada torno dəzgahının ÇİM-in KM ilə yüklənməsinin

idarəetmə alqoritminin blok-sxemi verilmişdir.

TD-nin nümunəsində produksiya qaydalarından Petri şəbəkəsinə keçid ardıcılığına və Petri şəbəkəsinin xassələrinin analizi nəticəsində KM-in fəaliyyət alqoritminin işlənməsinə baxılır.

Bu məqsədlə KM-in fəaliyyətini təsvir etmək üçün situasiyaları hadisələrə bölərək, hər bir hadisəyə uyğun  $P_i (i = \overline{1,9})$  predikatlarını təyin edək.

Bu halda “şərt - hərəkət” şəklində produksiyalar aşağıdakı şəkildə ifadə olunur.

$$P_1 \rightarrow t_1; P_2 \rightarrow t_2; P_3 \rightarrow t_3; P_4 \rightarrow t_4; P_5 \rightarrow t_5; P_6 \rightarrow t_6;$$

$$P_7 \rightarrow t_1 \& t_7; P_8 \rightarrow t_8; P_9 \rightarrow t_9;$$

**Cədvəl 3.**

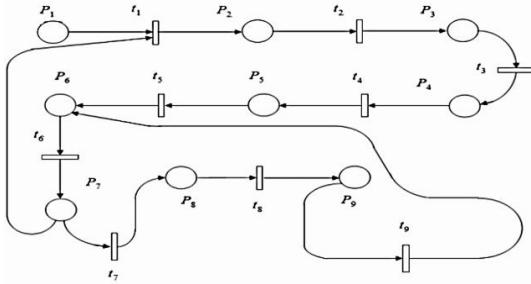
**KM-in fəaliyyətinin situasiyalarına uyğun predikatlar**

<b>Predikatlar</b>	<b>Predikatların təyinatı</b>
$P_1$	KM-nin tutqacının açılı olması;
$P_2$	xammalın mövqələşdirilməsi zonasında xammalın olması;
$P_3$	xammalın mövqələşdirilməsi zonasına KM-nin aşağı hərəkət etməsi;
$P_4$	KM-nin tutqacı tərəfindən xammalın tutulması;
$P_5$	KM-nin yuxarı hərəkət etməsi;
$P_6$	KM-nin irəli hərəkət etməsi;
$P_7$	KM tərəfindən TD-nin mövqələşdirici blokuna xammalın yerləşdirilməsi və mövqələşdirilməsi;
$P_8$	KM-nin geri hərəkət etməsi və TD-də emal əməliyyatının başlanması;
$P_9$	TD-də xammalın emal etmə əməliyyatının sona çatması;
Predikatlara əsasən aşağıdakı aktiv hərəkətlər-keçidlər uyğundur $t_j (j = \overline{1,9})$ :	
$t_1$	KM-nin tutqacı işləmir (açılıqdır);
$t_2$	xammalın mövqələşdirici zonası aktivdir (xammal vardır);
$t_3$	KM işləyir (aşağı hərəkət edir);
$t_4$	KM-nin tutqacı işləyir (qapalıdır);
$t_5$	KM işləyir (yuxarı hərəkət edir);
$t_6$	KM işləyir (irəli hərəkət edir);
$t_7$	TD-nin mövqələşdirici bloku işləyir;
$t_8$	TD işləyir (emal etmə əməliyyatı başlanılır);
$t_9$	TD işləyir (emal etmə əməliyyatı sona çatır).



Predikatların və keçidlərin saylarının bir-birinə bərabər ( $P_i = 9, t_i = 9$ ) olduqlarını nəzərə almaqla giriş və çıxış matrisləri əsasında sətir və sütunlarının sayı bir-birinə bərabər olan insidentlik matrisinin P və T invariantları məlum Qaus üsulu ilə təyin edilir və torno dəzğahı ÇİM-in Petri şəbəkəsi ilə fəaliyyət alqoritminin Petri şəbəkəsi şəklində qraf-sxemi qurulur (şəkil 6).

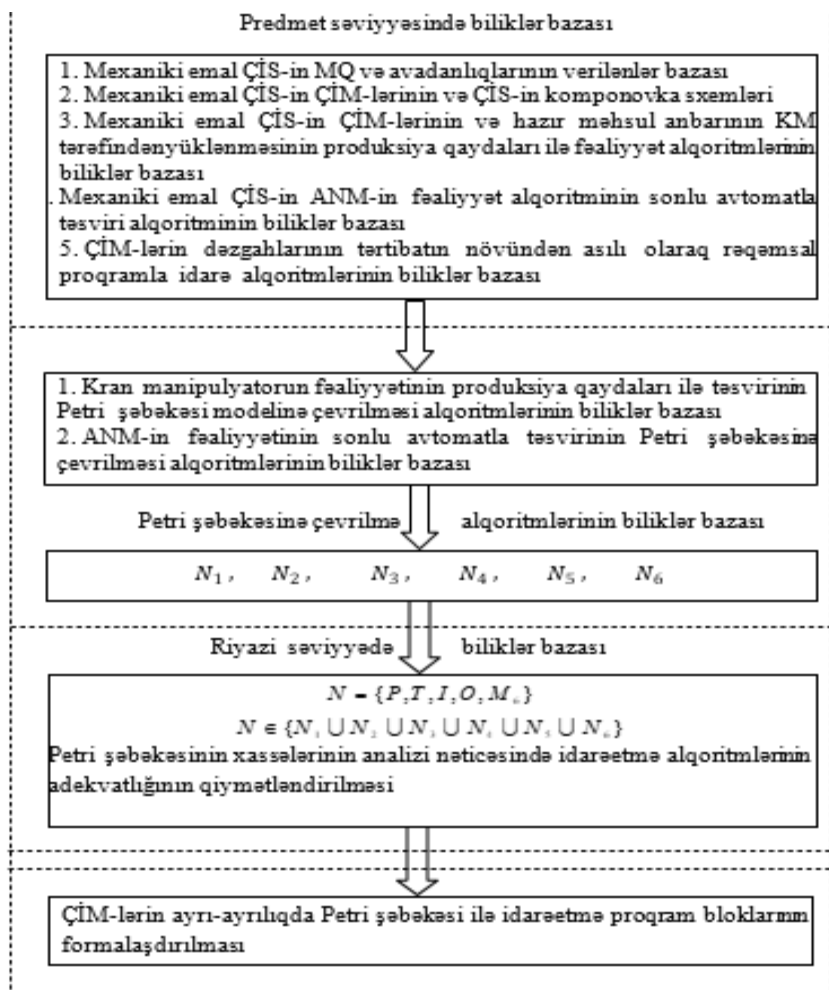
Dissertasiyada kran manipulyatorun işçi zonasına xammalı nəql edən avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun sonlu avtomatla təsvirinin Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritmi də işlənmişdir.



**Şəkil 6. Mexaniki emal ÇİS-nin fəaliyyətinin Petri şəbəkəsinin qraf-sxemi**

**Dördüncü fəsil**də mexaniki emal ÇİS-nin kompüter modelinin Petri şəbəkəsi ilə idarəedilməsinin tədqiqi üçün alqoritmin realizasiyası məsələlərinə baxılmışdır. Bu məqsədlə ikinci fəsilə ALA-nın ümumiləşdirilmiş arxitekturasının tələblərini nəzərə almaqla konkret tədqiqat obyektini - mexaniki emal ÇİS-i, üçün ALA-nın arxitekturası işlənmişdir. Qeyd edək ki, ALA-nın ümumiləşdirilmiş arxitekturası açıq sistemdir və tədqiqat obyektinin xassələrindən asılı olaraq çevik şəkildə, ümumiləşdirilmiş struktura xələl gətirmədən ALA-nın müxtəlif strukturları çevik şəkildə formalaşdırıla bilər<sup>5</sup> (şəkil 7).

<sup>5</sup> Əhmədov, M.A, Məmmədov, C.F, Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının və fəaliyyətinin kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə tədqiqinin işlənməsi //-Bakı: Azərbaycan Ali Texniki məktəblərinin xəbərləri. ADNSU, -2022. cild 19. №1, -s. 4-14



**Şəkil 7. Mexaniki emal ÇİS-in kompleks şəkildə modelləşdirilməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi ALA-nın arxitekturası**

Mexaniki emal ÇİS-in ALA-nın arxitekturasından göründüyü kimi ÇİS-in fəaliyyətinin ardıcılığı nəzərə alınmaqla onun hər bir komponentinin idarəetmə alqoritmi predmet səviyyəsində BB-dən seçilərək uyğun Petri şəbəkəsinə çevrilmə alqoritmi ilə Petri şəbəkəsinə çevrilir və riyazi səviyyədə BB yaradılır. Bu ardıcılığı aşağıdakı kimi göstərmək olar.

## **Alqoritm**

Birinci mərhələ

*Addım 1.* Avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun sonlu avtomatla idarəetmə alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_1$ )<sup>6</sup>.

*Addım 2.* ÇİM1-in (TDM) KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_2$ ).

*Addım 3.* ÇİM2-nin (FDM) KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_3$ ).

*Addım 4.* ÇİM3-nün (RBD) KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_4$ ).

*Addım 5.* ÇİM4-ün (ƏDM) KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_5$ ).

*Addım 6.* Hazır məhsulun KM tərəfindən avtomatik anbara yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_6$ ).

İkinci mərhələ

*Addım 7.* Ardıcıl olaraq ( $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6$ ) hər bir Petri şəbəkəsinin ayrı-ayrılıqda xassələrinin analizi nəticəsində kompüter eksperimentləri ilə tədqiq edərək idarəetmə alqoritmlərinin tətbiqinin məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi.

Dissertasiyada mexaniki emal ÇİS-nin avtomatlaşdırılmış əməliyyatlarının məhsuldarlığının tədqiq edilməsi üçün texnoloji prosesin işləmə dinamikasının animasiya modeli ilə təhlil edilməsidir. Animasiya modelinin qurulması tədqiqatçıya idarəetmə, nəzarət, məhsulun hazırlanması prosesinin planlaşdırılması məsələlərini daha dəqiq üsullarla tədqiq etməyə imkan yaradır. Konkret olaraq

---

<sup>6</sup> Ахмедов М.А., Гусейнзаде Ш.С., Насирова Э.А. Разработка алгоритма автоматизации преобразования конечного автомата в сеть Петри /Автоматизация Современные технологии Москва, 2019, №3, с.108-112, РИНЦ

animasiya modeli aşağıdakı məsələlərin həllini təmin edir:

- modelin obyektə uyğunluğunu, adekvatlığını ətraflı və ümumi şəkildə yoxlamaq;

- simulyasiya modelləşdirməsində ayrı-ayrı səhvləri müəyyən etmək;

- simulyasiya modelinin düzgün işləməsini müştəriyə sübut etmək.

İşdə mexaniki emal ÇİS-nin kompüter modelinin, Petri şəbəkəsi ilə kompleks şəkildə koordinasiyalı və sinxronlaşdırılmış fəaliyyət alqoritmi işlənmişdir. Göstərilmişdir ki, kompüter eksperimentləri ilə əvvəlki fəsillərdə təklif edilmiş idarəetmə alqoritmlərinin doğruluğunun və Petri şəbəkələri ilə təsvirlərinin tələb olunan məqsədə nail olmağa imkan verdiyini ilkin layihələndirmə mərhələsində tədqiqini təmin edir.

Eyni zamanda bu eksperimentlərlə mexaniki emal ÇİS-nin kompleks şəkildə kinematik sxemdə göstərilən ardıcılıqla fəaliyyətinin mümkünlüyünü təsdiqlənərək, layihələndirmə prosesinin növbəti mərhələlərinin yerinə yetirilməsini məqsədəuyğun olduğunu qiymətləndirmək olar.

ÇİS-in real obyektə fəaliyyətini kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə idarəetmə alqortminə digər tələblər də qoyulur:

- ÇİS-nin MQ və avadanlıqları fəaliyyət müddətində orta işçi zonalarda qarşılaşırlar və onların mexaniki qovşaqları işçi rejimlərdə qəza situasiyaları yarada bilərlər. Odur ki, mümkün olan belə situasiyalarda qəza hallarının baş verməməsini təmin etmək lazımdır;

- ÇİM-lərin və MQ-nin bir-birinə mane olmadan, paralellik prinsipini gözləməklə, asinxron rejimlərdə fəaliyyətlərini təmin etmək və yüksək məhsuldarlığa malik olmaq tələbi ödənilməlidir;

- Hər hansı bir ÇİM-də qəza situasiyası baş verərsə, ondan sonrakı prosedurlar son nəticəyə qədər davam etdirilməli və qəza haqqında signal verilməlidir.

ÇİS-in idarəedilməsində qərarların icrasını yerinə yetirən icra mexanizmlərinin təyinatları və ÇİS-in müxtəlif qovşaqlarında quraşdırılmış vericilərin təyinatları cədvəl 4 və 5-də verilmişdir.

**Cədvəl 4.**  
**Mexaniki emal ÇİS-in qovşaqlarında quraşdırılmış sensorların təyinatları**  
**(Verilənlər bazası)**

†

Vericinin çıxış siqnalının işarəsi	Vericinin çıxış siqnalının təyinatı
1	2
X1	Xammalın mövqələşdirici manipulyatorun üzərində olması
X2	ANM-nin son vəziyyəti
X3	ANM-nin işçi zonasında xammalın olması
Z1	KM mövqələşdirici manipulyatorun (MM) üzərindədir (başlanğıc vəziyyəti)
K1	KM-nin tutqacı yuxarı vəziyyətdədir.
K2	KM-nin tutqacı aşağıdır.
Y1	TD-nin işçi zonasında xammalın olması
Y2	FD-nin işçi zonasında yarımfabrikatın olması
Y3	RBD-nin işçi zonasında yarımfabrikatın olması
Y4	ƏD-nin işçi zonasında yarımfabrikatın olması
Y5	Hazır məhsul ambonanın yuvası boşdur.
Y6	ÇİM1 emal əməliyyatlarının yerinə yetirir.
Y7	ÇİM2 emal əməliyyatlarının yerinə yetirir.
Y8	ÇİM3 emal əməliyyatlarının yerinə yetirir.
Y9	ÇİM4 emal əməliyyatlarının yerinə yetirir.
Y10	ANM işləyir
$T_{TD}$	TD-nin emal müddətinin təymeri
$T_{FD}$	FD-nin emal müddətinin təymeri
$T_{RBD}$	RBD-nin emal müddətinin təymeri
$T_{ƏD}$	ƏD-nin emal müddətinin təymeri
$T_{ANM}$	ANM-nin emal müddətinin təymeri

Cədvəl 5.

Mexaniki emal ÇİS-in icra mexanizmlərinin təyinatları (verilənlər bazası)

İcra mexanizminin işarəsi	İcra mexanizminin təyinatı
1	2
$U1$	N1 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U2$	N2 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U3$	N3 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U4$	N4 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U5$	N5 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U\text{ÇİS}$	Mexaniki emal ÇİS-in ilkin başlanğıc vəziyyəti
$U6$	N6 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi

Mexaniki emal ÇİS-in verilənlər bazasının təyinatlarından istifadə etməklə onun kompleks şəkildə koordinasiyalı və sinxronlaşdırılmış fəaliyyət algoritmi biliklər bazası şəklində işlənmişdir.

### Alqoritm

(P1) Əgər xammal mövqələşdirici manipulyatorun (MM) üzərində yoxdursa VƏ avtomatik nəqliyyat manipulyatorlarının (ANM) işçi zonasında hazır məhsul varsa VƏ ANM son vəziyyətdədirsə

Onda ANM-in N6 Petri şəbəkəsinin idarəetmə bloku qoşulsun VƏ ANM-in işləmə müddətinin taymeri işə salınsın.

$$(P1) \overline{X1} \& X3 \& X2 \Rightarrow U6 \& T_{ANM} = r$$

(P2) Əgər MM-in üzərində xammal varsa VƏ ANM son vəziyyətdədirsə kran manipulyator (KM) işçi vəziyyətə hazırdırsa ( $W = Z1 \& K1 \& K2$ ;  $Z1 - KM$  MM-in üzərindədir,  $K1$  tutqacı yuxarı vəziyyətdədir və  $K2$  -tutqacı açıqdır) VƏ torna dəzgahının (TD) işçi zonasında xammal yoxdursa VƏ çevik istehsal modulu 1 (ÇİM1) emal əməliyyatını yerinə yetirilmirsə

Onda KM-un  $N_1$  Petri şəbəkəsi blokunun icra mexanizmi işə qoşulsun

$$(P2) X1 \& X2 \& Z1 \& K1 \& K2 \& \lceil Y1 \& \lceil Y6 \Rightarrow U1$$

(P3) Əgər TD-in işçi zonasında xammal varsa  $V\Theta$  KM  $N_1$  Petri şəbəkəsi-proqram blokunu yerinə yetiribse  $V\Theta$  ÇİM1-də emal əməliyyatı yerinə yetirilmirsə  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətinə hazırdırsa

Onda ÇİM1-də emal əməliyyatı başlasın  $V\Theta$  ÇİM1-in işləmə müddəti taymeri işə salınsın

$$(P3) Y1 \& \lceil U1 \& \lceil Y6 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y6 \& T_{TD} = k$$

(P4) Əgər ÇİM 1-də emal əməliyyatı başa çatıbsa  $V\Theta$   $T_{TD}$  sıfıra bərabərdirsə  $V\Theta$  TD-in işçi zonasında yarımfabrikat varsa  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda  $N_2$  Petri şəbəkəsinin proqram blokunun icra mexanizmi işə qoşulsun

$$(P4) \lceil Y6 \& \lceil T_{TD} = 0 \& Y2 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U2$$

(P5) Əgər  $N_2$  -nin icra mexanizmi işini başa çatdırıbsa  $V\Theta$  FD-in işçi zonasında yarımfabrikat varsa  $V\Theta$  ÇİM 2-də emal əməliyyatı yerinə yetirilmirsə  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda ÇİM 2 emal əməliyyatına başlasın  $V\Theta$  ÇİM 2-in emal müddəti taymeri işə salınsın

$$(P5) \lceil U2 \& Y2 \& \lceil Y7 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y7 \& T_{FD} = i$$

(P6) Əgər ÇİM 2-də emal əməliyyatı başa çatıbsa  $V\Theta$   $T_{FD}=0$  şərti ödənilirsə  $V\Theta$  radial burma dəzqahının (RBD) işçi zonasında yarımfabrikat yoxdursa  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətinə hazırdırsa

Onda  $N_3$ -Petri şəbəkəsinin proqram blokunun icra mexanizmi işə salınsın

$$(P6) \lceil Y7 \& \lceil T_{FD} = 0 \& \lceil Y3 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U3.$$

(P7) Əgər  $N_3$ -ün icra mexanizmi işini başa çatdırıbsa  $V\Theta$  RDB-in işçi zonasında yarımfabrikat varsa  $V\Theta$  ÇİM 3-də emal əməliyyatı yerinə yetirilmirsə  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda ÇİM 3-də emal əməliyyatına başlasın  $V\Theta$  ÇİM 3 emal əməliyyatı taymeri işə salınsın

$$(P7) \lceil U3 \& Y3 \& \lceil Y8 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y8 \& T_{RBD} = j$$

(P8) Əgər ÇİM 3-də emal əməliyyatı başa çatıbsa VƏ  $T_{RBD} = 0$  şərti ödənilirsə VƏ əymə dəzgahının (ƏD) işçi zonasında yarımfabrikat yoxdursa VƏ KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda N4 Petri şəbəkəsinin proqram blokunun icra mexanizmi işə başlasın

$$(P8) \lceil Y8 \& \lceil T_{RBD} = 0 \& \lceil Y4 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U4$$

(P9) Əgər N4-ün icra mexanizmi işini başa çatdırıbsa VƏ ƏD-in işçi zonasında yarımfabrikat varsa VƏ ÇİM4-də emal əməliyyatı yerinə yetirilmirsə VƏ KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda ÇİM4 – də emal əməliyyatı başlasın VƏ ÇİM4 – ün emal müddəti işə salınsın

$$(P9) \lceil U4 \& Y4 \& \lceil Y9 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y9 \& T_{\text{ƏD}} = m$$

(P10) Əgər ÇİM4 – də emal əməliyyatı başa çatıbsa VƏ  $T_{\text{ƏD}}=0$  şərti ödənilirsə VƏ ANM – in işçi zonasında hazır məhsul yoxdursa VƏ ANM son vəziyyətdədirsə

Onda (P1) produksiyasının icrası yerinə yetirilsin

$$(P10) \lceil Y9 \& \lceil T_{\text{ƏD}} = 0 \& \lceil X3 \& X2 \Rightarrow (P1) .$$

Dissertasiya işində təklif edilmiş və işlənmiş model və alqoritmlərin realizasiyası proqramlarının mətnləri işin əlavələrinə daxil edilmişdir.

Göründüyü kimi mexaniki emal ÇİS-in idarəedilməsi produksiya qaydaları ilə formalaşdırılmış altı məntiqi-linqvistik model (MLM) vasitəsilə realizə olunur:

### ***Alqoritm***

Addım 1.

$$(P) X1 \lceil \& Y1 \lceil \& Y2 \lceil \& Y3 \lceil \& Y4 \lceil \& Y5 \lceil \& Y10 \lceil \& K1 \& K2 \& \& Y6 \lceil \& Y7 \lceil \& Y8 \lceil \& Y9 \lceil \Rightarrow V_{\text{ÇİS}} .$$

Addım 2. ANM-in P1 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P1) \lceil X1 \& X3 \& X2 \Rightarrow U6 \& T_{\text{ANM}} = r$$

Addım 3. ÇİM1-in (TD) P2, P3 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P2) X1 \& X2 \& Z1 \& K1 \& K2 \& \lceil Y1 \& \lceil Y6 \Rightarrow U1$$

$$(P3) Y1 \& \lceil U1 \& \lceil Y6 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y6 \& T_{\text{TD}} = k$$



Addım 4. ÇİM2-in (FD) P4, P5 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P4) \lceil Y6 \& \lceil T_{FD} = 0 \& Y2 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U2$$

$$(P5) \lceil U2 \& Y2 \& \lceil Y7 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y7 \& T_{FD} = i$$

Addım 5.ÇİM3-ün (RBD) P6, P7 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P6) \lceil Y7 \& \lceil T_{RBD} = 0 \& \lceil Y3 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U3 .$$

$$(P7) \lceil U3 \& Y3 \& \lceil Y8 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y8 \& T_{RBD} = j$$

Addım 6. ÇİM4-ün (ƏD) P8, P9, P10 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P8) \lceil Y8 \& \lceil T_{RBD} = 0 \& \lceil Y4 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U4$$

$$(P9) \lceil U4 \& Y4 \& \lceil Y9 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y9 \& T_{ƏD} = m$$

$$(P10) \lceil Y9 \& \lceil T_{ƏD} = 0 \& \lceil X3 \& X2 \Rightarrow (P1) .$$

Təklif olunan alqoritmin əsas vəzifəsi ondan ibarətdir ki, onun yerinə yetirilməsi obyektə baş verən situasiyalara uyğun biliklər əsasında situasiyaya uyğun icra komandalarını formalaşdırır. Belə ki, altı MLM vasitəsilə formalaşdırılmış idarəetmə alqoritmi dövrü şəkildə mexaniki emal ÇİS-indəki situasiyaları aşkarlayır, asinxronluq və paralellik prinsiplərinə xələl gətirmədən ÇİS-in idarə olunmasını yerinə yetirir.

## NƏTİCƏ

1. Fəaliyyətləri biliklərlə təsvir olunan texniki sistemlərin Petri şəbəkələri ilə tədqiqinin təcrübəyə və ədəbiyyat mənbələrinə istinadən icmalının mövcud vəziyyətinin araşdırılmasının nəticələrini ümumiləşdirərək dissertasiya işinin məqsədiformalaşdırılmış və işdə həlli tələb olunan məsələlər müəyyən edilmişdir.

2. ÇİS-in ilkin layihələndirmə mərhələsində kompleks şəkildə - konstruktiv və idarəedilmə, modelləşdirilməsi və yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir.

3. Fəaliyyətləri müxtəlif təyinatlı biliklərlə təsvir olunan ÇİS-lərin kompüter modellərinin idarəedilməsinin Petri şəbəkəsinin əsas xassələrinin analizi ilə eksperimentlərlə tədqiqi avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir.

4. Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal ÇİS-nin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasında ÇİM-lərin predmet səviyyəsində produksiya qaydaları və avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun sonlu avtomat şəklində biliklər bazaları yaradılmış, onların Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritmləri təklif edilərək işlənmişdir. ALA-nın riyazi səviyyəsində bütün ÇİM-lərin və ANM-nin Petri şəbəkəsi şəklində idarəetmə proqram bloklarından istifadə etməklə ÇİS-in kompüter modeli eksperimentlərlə tədqiq edilmiş və layihələndirilməsinin məqsədəuyğunluğu qiymətləndirilmişdir.

5. Mexaniki emal ÇİS-nin real vaxt rejimində kompleks şəkildə koordinasiya, yəni texnoloji əməliyyatların ardıcılığında növbəti ÇİM-in fəaliyyətinin özündən əvvəlkində alınmış son nəticədən sonra başlanması (asinxronluq prinsipi) və sinxronlaşdırılmış, yəni texnoloji əməliyyatların ardıcılığına xələl gətirmədən icazə verilən situasiyalarda ayrı-ayrı ÇİM-lərin eyni zaman intervalında fəaliyyətlərini təminədən (paralellik prinsipi) produksiya qaydaları əsasında məntiqi-linqvistik modellər şəklində biliklər bazası yaradılmış və ÇİS-in idarəetmə alqoritmı işlənmişdir.

6. Mürəkkəb xarakterli, çoxsaylı informasiya-ölçmə, idarəetmə və tənzimləmə əlaqələrindən ibarət olan, mexaniki emal ÇİS-nin sistemotexniki layihələndirməsi üçün ümumi proqram təminatı işlənmiş və mexaniki emal ÇİS-in avtomatlaşdırılmış əməliyyatlarının məhsuldarlığının tədqiq edilməsi üçün texnoloji prosesin işləmə dinamikası tədqiq edilmişdir.

## DİSSERTASIYA İŞİNİN MÖVZUSUNA DAİR DƏRC OLUNMUŞ ELMİ İŞLƏRİN SİYAHISI

1. Əhmədov, M.A., Əhmədova S.M., Nəsirova E.Ə. ÇİS-nin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması və idarə alqoritminin kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi.// SDU-nun Elmi xəbərləri, -2010. -s. 64-71

2.Əhmədova, S.M., Məhəmmədli H.M., Nəsirova E.Ə., Əliyev E.İ. Çevik istehsal sisteminin struktur modelinin animasiya avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətlərinin tədqiqinə qoyulan tələbatların təyini// Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni texnologiyaları, Respublika Elmi konfransı, -Sumqayıt: -2012. -s. 149-150

3. Əhmədov, M.A., Nəsirova E.Ə. Layihələndirilən obyektin idarə alqoritminin tədqiqinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının işlənməsi.// SDU-nun Elmi xəbərləri, -2016, -s. 71-75

4. Гусейнзаде, Ш.С., Насирова Э.А. Пример решения задачи преобразования конечного автомата в сеть Петри. //Наука, технология, производство-2017. «Прикладная наука как инструмент развития нефтехимических производств». Уфа-2017, -с. 347-348.

5. Мамедов, Дж.Ф., Автоматизация этапов проектирования компоновочной схемы производственной линии для технопарка./ Дж.Ф.Мамедов, Г.С.Абдуллаев, Г.Г.Генжелиева, Е.А. Насирова //Национальный технический университет Украины. Системные исследования и информационныетехнологии, -Киев:-2018, № 3, с. 35-42.

6. Ахмедов М.А., Гусейнзаде Ш.С., Насирова Э.А. Разработка алгоритма автоматизации преобразования конечного автомата в сеть Петри /Автоматизация Современные технологии Москва, 2019, №3, с.108-112, РИНЦ

[http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomatizaciya\\_i\\_sovremennye\\_tehnologii/2\\_025/17/](http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomatizaciya_i_sovremennye_tehnologii/2_025/17/).

7. Orucova, G.E., Əliyeva S.B., Nəsirova E.Ə Mexaniki yığım çevik istehsalat modulda kranmanipulyatorun fəaliyyətinin

modelləşdirilməsi. // AzTU-nun Elmi əsərləri, -Bakı, -2019, №3, -s. 126-132

8. Nəsirova, E.Ə., Çevik istehsal sisteminin idarəetmə funksiyalarının biliklərin müxtəlif təsvir üsulları ilə modelləşdirilməsi məsələləri.// SDU-nun Elmi xəbərləri, Təbiət və Texniki Elmlər bölməsi, -2020, №3, -s. 63-69

9. Əhmədov, M.A, Məmmədov, C.F, Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının və fəaliyyətinin kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə tədqiqinin işlənməsi // -Bakı: Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin xəbərləri. ADNSU, -2022. cild 19, №1, -s. 4-14

10. Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sistemlərinin fəaliyyətinin modelləşdirilməsi prosesinin arxitekturası// -Bakı: AMA-nın xəbərləri, -2022, cild 14, №1, -s. 106-116

11. Nəsirova, E.Ə. Sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində texniki sistemlərin Petri şəbəkələri ilə tədqiqi.//Riyaziyyatın Fundamental Problemləri və İntellektual Texnologiyaların Təhsildə Tətbiqi, Respublika Elmi konfransı, Sumqayıt:-2022, №10,-s.186-188

12. Əhmədov, M.A., Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin interfeysinin biliklər bazasının işlənməsi.//İnsan-kompüter qarşılıqlı əlaqəsi mövzusunda Beynəlxalq Şərq Konfransının materialları-Naxçıvan: -2022. –s.127-129

13. Hüseynzadə, Ş.S., Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sisteminin mexatron qurğularının avtomatik idarə edilməsinin proqram təminatının strukturu. Riyaziyyatın nəzəri və tətbiqi problemləri III beynəlxalq elmi konfransın materialları, SDU, Sumqayıt:- 2023, №2, -s. 189-191

14. Ахмедов М.А., Насирова Э.А. Инструмент автоматизированного проектирования компьютерной модели гибкого производственного модуля и её комплексное исследование компьютерными экспериментами. Международный научно-технический конгресс Интеллектуальные системы и информационные технологии,- Геленджик, Дивноморское, Россия. – 2023, том 2, - стр. 218-223

## **Həmmüəlliflərlə birgə işlərdə iddiaçının şəxsi fəaliyyəti:**

[1] –Problemin aktuallığının əsaslandırılması. Real obyektin nümunəsində verilənlər bazasının yaradılması və ondan istifadə etməklə produksiya qaydaları əsasında biliklər bazasının yaradılması.

[2] –ÇİS-in kompüter modelinin animasiya üsulları ilə tədqiqinin ümumi arxitekturası işlənmişdir.

[3] –ÇİS-in kompleks şəkildə idarəedilməsinin müxtəlif təyinatlı analitik modellərlə təsvirlərinin Petri şəbəkəsi ilə tədqiqinin ALA-nın arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir.

[4] –Fəaliyyəti sonlu avtomatla təsvir olunan dinamik mexatron qurğunun Petri şəbəkəsi ilə təsvirinə çevrilməsi nümunəsi işlənmişdir.

[5] –Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş sahənin mövcud vəziyyətinin konseptual modelinin və müasir avtomatlaşdırma vasitələri ilə idarə-edilməsinin struktur-kinematik sxeminin işlənməsi

[6] – Fəaliyyəti sonlu avtomatla təsvir olunan obyektin Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritminin realizasiyası

[7] –Mexaniki emal çevik istehsal sistemində kran-manipulyatorun fəaliyyət marşrutunun modelləşdirilməsi və idarə alqoritminə qoyulan tələbatların təyini və analizi

[9]–ÇİS-in fəaliyyətinin kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə tədqiqi üçün tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal sahəsinin ÇİS-in kompüter modelinin və struktur kinematik sxeminin işlənməsi

[12]–ÇİS-in ALA-nın interfeysinin biliklər fazasının yaradılması

[13] - ÇİS-in mexatron qurğularının idarə edilməsinin proqram təminatının strukturunun işlənməsi

[14] - Məsələnin qoyuluşu və çevik istehsal modulunun kompüter modelinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının işlənməsi və onun mexaniki emal ÇİS-in kompleks şəkildə tətbiqində realizasiyası.

Dissertasiyanın müdafiəsi 28 iyun 2024-cü il saat 14.00-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.48 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1010, Bakı şəhəri, Azadlıq prospekti 20  
e-mail: info@asoiu.edu.az

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları [www.asoiu.edu.az](http://www.asoiu.edu.az) rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat "27 may" 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.



Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin "İnformasiya Texnologiyaları və proqramlaşdırma" kafedrasında yerinə yetirilmişdir.


Elmi rəhbər: texnika üzrə elmlər doktoru, professor  
**Məhəmməd Aydın oğlu Əhmədov**

Rəsmi opponetlər: texnika üzrə elmlər doktoru, dosent  
**Kəmalə Rafiq qızı Əliyeva**

texnika üzrə elmlər doktoru, dosent  
**Zərifə Qasım qızı Cəbrayılova**

texnika üzrə elmlər doktoru, dosent  
**Yadigar Nəsim oğlu İmamverdiyev**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.48 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: AMEA-nın müxbir üzvü,  
texnika elmləri doktoru, professor  
  
**Rafiq Əziz oğlu Əliyev**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:   
**Akif Vəli oğlu Əlizadə**

Elmi seminarın sədri: texnika elmləri doktoru, professor  
**Tərhan Səməd oğlu Abdullayev**



## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** ÇİS-lərin layihələndirilməsi təcrübəsi göstərir ki, onların layihə etmə mərhələlərində müxtəlif təyinatlı – texnoloqlar, konstruktorlar, avtomatlaşdırma üzrə mütəxəssislər və s., qarşılıqlı əlaqədə və birgə fəaliyyət göstərməlidirlər. Odur ki, onların hər birinin qarşısına qoyulan məqsədə nail olmaq üçün müxtəlif layihələndirmə mərhələlərindəki ideyalarının realizasiyası əsasən son sınaq mərhələsində özünü doğrultmur və yaxud müəyyən çatışmazlıqlarla müşayiət olunur. Eyni zamanda nəzərə almaq lazımdır ki, orta mürəkkəb səviyyəli ÇİS bir-biri ilə ortaq işçi zonalarda qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən və idarə olunan çoxsaylı mexatron qurğular, emal mərkəzləri, proqramla idarə edilən dəzgahlar, nəqliyyat və anbar sistemlərinin və s. toplusundan ibarətdir və onların kompleks şəkildə sınaqlarının aparılması tələb olunur. Baxmayaraq ki, ayrı-ayrı komponentlərin fiziki modellərinin fəaliyyətlərinin sınaqları mümkündür, ancaq onların kompleks şəkildə koordinasiyalı və sinxronlaşdırılmış idarə olunmasında mexatron qurğuları ortaq işçi zonalarda qəza situasiyaları ilə müşayiət oluna bilirlər.

Göstərilən və digər nəzərə alınmayan qüsurların ilkin və növbəti layihələndirmə mərhələlərində qarşısının alınması üçün kompüter modelləşdirilməsi üsullarının layihələndirilən ÇİS-in sistemotexniki layihələndirmə (texniki tapşırıq, eskiz və texniki) mərhələsində tətbiqi ilə kompüter eksperimentləri vasitəsilə layihələndirilməsinin məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi perspektivli istiqamət hesab edilir.

Hal-hazırda ÇİS-in konstruktiv modelləşdirilməsi və avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsini təmin edən müxtəlif təyinatlı sistemlər işlənmişdir. Eyni zamanda ÇİS-lərin idarəedilməsi model və alqoritmlərinin müxtəlif təyinatlı avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətləri yaradılmışdır. Mürəkkəb xarakterli sistemlərin kompleks şəkildə tədqiqi üçün imitasiya modelləşdirilməsi və nəticələrin animasiya üsulları ilə təsvirindən də istifadə edilir. Göstərilən sistemlərin hər birinin üstün və çatışmayan xüsusiyyətləri mövcuddur və onların təkmilləşdirilməsi istiqamətində mütəmadi olaraq elmi-



tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsi davam edir. Göstərilən tədqiqat işləri ənənəvi olaraq iki fərqli istiqamətdə - konstruktiv və idarəetmə, layihələndirmə mərhələlərində müxtəlif təyinatlı mütəxəssislər tərəfindən yerinə yetirilirdi və əksər hallarda ilkin ideyalar ÇİS-in kompleks şəklində sınaq və tətbiq mərhələlərində özlərini doğrultmurdu, bu da son nəticədə əlavə xərclərlə müşayiət olunurdu. Bu nöqtəyi-nəzərdən ÇİS-in ilkin layihələndirmə mərhələsində kompüter modelləşdirilməsi üsullarından istifadə etməklə kompleks şəkildə tədqiqatı həyata keçirən və ÇİS-in layihələndirilməsinin məqsədəuyğunluğunu qiymətləndirməyə imkan verən "Fəaliyyətləri biliklərlə təsvir olunan texniki sistemlərin Petri şəbəkələri ilə tədqiqatı" adlı dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığını göstərmək olar.

**Tədqiqatın obyektı və predmeti.** Dissertasiya işində tədqiqat obyektı kimi mexaniki emal sahəsinin çevik istehsal sistemi seçilmişdir. ÇİS-nin misalında ilkin layihələndirmə mərhələsində onun komponentlərinin kompüter modelləşdirilməsi üsulları ilə avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi və idarəedilməsinin müxtəlif təyinatlı modelləşdirmə üsulları ilə təsviri və Petri şəbəkəsi ilə kompleks şəkildə tədqiqat edilərək, yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi məsələləri araşdırılır və işlənir.

**Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri.** Fəaliyyətləri biliklərlə təsvir olunan texniki sistemlərin ilkin layihələndirmə mərhələlərində yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi üçün avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin və sistemin kompleks şəklində fəaliyyətinin kompüter eksperimentlərinin Petri şəbəkəsi ilə tədqiqatın model və alqoritmlərinin işlənməsidir.

Göstərilən məqsədə nail olmaq üçün dissertasiya işində aşağıdakı həlli tələb olunan məsələlər müəyyən edilmişdir:

✓ Mürəkkəb texniki sistemlər kateqoriyasına aid edilən ÇİS-lərin fəaliyyətlərinin müxtəlif modelləşdirmə üsulları ilə təsvirinin Petri şəbəkəsi ilə tədqiqatı avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin (ALA) alt sistemlərinin qarşılıqlı əlaqələrinin ümumiləşdirilmiş strukturunun işlənməsi;

✓ ÇİS-nin idarəedilməsinin modelləşdirilməsi və tədqiqatı avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturasının işlənməsi;

✓ Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal sahəsinin mövcud komponentlərin sxeminin analizi və ÇİS-nin komponentlərin sxeminin işlənməsi;

✓ Mexaniki emal ÇİS-nin kompleks şəkildə tədqiqi üçün tipikləşdirilmiş standart mexatron qurğulardan geniş istifadə etmək və obyektlərin spesifik xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla, tələb olunduqda konstruktiv layihələndirmə üsulları ilə qeyri-standart mexatron qurğuların (MQ) kompüter modellərinin işlənməsi;

✓ ÇİS-in mexatron qurğuları və avadanlıqlarının verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması;

✓ ÇİS-nin ÇİM-lərinin kran manipulyatorla (KM) xammal və yarımfabrikatlarla yüklənməsinin produksiya qaydaları və avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun (ANM) sonlu avtomatlarla modellərinin Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritmlərinin işlənməsi;

✓ ÇİS-nin ALA-nın arxitekturasının işlənməsi və Petri şəbəkəsi ilə kompleks şəkildə idarəedilməsinin tədqiqi;

✓ -ÇİS-nin kompleks şəkildə koordinasiya və sinkronlaşdırılmış fəaliyyət alqoritminin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması və idarəetmə alqoritminin işlənməsi.

**Tədqiqat metodları.** İşdə müasir modelləşdirmə üsullarından, süni intellekt elementlərindən, verilənlərin və biliklərin təsviri üsullarından, produksiya qaydaları və sonlu avtomatlar konsepsiyasından, avtomatik idarəetmə və Petri şəbəkəsi nəzəriyyələrindən, çevik istehsal sistemlərinin qurulma və idarəetmə prinsiplərindən istifadə edilmişdir.

### **Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:**

✓ Mürəkkəb texniki sistemlər kateqoriyasına aid edilən ÇİS-nin modelləşdirilməsi, idarəedilməsi və tədqiqi avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturasının işlənməsi;

✓ Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal sahəsinin mövcud komponentlərin sxeminin analizi, avtomatlaşdırılmasına qoyulan tələblərin təyini və ÇİS-nin komponentlərin sxemi şəklində konstruksiya modelinin işlənməsi;

✓ ÇİS-nin mexatron qurğuları və avadanlıqlarının verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması;

✓ ÇİS-nin mexatron qurğularının və avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun produksiya qaydaları və sonlu avtomatlarla

təsvirlərinin Petri şəbəkəsi modeli ilə tədqiqi alqoritmlər bazasının yaradılması;

✓ ÇİS-nin ALA-nın arxitekturasının işlənməsi və Petri şəbəkəsi ilə kompleks şəkildə ÇİS-nin kompüter modelinin idarəedilməsinin tədqiqi;

✓ -Mexaniki emal ÇİS-nin kompleks şəkildə koordinasiya və sinxronlaşdırılmış fəaliyyət alqoritminin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması və idarəetmə alqoritminin işlənməsi.

### **Tədqiqatın elmi yeniliyi**

✓ Sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində ÇİS-nin biliklərinin semantik informasiya, predmet, riyazi və proqram səviyyələrində bazalarını özündə əks etdirən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir;

✓ Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal sahəsinin avtomatlaşdırılmasına qoyulan tələblər təyin edilmiş, ÇİS-nin komponent sxemi şəklində konstruktiv modeli və struktur - kinematik sxemi işlənmişdir;

✓ Mexaniki emal ÇİS-nin mexatron qurğuları və avadanlıqlarının verilənlər və biliklər bazaları yaradılmış, ÇİS-in mexatron qurğularının və avadanlıqlarının produksiya qaydaları və ANM-un sonlu avtomatlarla təsvirlərinin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi alqoritmləri təklif edilərək işlənmiş və onların biliklər bazası yaradılmışdır;

✓ Mexaniki emal ÇİS-nin ALA-nın arxitekturası işlənmiş və Petri şəbəkəsi ilə mexaniki emal ÇİS-nin kompüter modelinin kompleks şəkildə idarəedilməsi kompüter eksperimentləri ilə tədqiq edilmişdir;

✓ Mexaniki emal ÇİS-nin kompleks şəkildə koordinasiya və sinxronlaşdırılmış fəaliyyət alqoritminin verilənlər və biliklər bazaları yaradılmış və ÇİS-nin real obyektə kompleks şəkildə fəaliyyətinin koordinasiya və sinxronlaşdırılmış idarəetmə alqoritmii işlənmişdir.

**Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.** İşdə alınmış elmi və praktiki nəticələr müxtəlif təyinatlı ÇİS-lərin layihələndirilməsi və yaradılmasının bütün mərhələlərində layihə prosedurlarının qənaətbəxş və tələb olunan səviyyədə yerinə yetirildiyini

əsaslandırmaq üçün istifadə oluna bilər. Eyni zamanda ilkin layihələndirmə mərhələsində sifarişçi ilə icraçı arasında etimad rəyi (votum doveriya) yaranmasında, yəni sonda alınacaq nəticənin kompüter eksperimentləri ilə əvvəlcədən əsasən nümayiş etdirilməsi sifarişçi üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. İşin nəticələri əsasında işlənmiş materiallar uyğun ixtisaslar üzrə tədris prosesində də müvəffəqiyyətlə tətbiq oluna bilər.

**Aprobasiyası və tətbiqi.** Dissertasiyada yerinə yetirilmiş elmi tədqiqatların nəticələri Beynəlxalq və Respublika səviyyəli konfranslarda və Beynəlxalq konqresdə məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur; Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları II Respublika elmi konfransı. (Sumqayıt, 27-28 noyabr, 2012); Материалы Международной научно-технической конференции-Наука, технология, производство-2017. «Прикладная наука как инструмент развития нефтехимических производств». (Уфа, 23-25 мая, 2017); Çevik istehsal sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin interfeysinin biliklər bazasının işlənməsi. İnsan-kompüter qarşılıqlı əlaqəsi mövzusunda Beynəlxalq Şərq Konfransının materialları (Naxçıvan, 2022); Riyaziyyatın Fundamental Problemləri və İntellektual Texnologiyaların Təhsildə Tətbiqi, II Respublika Elmi konfrans materialları (Sumqayıt, 2022); Riyaziyyatın nəzəri və tətbiqi problemləri III beynəlxalq elmi konfransın materialları, (Sumqayıt, 2023); Международный научно-технический конгресс “Интеллектуальные системы и информационные технологии”. (Россия, Геленджик, Дивноморское, 1-7 сентября, 2023).

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.** Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin İnformasiya Texnologiyaları və proqramlaşdırma kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

**Dissertasiya işinin həcmi və strukturu.** İş girişdən, dörd fəsildən, nəticədən, istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından və əlavədən ibarətdir. İşin əsas məzmunu 164 səhifə, 19 şəkil, 1 cədvəldən ibarətdir. Ədəbiyyat siyahısında 121 adda mənbə göstərilmişdir. İşin əsas məzmunun həcmi 181000 işarədən ibarətdir. O cümlədən: Giriş - 29400 işarə, I fəsil - 51800 işarə, II fəsil - 29000 işarə, III fəsil - 42000 işarə, IV fəsil - 27000 işarə, Nəticə - 2165 işarə.

## IŞIN MƏZMUNU

**Girişdə** dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın obyektı və predmeti, işin məqsədi və həlli tələb olunan məsələlər müəyyən edilmiş, tədqiqat üsulları, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, elmi yeniliklər, işin praktiki əhəmiyyəti və aprobasiyası, elmi nəşrlər və dissertasiya işinin fəsilər üzrə qısa xülasəsi verilmişdir.

**Birinci fəsil** problemin mövcud vəziyyətinin araşdırılmasına və məsələnin qoyuluşuna həsr edilmişdir. Bu məqsədlə ədəbiyyat mənbələrinə və təcrübəyə istinadən texniki sistemlərin fəaliyyətlərinin biliklərlə təsvirinin müasir vəziyyətinin analizi üç əsas istiqamət üzrə aparılmışdır: kompüterdə biliklərin təsviri modellərinin xüsusi formalizmlərinin təsnifatı; kompüterdə biliklərin təsviri modellərinin texniki sistemlərin modelləşdirilməsində tətbiqi və layihələndirmə mərhələsində texniki sistemlərin Petri şəbəkələri ilə tətbiqinin müasir vəziyyətinin analizi.

Dissertasiya işinin məqsədi formalaşdırılmış və bu məqsədə nail olmaq üçün həlli tələb olunan məsələlər müəyyən edilmişdir.

**İkinci fəsil** texniki sistemlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə mərhələlərinin əsas xassələri və onların modelləşdirmə üsulları ilə tədqiqinə qoyulan tələbatların təyini məsələlərinə həsr edilmişdir.

Göstərilmişdir ki, istənilən obyektin layihələndirilməsində avtomatlaşdırma üsullarından istifadə olunmasından asılı olmayaraq ənənəvi layihələndirmə mərhələləri ardıcıl olaraq yerinə yetirilməlidir.

Təcrübə göstərir ki, layihələndirilən obyektin yaşama, yəni istismarda olma müddəti, istismara kimi olan layihələndirmə mərhələlərinin həll olunma müddətlərinin qısaldılması istiqamətindəki görülən tədbirlərdən asılıdır. Bu tədbirlər sırasında üç əsas məsələ xüsusi əhəmiyyət kəsb edir: layihələndirmə prosedurlarının tipikləşdirilməsi, optimallaşdırılması və avtomatlaşdırılması.

Odur ki, layihələndirmə prosesinin səmərəliliyini yüksəltmək üçün göstərilən üç məsələnin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə, kompleks şəkildə, bütün mərhələlərdə yerinə yetirmək lazımdır. Kompüter texnikasının, onların əsasında informasiya texnologiyalarının müasir

inkişaf səviyyəsi imkan verir ki, göstərilən problem qismən və ya tam şəkildə yerinə yetirilsin.

Mürəkkəb sistemlər kateqoriyasına aid edilən ÇİS-lərin layihələndirilməsi müxtəlif təyinatlı mütəxəsislər tərəfindən iki əsas istiqamətdə - konstruktiv və idarəetmə, həyata keçirilir.

Hal-hazırda çoxlu sayda tipik, standart və qeyri-standart layihələr və onların idarəetmə sistemləri işlənmişdir. Bütün bunlara baxmayaraq, bu istiqamətlər bir-birindən asılı olmayaraq, ayrı-ayrılıqda inkişaf etmişdir.

Kompüter texnikasının inkişafının müasir səviyyəsi, səmərəli modelləşdirmə üsullarından istifadə etməklə bu istiqamətləri həm ayrı-ayrılıqda, həm də kompleks şəkildə tədqiq etməklə sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində ( texniki tapşırıq, eskiz və texniki layihələndirmə) onların yaradılmasının məqsədəuyğunluğunu kompüter eksperimentləri ilə tədqiq etmək zərurəti yaranır.

İşdə fəaliyyətləri müxtəlif təyinatlı modelləşdirmə üsulları ilə təsvir olunan ÇİS-nin kompleks şəkildə fəaliyyətinin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi alətinin riyazi, alqoritmik, proqram, texniki, informasiya-axtarış təminatları alt sistemlərinin qarşılıqlı əlaqələrinin ümumiləşdirilmiş strukturuna baxılmışdır.

ÇİS-in ALA-nın alt sistemlərinin qarşılıqlı əlaqələrinin ümumiləşdirilmiş strukturunun analizindən görünür ki, ÇİS-in kompleks şəkildə avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi iki əsas istiqamətdə həyata keçirilməlidir: standart və konstruktiv layihələndirmə əsasında yaradılmış qeyri-standart mexatron qurğuların kompüter modelləri bazalarının yaradılması (konstruktiv modelləşdirmə); ÇİS-in kompanovka sxemi şəklində kompüter modelinin idarəedilməsi üçün idarəetmə model və alqoritmlərinin biliklər bazalarının yaradılması.

Dissertasiyada göstərilir ki, tədqiqat obyektinin səviyyəsində konstruktiv modelləşdirmənin biliklər bazasına aşağıdakılar daxildir: ÇİS-lərin komponovka sxemləri; standart və qeyri-standart mexatron qurğuların, nəqliyyat və anbar, ÇİS-lərin müxtəlif təyinatlı emal avadanlıqlarının və mexatron qurğularının texniki və digər xarakteristikaları; ÇİS-lərin verilənlər bazaları. Tədqiqat obyektinin səviyyəsindəki biliklərin riyazi səviyyədə biliklərə çevrilməsi əlaqə interfeysində yerinə yetirilir.

Riyazi səviyyədə biliklər bazasına tədqiq olunan ÇİS-in komponentlərinin iki və ya üç-ölçülü fəzalarda ayrı-ayrılıqda kompüter modelləri və ÇİS-in komponovka sxemləri şəklində, iki və ya üç-ölçülü fəzalarda kompüter modelləri daxil edilir.

Kompüter eksperimentləri yerinə yetirilərkən tədqiq edilən kompüter modeli işçi zonaya ötürülür və idarəedilməsi eksperimentlərlə tədqiq edilir.

ÇİS-lərin layihələndirilməsi və tətbiqi təcrübəsi göstərir ki, onların modelləşdirilməsi və idarəedilməsində geniş istifadə edilən əsas modelləşdirmə aparatlarının (sonlu avtomatlar, paralel fəaliyyətli asinxron proseslər, produksiya qaydaları, Freym və məntiqi modellər və s.) tətbiqi ilə yaradılan ALA-lar geniş tətbiq sahələri tapmışdır. Bu növ ALA-ların əsas çatışmayan xüsusiyyəti onların qeyri-müəyyənlik və qeyri-səlislik şəraitində fəaliyyət göstərən obyektlərdə ÇİS-in idarəedilməsində istifadə edilə bilməməsidir.

Odur ki, işdə fəaliyyətləri müxtəlif təyinatlı biliklərlə təsvir olunan ÇİS-in idarəedilməsinin ALA-sının ümumiləşdirilmiş arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir<sup>1</sup>.

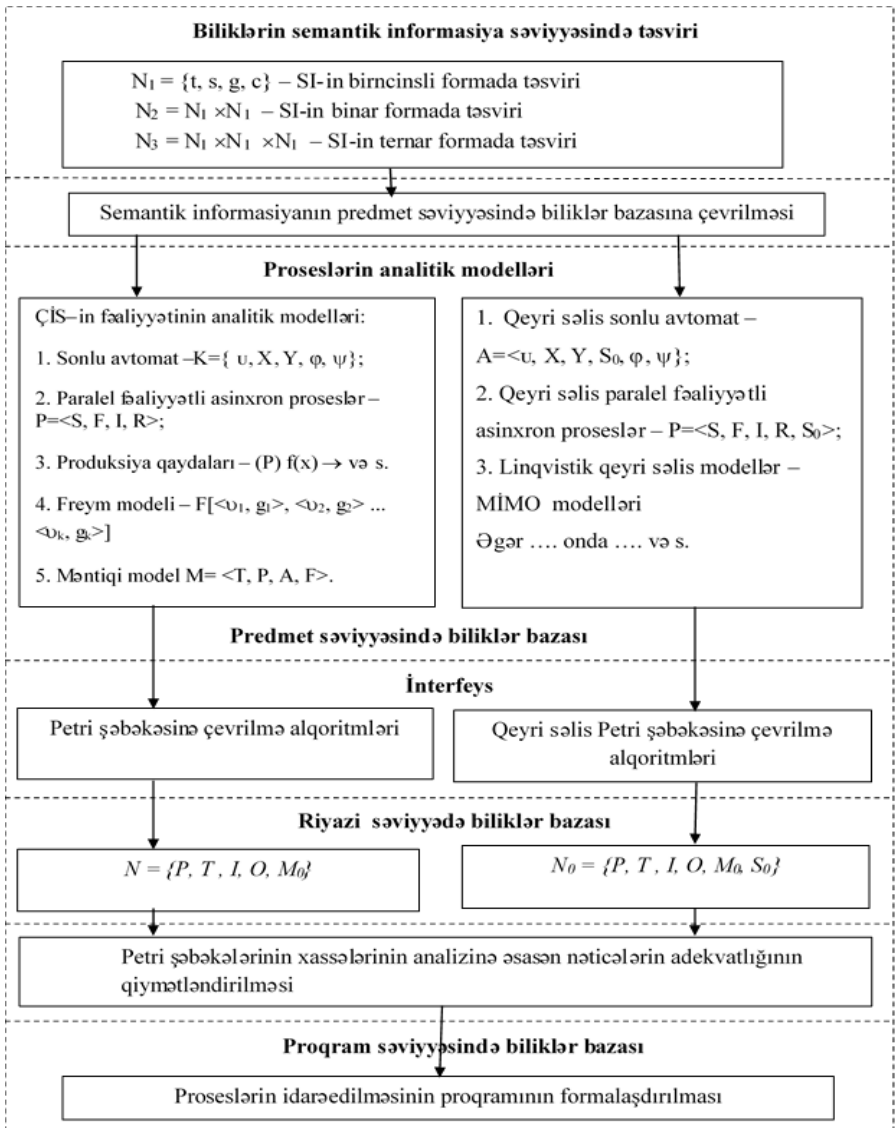
ÇİS-in kompleks şəkildə tədqiqi ALA-sının idarəedilməsinin layihələndirmə alətinin təklif edilən ümumiləşdirilmiş arxitekturası şəkil 1-də verilmişdir.

Arxitekturadan görüldüyü kimi ÇİS-in idarəedilməsinin ALA-sının bilikləri dörd əsas səviyyələrdə təsvir edilir: semantik informasiya; predmet; riyazi və proqram.

Məlum olduğu kimi layihələndirmə prosedurları müxtəlif mərhələlərdə fərqli ixtisaslara malik mütəxəssislər (kollektiv) tərəfindən həyata keçirilir və hər birinin texniki və ideya səhvləri növbəti mərhələlərə tiraj olunmaqla son nəticədə obyektin fiziki modelinin sınaq mərhələsində aşkarlanır.

---

<sup>1</sup>Əhmədov, M.A., Nəsirova E.Ə. Layihələndirilən obyektin idarə algoritminin tədqiqinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının işlənməsi.// SDU-nun Elmi xəbərləri, -2016, -s. 71-75



**Şəkil 1. ÇİS-in idarədilməsinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturası**



Layihələndirmə prosedurlarının mərhələlərində texniki tapşırığa uyğun olaraq obyektin seçilmiş xassələri müxtəlif işarələrlə (simvollarla) təsvir edilir. Analiz göstərir ki, layihə təşkilatları ilə sifarişçi təşkilat arasındakı ünsiyyət əsasən axıncının peşə səviyyəsinə uyğun dillərdə həyata keçirilir. Bu halda sifarişçi müxtəlif eksperimentlərlə təsdiq edilmiş empirik və elmi əsaslarla isbat edilmiş riyazi və məntiqi düsturlardan da istifadə edə bilər.

Obyektin seçilmiş xassələri barədə simvollarla təsdiq edilən mətn, audio, vizual, təsviri, qrafik və b. tipli ilkin verilənlər toplusuna semantik informasiya (Sİ) kimi baxılır. Qeyd edək ki, idrak nəzəriyyəsinə əsasən ilkin Sİ insan tərəfindən obyektin seçilmiş xassələrinin fiksə edilmiş təsvirləridir.

Odur ki, bütün bilik sahələrinin obyektləri üçün ilkin Sİ-nin yaradılmasının universal alqoritmi mövcud deyildir. Ancaq insan ilkin Sİ-nin məntiqi strukturunu-kaskadını, müxtəlif dayanıqlı kateqoriyalardan (məqsəd, metod, vasitə, keyfiyyət, kəmiyyət, səbəb, nəticə, məna forma, və b.) istifadə etməklə təsvir edir. Praktikada ÇİS-lərin layihələndirmə prosesində ilkin Sİ predmet sahəsinin mütəxəssisləri tərəfindən formalaşdırılır və texniki tapşırıq şəklində icraçı təşkilatlarla razılaşdırılaraq təsdiq olunur. Çevik istehsal sahəsi müxtəlif təyinatlı mexatron və digər texniki qurğulardan təşkil olunmuş, qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən çevik istehsal modulları (ÇİM) toplusu olmaqla mürəkkəb xarakterli diskret sistemlər kateqoriyasına aid edirlər. ÇİM-in elementləri sənaye və intellektual robotlardan, müxtəlif təyinatlı manipulyator və nəqliyyat qurğularından, mövqeləşdiricilərdən və b. ibarətdir. Göstərilən qurğular təyinatlarından asılı olaraq əvvəlcədən məlum olan və ya müxtəlif situasiyalarda nisbətən qeyri-müəyyənlik mühtlərində fəaliyyət göstərirlər. Məlum olduğu kimi ÇİM-in mexatron qurğuları üç ölçülü fəzada bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə, əsasən də ortaq işçi zonalardan istifadə etməklə fəaliyyət göstərirlər. Odur ki, onların fiziki modelləri üzərində sınaqların həyata keçirilməsi müəyyən çətinliklərlə müşayiət olunur (ortaq işçi zonalarda toqquşmalar, qəza situasiyaları və b.)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Ахмедов М.А., Насирова Э.А. Инструмент автоматизированного проектирования компьютерной модели гибкого производственного модуля и

Göstərilən hallar ÇİM-lərin ayrı-ayrı mexatron qurğularının idarə və qarşılıqlı əlaqə alqoritmlərinin işlənməsindəki qüsurların nəticəsində baş verir. Digər tərəfdən ÇİS-nin ÇİM-lərinin hər hansı bir məqsədə nail olmaq üçün koordinasiyalı, kompleks şəkildə idarə edilməsi alqoritmlərinin işlənməsi də tələb olunur.

Sadalanan çatışmazlıqların ÇİS-in layihələndirilməsinin mərhələlərində tiraj edilməməsi üçün ilkin layihələndirmə mərhələsində ÇİS-in yaradılmasının məqsədəuyğunluğunu qiymətləndirməyin müxtəlif üsullarından istifadə edilməsi zərurəti yaranır.

Dissertasiya işində belə yanaşmalardan biri kimi ÇİM-in elementlərinin müxtəlif analitik modelləşdirmə üsulları ilə modelləşdirilməsi və ÇİM-in kompleks şəkildə tədqiqini yerinə yetirmək üçün, ilkin modellərin Petri şəbəkəsi modelinə çevirmək və axırcınının əsas xassələrini analiz edərək qiymətləndirilməsi məsələsi işlənmişdir. Təcrübədə situasiyalari apriori məlum olan diskret xarakterli proseslərin analitik modelləşdirmə üsulları kimi sonlu avtomatlar, paralel fəaliyyətli asinxron proseslər, semantik və şəbəkə modelləri, Freym və məntiqi modellər geniş tətbiq edilir.

Bu üsulların hər birinin üstün və çatışmayan cəhətləri və səmərəli tətbiq sahələri mövcuddur. Nisbətən sadə prosesləri həm də Petri şəbəkəsi ilə birbaşa modelləşdirmək və tədqiq etmək mümkündür. Mürəkkəb prosedurların Petri şəbəkəsi ilə birbaşa modelləşdirilməsi müəyyən çətinliklərlə müşayiət olunur. Petri şəbəkəsinin əsas üstünlüyü ondadır ki, onunla modelləşdirilən obyektin tədqiqi obyektədən kənarında Petri şəbəkəsinin əsas xassələrini analiz etməklə həyata keçirilir. Petri şəbəkəsinin məhz bu üstün xüsusiyyətinə görə ondan ÇİS-in kompleks şəkildə tədqiqi ilə məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsində əsas modelləşdirmə aləti kimi istifadəsi aktuallıq kəsb edir.

Qeyd edildiyi kimi apriori situasiyalari identifikasiya olunan

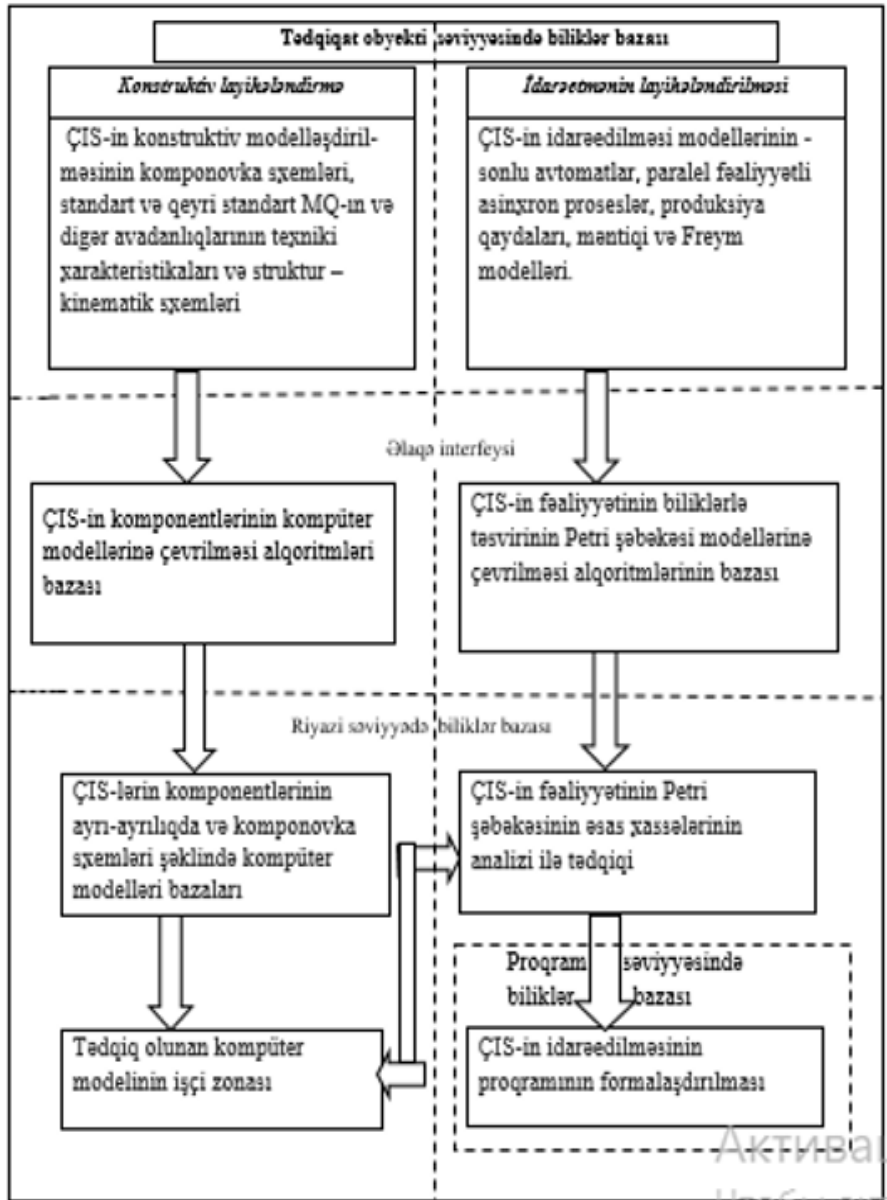
---

её комплексное исследование компьютерными экспериментами. Международный научно-технический конгресс Интеллектуальные системы и информационные технологии, - Геленджик, Дивноморское, Россия. – 2023, том 2, - стр. 218-223

proseslərin analitik modellərinin Petri şəbəkəsinə çevrilmə alqoritmləri əsasən işlənmişdir.

Təcrübə göstərir ki, ÇİS-nin lahiyələndirilməsində istehsal proseslərinin xarakterindən asılı olaraq, müxtəlif situasiyalarda qeyri-müəyyənlik şəraitində qərar qəbul etməklə fəaliyyət göstərən mexatron qurğularından istifadə edilməsi tələb olunur. Odur ki, ÇİS-in idarəedilməsinin qeyri-müəyyənlik şəraitində kompleks şəkildə modelləşdirilməsi, yəni adi və qeyri-səlis Petri şəbəkələri şəkildə təsviri və tədqiqi məsələsinin həlli də ümumiləşdirilmiş arxitekturada nəzərdə tutulmuşdur. Bu nöqteyi-nəzərdən predmet səviyyəsində biliklərin təsviri iki formada, analitik modelləşdirmə aparatlarının (apriori situasiyaları identifikasiya oluna bilən prosedurların idarə edilməsi) və müxtəlif situasiyalarda qeyri-müəyyənlik şəraitində fəaliyyət göstərən mexatron qurğuların qeyri-səlis modelləri vasitəsi ilə təsviri üsulları ilə həyata keçirilir. Riyazi səviyyədə biliklər Petri şəbəkəsi ilə təsvir olunur və onun xassələrinin analizi nəticəsində ÇİS kompleks şəkildə tədqiq edildikdən sonra ÇİS-nin idarə alqoritmı formalaşdırılır. Predmet səviyyəsində təsvir edilən biliklərin riyazi səviyyədə biliklərə çevrilməsi interfeysdə formalaşdırılan çevrilmə alqoritmləri ilə yerinə yetirilir. Proqram səviyyəsində idarə alqoritmının proqramı formalaşdırılır. ÇİS-nin kompleks şəkildə tədqiqinin realizasiyası və idarə alqoritmının formalaşdırılması üçün avtomatlaşdırılmış lahiyələndirmə alətinin əsas məsələlərindən biri interfeysin yaradılmasıdır. Məqsəd müxtəlif modelləşdirmə aparatları ilə təsvir edilmiş modellərin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi alqoritmlərinin işlənməsidir ki, bu istiqamətdə də müəyyən işlər yerinə yetirilmiş və yeni yanaşmaların yerinə yetirilməsi istiqamətində elmi-tədqiqat işləri davam etdirilir.

**Üçüncü fəsil** tədqiqat obyektini mexaniki emal ÇİS-in sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə modelləşdirilərək kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi, layihələndirilməsi və yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsinin model və alqoritmlərinin işlənməsi məsələlərinə həsr edilmişdir.



**Şəkil 2. ÇİS-in kompleks şəkildə kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi ALA-sının ümumiləşdirilmiş arxitekturası**

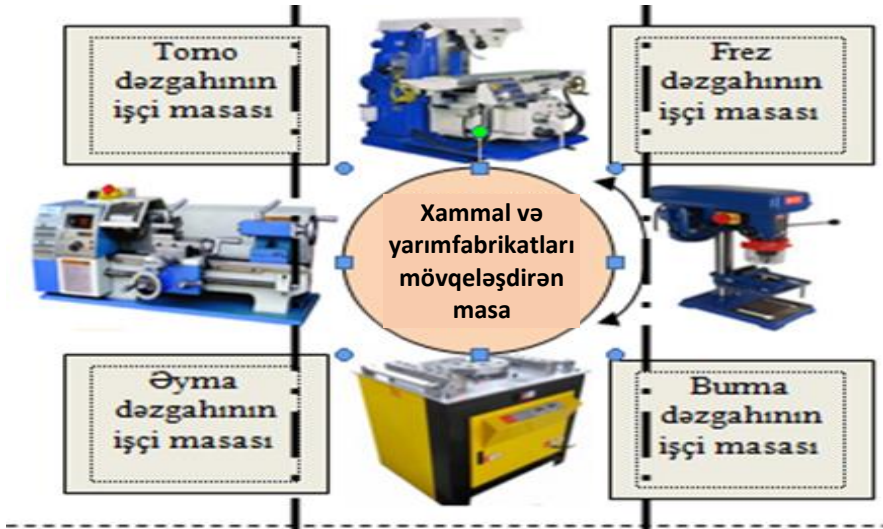
Göstərilmişdir ki, bu vəzifənin yerinə yetirilməsi üçün aşağıdakı əsas məsələlər həll edilməlidir: mexaniki emal sahəsinin mövcud komponentlərinin sxeminin analizi və təklif edilən ÇİS-in komponentlərinin və struktur-kinematik sxemlərinin işlənməsi; ÇİS-in mexatron qurğuları, avadanlıqları və digər komponentlərinin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması; ÇİS-in ÇİM-lərinin KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları ilə idarəedilməsi alqoritmlərinin Petri şəbəkəsinin xassələrinin analizi ilə tədqiqi; ÇİS-in ÇİM-nin sonlu avtomatlarla idarəedilməsi alqoritmlərinin Petri şəbəkəsi ilə tədqiqi.

Dissertasiya işində tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal ÇİS-in nümunəsində adı çəkilən verilənlər, biliklər bazalarının yaradılması, model və alqoritmlərinin işlənməsi məsələlərinə baxılmışdır.

Mexaniki emal sahəsinin mövcud komponentlərinin sxemi şəkil 3-də verilmişdir və aşağıdakı ardıcılıqla fəaliyyət göstərir: Fırlanan masanın üzərində xammal işçi tərəfindən torno dəzgahının (TD) işçi zonasına yüklənir və emal olunur: TD-də əməliyyat başa çatdıqdan sonra emal olunmuş yarımfabrikat frez dəzgahının (FD) işçi zonasına yüklənir və emal prosesi başlayır; FD-də əməliyyat başa çatdıqdan sonra emal olunmuş yarımfabrikat radial burma dəzgahının (RBD) işçi zonasına yüklənir; RBD-də əməliyyat başa çatdıqdan sonra emal olunmuş yarımfabrikat fırlanma masasının üzərindən götürülərək əymə dəzgahının (ƏD) işçi zonasına yüklənir; ƏD-də emal prosesi başa çatdıqdan sonra emal olunmuş yarımfabrikat hazır məhsul şəklində məhsulun saxlanması zonasına (HMSZ) yerləşdirilir. Proses göstərilən ardıcılıqla təyin olunmuş vaxt intervalında davam edir. Tədqiqat obyektini kimi qəbul edilmiş mexaniki emal sahəsinin mövcud strukturundan görüldüyü kimi sahədə dəzgahlarda emal prosesini təşkil etmək üçün onların xammal və yarımfabrikatlarla yüklənməsi, emal prosesinin idarəedilməsi və nəzarəti dörd işçi tərəfindən yerinə yetirilir.

Dissertasiya işində əvvəlki fəsilərdə əldə edilmiş nəzəri və təcrübə nəticələrindən istifadə etməklə və insanın fiziki fəaliyyət sferasının səmərəliliyini yüksəltmək qabiliyyətli müasir avtomatlaşdırma vasitələri (mexatron qurğular, proqramla idarəolunan avadanlıqlar, nəqliyyat, anbar qurğuları və b.) əsasında yaradılmış

ÇİS-in ilkin layihələndirmə mərhələsində kompleks şəkildə kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi və yaradılmasının məqsəduyğunluğunun qiymətləndirilməsi məsələləri işlənmişdir.

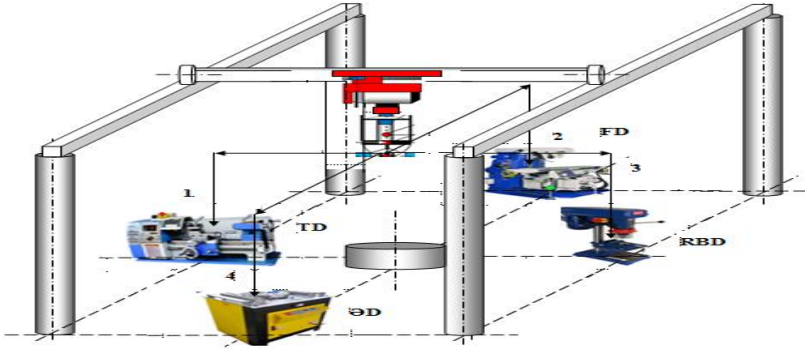


**Şəkil 3. Mexaniki emal sahəsinin mövcud komponovka sxemi**

Məsələnin qoyuluşundakı tələbatları ödəyən mexaniki emal ÇİS-nin komponovka sxemi (şəkil 4) təklif edilərək işlənmişdir<sup>3</sup>.

Mexaniki emal ÇİS-nə mövcud komponovka sxeminə daxil olan dəzgahlardan əlavə kran tipli nəqliyyat sistemi (KNS), üç-ölçülü fəzada fəaliyyət göstərən mexatron qurğu(MQ); mövqeləşdirici manipulyator (MM) və MM-in işçi zonasına xammalı nəql edən nəqliyyat manipulyatoru (NM) daxil edilmişdir.

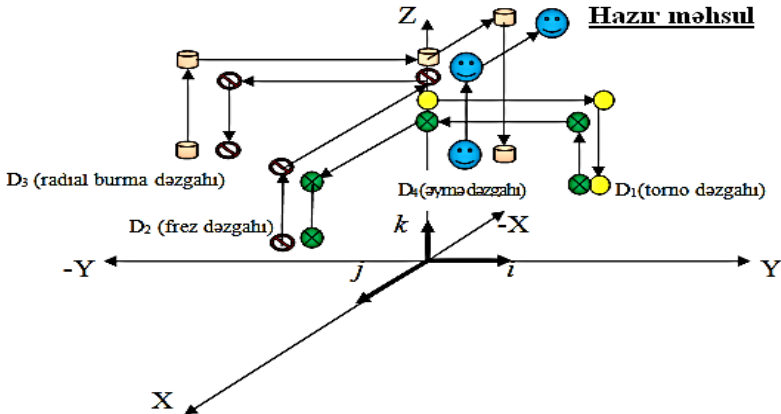
<sup>3</sup> Мамедов, Дж.Ф., Автоматизация этапов проектирования компоновочной схемы производственной линии для технопарка./ Дж.Ф.Мамедов, Г.С.Абдуллаев, Г.Г.Генжелиева, Е.А. Насирова //Национальный технический университет Украины. Системные исследования и информационные технологии, -Киев:-2018, № 3, с. 35-42.



**Şəkil. 4. Mexaniki emal ÇİS-in komponovka sxemi**

Şəkil 5-də ÇİS-nin MQ-nin fəaliyyətinin struktur-kinematik sxemi və proqramla idarə edilən avadanlıqlarının yerinə yetirdiyi əməliyyatların ardıcılığı öz əksini tapmışdır.

KNS xüsusi təyinatlı dayaqlar üzərində irəli və geri hərəkət edə bilər. KNS üzərində quraşdırılmış MQ-nin qolu üzərindəki universal tipli tutqacla şaquli ox üzərində aşağı və yuxarı, KNS-nin üzərində isə sağa və sola hərəkət trayektoriyası ilə fəaliyyət göstərir.



**Şəkil. 5. 3-ölçülü koordinat sistemində KM-in ÇİS-də hərəkət trayektoriyası**

ÇİS-nin fəaliyyətinin kinematik-struktur sxemindən göründüyü kimi layihələndiriləcək mexaniki emal ÇİS-i silindrik tipli mexaniki hissəni ardıcıl olaraq dörd proqramla idarə olunan dəzgahlarda (emal

mərkəzlərində-EM) mexaniki emal prosedurlarından keçirərək hazır məhsulu avtomatlaşdırılmış anbarın uyğun yuvasına yükləyir. Üçölçülü fəzada fəaliyyət göstərən MQ EM-nə aşağıdakı ardıcılıqla (kinematik sxemə uyğun olaraq) xidmət funksiyasını yerinə yetirir.

NM vasitəsilə MM-nin üzərinə nəql olunmuş xammal mövqeləşdirildikdən sonra MQ-nin tutqacı tərəfindən götürülür və TD-nin işçi zonasına nəql olunur; TD-də mexaniki emal prosedurları yerinə yetirildikdən sonra alınmış yarımfabrikat MQ tərəfindən FD-nin işçi zonasına nəql olunur; FD-də planlaşdırılmış prosedurlar yerinə yetirildikdən sonra yeni alınmış yarımfabrikat MQ tərəfindən RBD-nin işçi zonasına nəql olunur və RBD-də planlaşdırılmış prosedurlar yerinə yetirildikdən sonra alınmış yeni yarımfabrikat MQ tərəfindən ƏD-nin işçi zonasına nəql olunur və ƏD-dəki prosedurlar qurtardıqdan sonra hazır məhsul ƏD-nin işçi zonasından götürülərək MQ tərəfindən anbarın uyğun yuvasına nəql olunur.

Mexaniki emal ÇİS-nin komponovka sxeminin və fəaliyyətinin struktur-kinematik sxeminin tədqiqinin analizi nəticəsində aşağıdakıları göstərmək olar:

1. ÇİS-ə hər biri ayrı-ayrılıqda və son məqsədə qarşılıqlı əlaqədə nail olmaq üçün kompleks şəkildə fəaliyyət göstərən dörd çevik istehsal modulunun (ÇİM) toplusu kimi baxmaq olar.

2. Hər bir ÇİM-ə asinxron proses kimi baxılır və texnoloji əməliyyatların ardıcılığında növbəti ÇİM-in fəaliyyəti özündən əvvəlki ÇİM-də alınmış son nəticədən sonra başlayır (asinxronluq prinsipi).

3. ÇİS-in kompleks şəkildə fəaliyyətində tələb olunan məhsuldarlığı təmin etmək üçün texnoloji əməliyyatların ardıcılığına xələl gətirməyən, icazə verilən situasiyalarda ayrı-ayrı ÇİM-lərin eyni zaman intervalında fəaliyyətlərinə icazə verilir (paralellik prinsipi).

4. Struktur-kinematik sxemdən görüldüyü kimi hər bir ÇİM-in fəaliyyətini sonlu avtomat kimi təsvir edərək modelləşdirilir. ÇİS-in kompleks şəkildə fəaliyyətini isə produksiya qaydaları və paralel fəaliyyətli asinxron proseslərlə modelləşdirərək tədqiq etmək olar.

5. Analizin nəticələri göstərir ki, ÇİS-in kompleks şəkildə idarə edilməsi üçün mürəkkəb xarakterli alqoritmlərin işlənməsi tələb olunur. Onlarda əksər hallarda son nəticədə, yəni sınaq və tətbiq mərhələlərində özlərini doğrultmurlar. Odur ki, təkrar



layihələndirməyə əlavə xərclər tələb olunur.

6. Göstərilən problemin həlli üçün ilkin layihələndirmə mərhələlərində kompüter modelləşdirilməsi üsulları ilə ÇİS-in yaradılmasının və idarədilməsinin məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsinin kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə tədqiqi aktualıq kəsb edir.

Bu məqsədlə dissertasiya işində ÇİS-in mexatron qurğuları, avadanlıqları və digər komponentlərinin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması məsələlərinə baxılmışdır.

ÇİS-in VB-si (verilənlər bazası) onun bütün komponentlərinin tipləri, xarakteristikaları, texniki göstəriciləri və b. parametrləri daxil edilməklə yaradılır.

$$VB_{\text{ÇİS}} \in \{VB_{TDM_1}, UVB_{FDM_2}, UVB_{RBDM_3}, UVB_{\text{ƏD}_4}, UVB_{ANM_5}, UVB_{HMSM_6}, UVB_{KM}\} \quad (1)$$

Növbəti mərhələdə mexaniki emal ÇİS-nin müxtəlif situasiyalarda və müxtəlif xammalların emalından asılı olaraq ÇİM-lərin fəaliyyət alqoritmlərinin qurulması üçün BB və BBİS-nin yaradılması məsələlərinə baxılır.

Hər iki mərhələdə KM-nin yerinə yetirdiyi texnoloji əməliyyatlar KM-nin ancaq hərəkət marşrutlarının fərqlənməsi ilə müşayiət olunur və (2) formasında məntiqi predikatların hesablanması yerinə yetirilir.

$$(\forall P_i \in KM \text{ -in texnoloji əməliyyatları}) \quad (2)$$

Mexaniki emal olunan xammalların müxtəlifliyini nəzərə alaraq proqramla idarə olunan dəzgahların proqram təminatlarının BB və BBİS-nin yaradılması məsələlərinə baxılmalıdır.

$$(\forall X_j \in \text{ÇİS-in ÇİM -in aktiv elementləri}) \quad (3)$$

Dissertasiya işində TD ÇİM-nin misalında ÇİM-nin texnoloji prosesinin dinamikasını təhlil etmək üçün onda baş verən  $P_i$  hadisələrin (texnoloji əməliyyatlar) ardıcılığı və hadisələrin baş vermə müddəti  $t_j$  məntiqi predikatların hesablanması baxılır.

ÇİS-nin idarəetmə sisteminin layihələndirilməsində produksiya qaydaları istifadə olunur. ÇİS-nin aktiv elementlərinin hərəkətlərini, onların vericilərini və icra mexanizmlərinin təyinatları formal şəkildə cədvəl 1 və 2-də təsvir olunmuşdur.

ÇİS-nin aktiv elementlərinin seçilmiş vericiləri və icra

mexanizmləri əsasında idarəetmə alqoritmi qurulur<sup>4</sup>.

Produksiya modelinin köməyi ilə qurulmuş idarəetmə alqoritmi produksiya nüvəsinin tətbiq şərtlərinin ( $P_i$ ) elementlərindən ibarətdir:

$$P_i = \{P_1, P_i, \dots, P_n\} \quad (4)$$

burada  $n$ -şərtlərin sayını göstərir.

Torno dəzqahında xammalın texnoloji trayektoriya ilə kran manipulyatorun köməyi ilə yerdəyişməsi, torno dəzqahına yüklənməsi və emal edilməsi prosesinin idarəetmə alqoritmini aşağıdakı produksiya alqoritmi ilə təsvir etmək olar:

1. TD ÇİM-nin KM-lə yüklənməsi alqoritmi

*P1: əgər* TD-nin MB-də (mövqələşdirici blok) T yoxdursa, **onda** KM aşağı hərəkət edir;

*P2: əgər* KM aşağı hərəkət edibsə və KM-nin tutqacı açıqdırsa, **onda** KM-nin tutqacı T-ni tutur;

*P3: əgər* KM-nin tutqacı T-ni tutubsa, **onda** KM yuxarı hərəkət edir;

*P4: əgər* KM yuxarı hərəkət edibsə, **onda** KM irəli hərəkət edir;

*P5: əgər* KM-nin qolu geri hərəkət edibsə və TD-nin işçi zonasındadırsa, **onda** KM-nin tutqacı açılınsın və T TD-nin MB-də mövqələşsin;

*P6: əgər* T TD-nin MB-də mövqələşibsə, **onda** KM geri hərəkət etsin və TD-də T- nin emaletmə əməliyyatı başlanılınsın;

*P7: əgər* TD-də T-nin emaletmə əməliyyatı başlanılıbsa, **onda** TD-də T-nin emaletmə əməliyyatı  $t_i$  müddətində icra olunsun və sona çatdırılınsın.

---

<sup>4</sup> Nəsirova, E.Ə., Çevik istehsalat sisteminin idarəetmə funksiyalarının biliklərin müxtəlif təsvir üsulları ilə modelləşdirilməsi məsələləri.// SDU-nun Elmi xəbərləri, Təbiət və Texniki Elmlər bölməsi, -2020, №3, -s. 63-69

## ÇİS-in MQ-ın vericilərinin təyinatları

Vericilər	Texnoloji əməliyyatların növləri
Mövqələşdirici blokun (MB) vericiləri	
$V_1^1$	TD-nin MB-də xammalın mövqələşdirilməsi
$V_1^2$	FD-nin MB-də xammalın mövqələşdirilməsi
$V_1^3$	RD-nin MB-də xammalın mövqələşdirilməsi
$V_1^4$	ƏD-nin MB-də xammalın mövqələşdirilməsi
Kran manipulyator (KM) vericiləri	
$V_1^1 \setminus V_1^2$	KM-nin tutqacının uyğun olaraq bağlı və yaxud açıq vəziyyətdə mövqələşdirilməsi
$V_1^2$	KM-nin aşağı vəziyyətdə mövqələşdirilməsi
$V_1^3$	KM-nin yuxarı vəziyyətdə mövqələşdirilməsi
$V_1^4$	KM-nin irəli hərəkətinin mövqələşdirilməsi
$V_1^5$	KM-nin geri hərəkətinin mövqələşdirilməsi
Tomo dəzgahının (TD) vericiləri	
$V_2^1$	TD-də texnoloji əməliyyatın başlanğıcının mövqələşdirilməsi
$V_2^2$	TD-də texnoloji əməliyyatın sonunun mövqələşdirilməsi
Frez dəzgahının (FD) vericiləri	
$V_3^1$	FD-də texnoloji əməliyyatın başlanğıcının mövqələşdirilməsi
$V_3^2$	FD-də texnoloji əməliyyatın sonunun mövqələşdirilməsi
Radial burma dəzgahının (RBD) vericiləri	
$V_4^1$	RBD-də texnoloji əməliyyatın başlanğıcının mövqələşdirilməsi
$V_4^2$	RBD-də texnoloji əməliyyatın sonunun mövqələşdirilməsi
$V_5^1$	ƏB-də texnoloji əməliyyatın başlanğıcının mövqələşdirilməsi
$V_5^2$	ƏB-də texnoloji əməliyyatın sonunun mövqələşdirilməsi

**Cədvəl 2.**  
**ÇİM-in İM-in təyinatları**

İcra mexanizmləri	Texnoloji əməliyyatların növləri
Dəzgahlarda mövqələşdirici blokun (MB) icra mexanizmləri	
$IM_1^1$	TD-nin MB-də mövqələşdirilmənin icrası
$IM_1^2$	FD-nin MB-də mövqələşdirilmənin icrası
$IM_1^3$	RBD-nin MB-də mövqələşdirilmənin icrası
$IM_1^4$	ƏD-nin MB-də mövqələşdirilmənin icrası
Kran manipulyatorun icra mexanizmləri	
$IM_2^1, \neg IM^1$	KM-nin tutqacının uyğun bağlı və ya açıq vəziyyətdə mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_2^2, \neg IM^2$	KM-nin yuxarı və yaxud aşağı vəziyyətdə mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_2^3, \neg IM^3$	KM-nin irəli və yaxud geri hərəkətinin mövqələşdirilməsinin icrası
Dəzgahların icra mexanizmləri	
$IM_3^1, \neg IM^1$	TD-nin texnoloji əməliyyatının başlanğıc və ya son vəziyyətlərinin mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_3^2, \neg IM^2$	FD-nin texnoloji əməliyyatının başlanğıc və ya son vəziyyətlərinin mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_3^3, \neg IM^3$	RBD-nin texnoloji əməliyyatının başlanğıc və ya son vəziyyətlərinin mövqələşdirilməsinin icrası
$IM_3^4, \neg IM^4$	ƏD-nin texnoloji əməliyyatının başlanğıc və ya son vəziyyətlərinin mövqələşdirilməsinin icrası

Cədvəl 2-də göstərilmiş produksiya şərtlərinə uyğun olaraq məntiqi işarələrin köməyi ilə idarəetmə algoritmi qurulur:

$$(P_1)\neg V_1^1 \Rightarrow \neg IM_2^2; \quad (P_2)V_2^2 \& \neg V_2^1 \Rightarrow IM_2^1; \quad (P_3)V_2^1 \Rightarrow IM_2^2;$$

$$(P_4)V_2^3 \Rightarrow IM_2^3; \quad (P_5)V_2^5 \Rightarrow \neg IM_2^1 \& IM_1^1; \quad (P_6)V_1^1 \Rightarrow IM_2^3 \& IM_3^1;$$

$$(P_7)V_3^1 \Rightarrow \neg IM_3^1.$$

Dissertasiyada torno dəzgahının ÇİM-in KM ilə yüklənməsinin

idarəetmə alqoritminin blok-sxemi verilmişdir.

TD-nin nümunəsində produksiya qaydalarından Petri şəbəkəsinə keçid ardıcılığına və Petri şəbəkəsinin xassələrinin analizi nəticəsində KM-in fəaliyyət alqoritminin işlənməsinə baxılır.

Bu məqsədlə KM-in fəaliyyətini təsvir etmək üçün situasiyaları hadisələrə bölərək, hər bir hadisəyə uyğun  $P_i (i = \overline{1,9})$  predikatlarını təyin edək.

Bu halda “şərt - hərəkət” şəklində produksiyalar aşağıdakı şəkildə ifadə olunur.

$$P_1 \rightarrow t_1; P_2 \rightarrow t_2; P_3 \rightarrow t_3; P_4 \rightarrow t_4; P_5 \rightarrow t_5; P_6 \rightarrow t_6;$$

$$P_7 \rightarrow t_1 \& t_7; P_8 \rightarrow t_8; P_9 \rightarrow t_9;$$

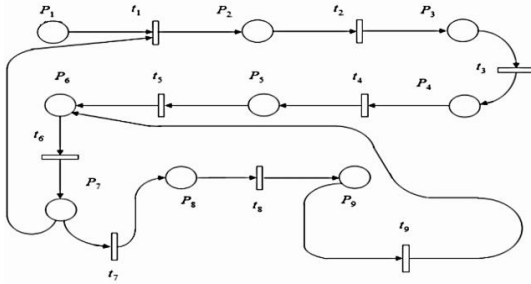
**Cədvəl 3.**

**KM-in fəaliyyətinin situasiyalarına uyğun predikatlar**

<b>Predikatlar</b>	<b>Predikatların təyinatı</b>
$P_1$	KM-nin tutqacının açılı olması;
$P_2$	xammalın mövqələşdirilməsi zonasında xammalın olması;
$P_3$	xammalın mövqələşdirilməsi zonasına KM-nin aşağı hərəkət etməsi;
$P_4$	KM-nin tutqacı tərəfindən xammalın tutulması;
$P_5$	KM-nin yuxarı hərəkət etməsi;
$P_6$	KM-nin irəli hərəkət etməsi;
$P_7$	KM tərəfindən TD-nin mövqələşdirici blokuna xammalın yerləşdirilməsi və mövqələşdirilməsi;
$P_8$	KM-nin geri hərəkət etməsi və TD-də emal əməliyyatının başlanması;
$P_9$	TD-də xammalın emal etmə əməliyyatının sona çatması;
Predikatlara əsasən aşağıdakı aktiv hərəkətlər-keçidlər uyğundur $t_j (j = \overline{1,9})$ :	
$t_1$	KM-nin tutqacı işləmir (açılıqdır);
$t_2$	xammalın mövqələşdirici zonası aktivdir (xammal vardır);
$t_3$	KM işləyir (aşağı hərəkət edir);
$t_4$	KM-nin tutqacı işləyir (qapalıdır);
$t_5$	KM işləyir (yuxarı hərəkət edir);
$t_6$	KM işləyir (irəli hərəkət edir);
$t_7$	TD-nin mövqələşdirici bloku işləyir;
$t_8$	TD işləyir (emal etmə əməliyyatı başlanılır);
$t_9$	TD işləyir (emal etmə əməliyyatı sona çatır).

Predikatların və keçidlərin saylarının bir-birinə bərabər ( $P_i = 9, t_i = 9$ ) olduqlarını nəzərə almaqla giriş və çıxış matrisləri əsasında sətir və sütunlarının sayı bir-birinə bərabər olan insidentlik matrisinin P və T invariantları məlum Qaus üsulu ilə təyin edilir və torno dəzğahı ÇİM-in Petri şəbəkəsi ilə fəaliyyət alqoritminin Petri şəbəkəsi şəklində qraf-sxemi qurulur (şəkil 6).

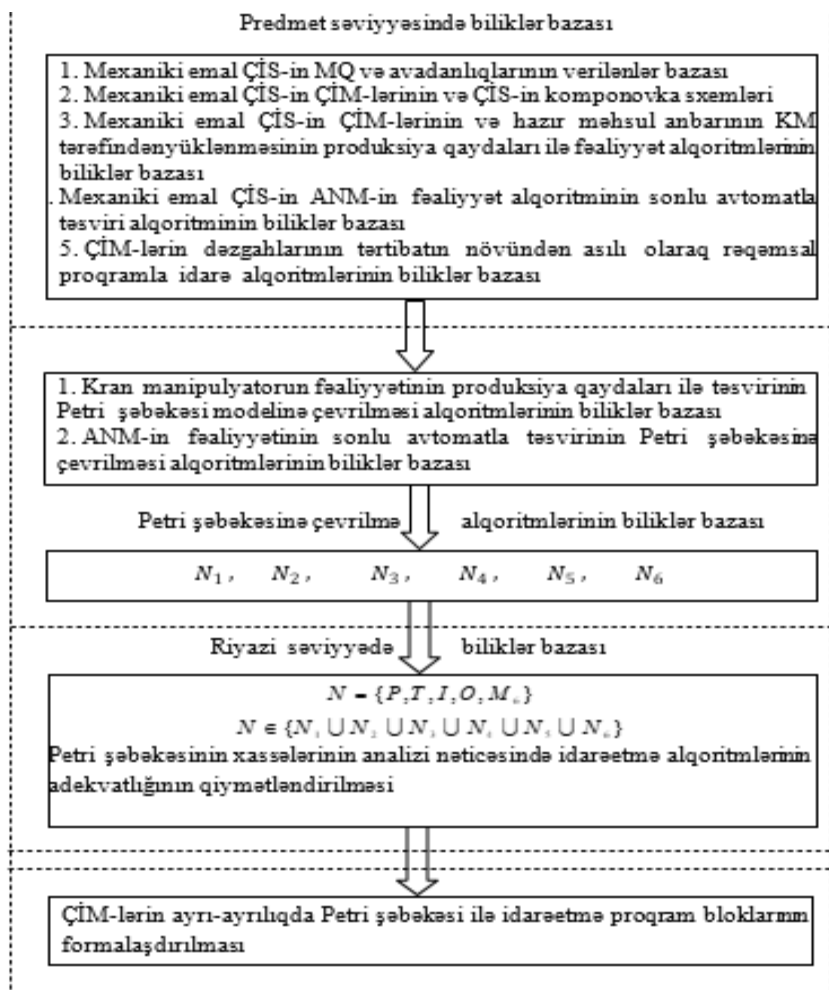
Dissertasiyada kran manipulyatorun işçi zonasına xammalı nəql edən avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun sonlu avtomatla təsvirinin Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritmi də işlənmişdir.



**Şəkil 6. Mexaniki emal ÇİS-nin fəaliyyətinin Petri şəbəkəsinin qraf-sxemi**

**Dördüncü fəsil**də mexaniki emal ÇİS-nin kompüter modelinin Petri şəbəkəsi ilə idarəedilməsinin tədqiqi üçün alqoritmin realizasiyası məsələlərinə baxılmışdır. Bu məqsədlə ikinci fəsilə ALA-nın ümumiləşdirilmiş arxitekturasının tələblərini nəzərə almaqla konkret tədqiqat obyektini - mexaniki emal ÇİS-i, üçün ALA-nın arxitekturası işlənmişdir. Qeyd edək ki, ALA-nın ümumiləşdirilmiş arxitekturası açıq sistemdir və tədqiqat obyektinin xassələrindən asılı olaraq çevik şəkildə, ümumiləşdirilmiş struktura xələl gətirmədən ALA-nın müxtəlif strukturları çevik şəkildə formalaşdırıla bilər<sup>5</sup> (şəkil 7).

<sup>5</sup> Əhmədov, M.A, Məmmədov, C.F, Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının və fəaliyyətinin kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə tədqiqinin işlənməsi //-Bakı: Azərbaycan Ali Texniki məktəblərinin xəbərləri. ADNSU, -2022. cild 19. №1, -s. 4-14



**Şəkil 7. Mexaniki emal ÇİS-in kompleks şəkildə modelləşdirilməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi ALA-nın arxitekturası**

Mexaniki emal ÇİS-in ALA-nın arxitekturasından göründüyü kimi ÇİS-in fəaliyyətinin ardıcılığı nəzərə alınmaqla onun hər bir komponentinin idarəetmə alqoritmi predmet səviyyəsində BB-dən seçilərək uyğun Petri şəbəkəsinə çevrilmə alqoritmi ilə Petri şəbəkəsinə çevrilir və riyazi səviyyədə BB yaradılır. Bu ardıcılığı aşağıdakı kimi göstərmək olar.

## **Alqoritm**

Birinci mərhələ

*Addım 1.* Avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun sonlu avtomatla idarəetmə alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_1$ )<sup>6</sup>.

*Addım 2.* ÇİM1-in (TDM) KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_2$ ).

*Addım 3.* ÇİM2-nin (FDM) KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_3$ ).

*Addım 4.* ÇİM3-nün (RBD) KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_4$ ).

*Addım 5.* ÇİM4-ün (ƏDM) KM tərəfindən yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_5$ ).

*Addım 6.* Hazır məhsulun KM tərəfindən avtomatik anbara yüklənməsinin produksiya qaydaları alqoritminin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi və riyazi səviyyədə BB-də saxlanması ( $N_6$ ).

İkinci mərhələ

*Addım 7.* Ardıcıl olaraq ( $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6$ ) hər bir Petri şəbəkəsinin ayrı-ayrılıqda xassələrinin analizi nəticəsində kompüter eksperimentləri ilə tədqiq edərək idarəetmə alqoritmlərinin tətbiqinin məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi.

Dissertasiyada mexaniki emal ÇİS-nin avtomatlaşdırılmış əməliyyatlarının məhsuldarlığının tədqiq edilməsi üçün texnoloji prosesin işləmə dinamikasının animasiya modeli ilə təhlil edilməsidir. Animasiya modelinin qurulması tədqiqatçıya idarəetmə, nəzarət, məhsulun hazırlanması prosesinin planlaşdırılması məsələlərini daha dəqiq üsullarla tədqiq etməyə imkan yaradır. Konkret olaraq

---

<sup>6</sup> Ахмедов М.А., Гусейнзаде Ш.С., Насирова Э.А. Разработка алгоритма автоматизации преобразования конечного автомата в сеть Петри /Автоматизация Современные технологии Москва, 2019, №3, с.108-112, РИНЦ



animasiya modeli aşağıdakı məsələlərin həllini təmin edir:

- modelin obyektə uyğunluğunu, adekvatlığını ətraflı və ümumi şəkildə yoxlamaq;

- simulyasiya modelləşdirməsində ayrı-ayrı səhvləri müəyyən etmək;

- simulyasiya modelinin düzgün işləməsini müştəriyə sübut etmək.

İşdə mexaniki emal ÇİS-nin kompüter modelinin, Petri şəbəkəsi ilə kompleks şəkildə koordinasiya və sinxronlaşdırılmış fəaliyyət alqoritmi işlənmişdir. Göstərilmişdir ki, kompüter eksperimentləri ilə əvvəlki fəsillərdə təklif edilmiş idarəetmə alqoritmlərinin doğruluğunun və Petri şəbəkələri ilə təsvirlərinin tələb olunan məqsədə nail olmağa imkan verdiyini ilkin layihələndirmə mərhələsində tədqiqini təmin edir.

Eyni zamanda bu eksperimentlərlə mexaniki emal ÇİS-nin kompleks şəkildə kinematik sxemdə göstərilən ardıcılıqla fəaliyyətinin mümkünliyünü təsdiqlənərək, layihələndirmə prosesinin növbəti mərhələlərinin yerinə yetirilməsini məqsədəuyğun olduğunu qiymətləndirmək olar.

ÇİS-in real obyektə fəaliyyətini kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə idarəetmə alqoritmində digər tələblər də qoyulur:

- ÇİS-nin MQ və avadanlıqları fəaliyyət müddətində orta işçi zonalarda qarşılaşırlar və onların mexaniki qovşaqları işçi rejimlərdə qəza situasiyaları yarada bilərlər. Odur ki, mümkün olan belə situasiyalarda qəza hallarının baş verməməsini təmin etmək lazımdır;

- ÇİM-lərin və MQ-nin bir-birinə mane olmadan, paralellik prinsipini gözləməklə, asinxron rejimlərdə fəaliyyətlərini təmin etmək və yüksək məhsuldarlığa malik olmaq tələbi ödənilməlidir;

- Hər hansı bir ÇİM-də qəza situasiyası baş verərsə, ondan sonrakı prosedurlar son nəticəyə qədər davam etdirilməli və qəza haqqında signal verilməlidir.

ÇİS-in idarəedilməsində qərarların icrasını yerinə yetirən icra mexanizmlərinin təyinatları və ÇİS-in müxtəlif qovşaqlarında quraşdırılmış vericilərin təyinatları cədvəl 4 və 5-də verilmişdir.

**Cədvəl 4.**  
**Mexaniki emal ÇİS-in qovşaqlarında quraşdırılmış sensorların təyinatları**  
**(Verilənlər bazası)**

†

Vericinin çıxış siqnalının işarəsi	Vericinin çıxış siqnalının təyinatı
1	2
X1	Xammalın mövqələşdirici manipulyatorun üzərində olması
X2	ANM-nin son vəziyyəti
X3	ANM-nin işçi zonasında xammalın olması
Z1	KM mövqələşdirici manipulyatorun (MM) üzərindədir (başlanğıc vəziyyəti)
K1	KM-nin tutqacı yuxarı vəziyyətdədir.
K2	KM-nin tutqacı aşağıdır.
Y1	TD-nin işçi zonasında xammalın olması
Y2	FD-nin işçi zonasında yarımfabrikatın olması
Y3	RBD-nin işçi zonasında yarımfabrikatın olması
Y4	ƏD-nin işçi zonasında yarımfabrikatın olması
Y5	Hazır məhsul ambonanın yuvası boşdur.
Y6	ÇİM1 emal əməliyyatlarının yerinə yetirir.
Y7	ÇİM2 emal əməliyyatlarının yerinə yetirir.
Y8	ÇİM3 emal əməliyyatlarının yerinə yetirir.
Y9	ÇİM4 emal əməliyyatlarının yerinə yetirir.
Y10	ANM işləyir
$T_{TD}$	TD-nin emal müddətinin təymeri
$T_{FD}$	FD-nin emal müddətinin təymeri
$T_{RBD}$	RBD-nin emal müddətinin təymeri
$T_{ƏD}$	ƏD-nin emal müddətinin təymeri
$T_{ANM}$	ANM-nin emal müddətinin təymeri

Cədvəl 5.

Mexaniki emal ÇİS-in icra mexanizmlərinin təyinatları (verilənlər bazası)

İcra mexanizminin işarəsi	İcra mexanizminin təyinatı
1	2
$U1$	N1 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U2$	N2 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U3$	N3 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U4$	N4 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U5$	N5 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi
$U_{ÇİS}$	Mexaniki emal ÇİS-in ilkin başlanğıc vəziyyəti
$U6$	N6 Petri şəbəkəsinin idarəetmə proqram blokunun yerinə yetirilməsi

Mexaniki emal ÇİS-in verilənlər bazasının təyinatlarından istifadə etməklə onun kompleks şəkildə koordinasiyalı və sinxronlaşdırılmış fəaliyyət algoritmi biliklər bazası şəklində işlənmişdir.

### Alqoritm

(P1) Əgər xammal mövqeləşdirici manipulyatorun (MM) üzərində yoxdursa  $V\Theta$  avtomatik nəqliyyat manipulyatorlarının (ANM) işçi zonasında hazır məhsul varsa  $V\Theta$  ANM son vəziyyətdədirsə

Onda ANM-in  $N6$  Petri şəbəkəsinin idarəetmə bloku qoşulsun  $V\Theta$  ANM-in işləmə müddətinin taymeri işə salınsın.

$$(P1) \lceil X1 \& X3 \& X2 \Rightarrow U6 \& T_{ANM} = r$$

(P2) Əgər MM-in üzərində xammal varsa  $V\Theta$  ANM son vəziyyətdədirsə kran manipulyator (KM) işçi vəziyyətə hazırdırsa ( $W = Z1 \& K1 \& K2$ ;  $Z1 - KM$  MM-in üzərindədir,  $K1$  tutqacı yuxarı vəziyyətdədir və  $K2$  -tutqacı açıqdır)  $V\Theta$  torna dəzgahının (TD) işçi zonasında xammal yoxdursa  $V\Theta$  çevik istehsal modulu 1 (ÇİM1) emal əməliyyatını yerinə yetirilmirsə

Onda KM-un  $N_1$  Petri şəbəkəsi blokunun icra mexanizmi işə qoşulsun

$$(P2) X1 \& X2 \& Z1 \& K1 \& K2 \& \lceil Y1 \& \lceil Y6 \Rightarrow U1$$

(P3) Əgər TD-in işçi zonasında xammal varsa  $V\Theta$  KM  $N_1$  Petri şəbəkəsi-proqram blokunu yerinə yetiribse  $V\Theta$  ÇİM1-də emal əməliyyatı yerinə yetirilmirsə  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətinə hazırdırsa

Onda ÇİM1-də emal əməliyyatı başlasın  $V\Theta$  ÇİM1-in işləmə müddəti taymeri işə salınsın

$$(P3) Y1 \& \lceil U1 \& \lceil Y6 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y6 \& T_{TD} = k$$

(P4) Əgər ÇİM 1-də emal əməliyyatı başa çatıbsa  $V\Theta$   $T_{TD}$  sıfıra bərabərdirsə  $V\Theta$  TD-in işçi zonasında yarımfabrikat varsa  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda  $N_2$  Petri şəbəkəsinin proqram blokunun icra mexanizmi işə qoşulsun

$$(P4) \lceil Y6 \& \lceil T_{TD} = 0 \& Y2 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U2$$

(P5) Əgər  $N_2$  -nin icra mexanizmi işini başa çatdırıbsa  $V\Theta$  FD-in işçi zonasında yarımfabrikat varsa  $V\Theta$  ÇİM 2-də emal əməliyyatı yerinə yetirilmirsə  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda ÇİM 2 emal əməliyyatına başlasın  $V\Theta$  ÇİM 2-in emal müddəti taymeri işə salınsın

$$(P5) \lceil U2 \& Y2 \& \lceil Y7 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y7 \& T_{FD} = i$$

(P6) Əgər ÇİM 2-də emal əməliyyatı başa çatıbsa  $V\Theta$   $T_{FD}=0$  şərti ödənilirsə  $V\Theta$  radial burma dəzqahının (RBD) işçi zonasında yarımfabrikat yoxdursa  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətinə hazırdırsa

Onda  $N_3$ -Petri şəbəkəsinin proqram blokunun icra mexanizmi işə salınsın

$$(P6) \lceil Y7 \& \lceil T_{FD} = 0 \& \lceil Y3 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U3.$$

(P7) Əgər  $N_3$ -ün icra mexanizmi işini başa çatdırıbsa  $V\Theta$  RDB-in işçi zonasında yarımfabrikat varsa  $V\Theta$  ÇİM 3-də emal əməliyyatı yerinə yetirilmirsə  $V\Theta$  KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda ÇİM 3-də emal əməliyyatına başlasın  $V\Theta$  ÇİM 3 emal əməliyyatı taymeri işə salınsın

$$(P7) \lceil U3 \& Y3 \& \lceil Y8 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y8 \& T_{RBD} = j$$

(P8) Əgər ÇİM 3-də emal əməliyyatı başa çatıbsa VƏ  $T_{RBD} = 0$  şərti ödənilirsə VƏ əymə dəzgahının (ƏD) işçi zonasında yarımfabrikat yoxdursa VƏ KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda N4 Petri şəbəkəsinin proqram blokunun icra mexanizmi işə başlasın

$$(P8) \lceil Y8 \& \lceil T_{RBD} = 0 \& \lceil Y4 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U4$$

(P9) Əgər N4-ün icra mexanizmi işini başa çatdırıbsa VƏ ƏD-in işçi zonasında yarımfabrikat varsa VƏ ÇİM4-də emal əməliyyatı yerinə yetirilmirsə VƏ KM işçi vəziyyətindədirsə

Onda ÇİM4 – də emal əməliyyatı başlasın VƏ ÇİM4 – ün emal müddəti işə salınsın

$$(P9) \lceil U4 \& Y4 \& \lceil Y9 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y9 \& T_{\text{ƏD}} = m$$

(P10) Əgər ÇİM4 – də emal əməliyyatı başa çatıbsa VƏ  $T_{\text{ƏD}}=0$  şərti ödənilirsə VƏ ANM – in işçi zonasında hazır məhsul yoxdursa VƏ ANM son vəziyyətdədirsə

Onda (P1) produksiyasının icrası yerinə yetirilsin

$$(P10) \lceil Y9 \& \lceil T_{\text{ƏD}} = 0 \& \lceil X3 \& X2 \Rightarrow (P1) .$$

Dissertasiya işində təklif edilmiş və işlənmiş model və alqoritmlərin realizasiyası proqramlarının mətnləri işin əlavələrinə daxil edilmişdir.

Göründüyü kimi mexaniki emal ÇİS-in idarəedilməsi produksiya qaydaları ilə formalaşdırılmış altı məntiqi-linqvistik model (MLM) vasitəsilə realizə olunur:

### *Alqoritm*

Addım 1.

$$(P) X1 \lceil \& Y1 \lceil \& Y2 \lceil \& Y3 \lceil \& Y4 \lceil \& Y5 \lceil \& Y10 \lceil \& K1 \& K2 \& \& Y6 \lceil \& Y7 \lceil \& Y8 \lceil \& Y9 \lceil \Rightarrow V_{\text{ÇİS}} .$$

Addım 2. ANM-in P1 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P1) \lceil X1 \& X3 \& X2 \Rightarrow U6 \& T_{\text{ANM}} = r$$

Addım 3. ÇİM1-in (TD) P2, P3 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P2) X1 \& X2 \& Z1 \& K1 \& K2 \& \lceil Y1 \& \lceil Y6 \Rightarrow U1$$

$$(P3) Y1 \& \lceil U1 \& \lceil Y6 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y6 \& T_{\text{TD}} = k$$

Addım 4. ÇİM2-in (FD) P4, P5 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P4) \lceil Y6 \& \lceil T_{FD} = 0 \& Y2 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U2$$

$$(P5) \lceil U2 \& Y2 \& \lceil Y7 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y7 \& T_{FD} = i$$

Addım 5.ÇİM3-ün (RBD) P6, P7 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P6) \lceil Y7 \& \lceil T_{RBD} = 0 \& \lceil Y3 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U3 .$$

$$(P7) \lceil U3 \& Y3 \& \lceil Y8 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y8 \& T_{RBD} = j$$

Addım 6. ÇİM4-ün (ƏD) P8, P9, P10 produksiya qaydasından ibarət MLM-i;

$$(P8) \lceil Y8 \& \lceil T_{RBD} = 0 \& \lceil Y4 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow U4$$

$$(P9) \lceil U4 \& Y4 \& \lceil Y9 \& Z1 \& K1 \& K2 \Rightarrow Y9 \& T_{ƏD} = m$$

$$(P10) \lceil Y9 \& \lceil T_{ƏD} = 0 \& \lceil X3 \& X2 \Rightarrow (P1) .$$

Təklif olunan alqoritmin əsas vəzifəsi ondan ibarətdir ki, onun yerinə yetirilməsi obyektə baş verən situasiyalara uyğun biliklər əsasında situasiyaya uyğun icra komandalarını formalaşdırır. Belə ki, altı MLM vasitəsilə formalaşdırılmış idarəetmə alqoritmi dövrü şəkildə mexaniki emal ÇİS-indəki situasiyaları aşkarlayır, asinxronluq və paralellik prinsiplərinə xələl gətirmədən ÇİS-in idarə olunmasını yerinə yetirir.

## NƏTİCƏ

1. Fəaliyyətləri biliklərlə təsvir olunan texniki sistemlərin Petri şəbəkələri ilə tədqiqinin təcrübəyə və ədəbiyyat mənbələrinə istinadən icmalının mövcud vəziyyətinin araşdırılmasının nəticələrini ümumiləşdirərək dissertasiya işinin məqsədiformalaşdırılmış və işdə həlli tələb olunan məsələlər müəyyən edilmişdir.

2. ÇİS-in ilkin layihələndirmə mərhələsində kompleks şəkildə - konstruktiv və idarəedilmə, modelləşdirilməsi və yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir.

3. Fəaliyyətləri müxtəlif təyinatlı biliklərlə təsvir olunan ÇİS-lərin kompüter modellərinin idarəedilməsinin Petri şəbəkəsinin əsas xassələrinin analizi ilə eksperimentlərlə tədqiqi avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin ümumiləşdirilmiş arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir.

4. Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal ÇİS-nin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasında ÇİM-lərin predmet səviyyəsində produksiya qaydaları və avtomatik nəqliyyat manipulyatorunun sonlu avtomat şəklində biliklər bazaları yaradılmış, onların Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritmləri təklif edilərək işlənmişdir. ALA-nın riyazi səviyyəsində bütün ÇİM-lərin və ANM-nin Petri şəbəkəsi şəklində idarəetmə proqram bloklarından istifadə etməklə ÇİS-in kompüter modeli eksperimentlərlə tədqiq edilmiş və layihələndirilməsinin məqsədəuyğunluğu qiymətləndirilmişdir.

5. Mexaniki emal ÇİS-nin real vaxt rejimində kompleks şəkildə koordinasiya, yəni texnoloji əməliyyatların ardıcılığında növbəti ÇİM-in fəaliyyətinin özündən əvvəlkində alınmış son nəticədən sonra başlanması (asinxronluq prinsipi) və sinxronlaşdırılmış, yəni texnoloji əməliyyatların ardıcılığına xələl gətirmədən icazə verilən situasiyalarda ayrı-ayrı ÇİM-lərin eyni zaman intervalında fəaliyyətlərini təminədən (paralellik prinsipi) produksiya qaydaları əsasında məntiqi-linqvistik modellər şəklində biliklər bazası yaradılmış və ÇİS-in idarəetmə alqoritmisi işlənmişdir.

6. Mürəkkəb xarakterli, çoxsaylı informasiya-ölçmə, idarəetmə və tənzimləmə əlaqələrindən ibarət olan, mexaniki emal ÇİS-nin sistemotexniki layihələndirməsi üçün ümumi proqram təminatı işlənmiş və mexaniki emal ÇİS-in avtomatlaşdırılmış əməliyyatlarının məhsuldarlığının tədqiq edilməsi üçün texnoloji prosesin işləmə dinamikası tədqiq edilmişdir.

## DİSSERTASIYA İŞİNİN MÖVZUSUNA DAİR DƏRC OLUNMUŞ ELMİ İŞLƏRİN SİYAHISI

1. Əhmədov, M.A., Əhmədova S.M., Nəsirova E.Ə. ÇİS-nin verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması və idarə alqoritminin kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi.// SDU-nun Elmi xəbərləri, -2010. -s. 64-71

2.Əhmədova, S.M., Məhəmmədli H.M., Nəsirova E.Ə., Əliyev E.İ. Çevik istehsal sisteminin struktur modelinin animasiya avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətlərinin tədqiqinə qoyulan tələbatların təyini// Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni texnologiyaları, Respublika Elmi konfransı, -Sumqayıt: -2012. -s. 149-150

3. Əhmədov, M.A., Nəsirova E.Ə. Layihələndirilən obyektin idarə alqoritminin tədqiqinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının işlənməsi.// SDU-nun Elmi xəbərləri, -2016, -s. 71-75

4. Гусейнзаде, Ш.С., Насирова Э.А. Пример решения задачи преобразования конечного автомата в сеть Петри. //Наука, технология, производство-2017. «Прикладная наука как инструмент развития нефтехимических производств». Уфа-2017, -с. 347-348.

5. Мамедов, Дж.Ф., Автоматизация этапов проектирования компоновочной схемы производственной линии для технопарка./ Дж.Ф.Мамедов, Г.С.Абдуллаев, Г.Г.Генжелиева, Е.А. Насирова //Национальный технический университет Украины. Системные исследования и информационныетехнологии, -Киев:-2018, № 3, с. 35-42.

6. Ахмедов М.А., Гусейнзаде Ш.С., Насирова Э.А. Разработка алгоритма автоматизации преобразования конечного автомата в сеть Петри /Автоматизация Современные технологии Москва, 2019, №3, с.108-112, РИНЦ

[http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomatizaciya\\_i\\_sovremennye\\_tehnologii/2\\_025/17/](http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomatizaciya_i_sovremennye_tehnologii/2_025/17/).

7. Orucova, G.E., Əliyeva S.B., Nəsirova E.Ə Mexaniki yığım çevik istehsalat modulda kranmanipulyatorun fəaliyyətinin



modelləşdirilməsi. // AzTU-nun Elmi əsərləri, -Bakı, -2019, №3, -s. 126-132

8. Nəsirova, E.Ə., Çevik istehsal sisteminin idarəetmə funksiyalarının biliklərin müxtəlif təsvir üsulları ilə modelləşdirilməsi məsələləri.// SDU-nun Elmi xəbərləri, Təbiət və Texniki Elmlər bölməsi, -2020, №3, -s. 63-69

9. Əhmədov, M.A, Məmmədov, C.F, Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının və fəaliyyətinin kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə tədqiqinin işlənməsi // -Bakı: Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin xəbərləri. ADNSU, -2022. cild 19, №1, -s. 4-14

10. Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sistemlərinin fəaliyyətinin modelləşdirilməsi prosesinin arxitekturası// -Bakı: AMA-nın xəbərləri, -2022, cild 14, №1, -s. 106-116

11. Nəsirova, E.Ə. Sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində texniki sistemlərin Petri şəbəkələri ilə tədqiqi.//Riyaziyyatın Fundamental Problemləri və İntellektual Texnologiyaların Təhsildə Tətbiqi, Respublika Elmi konfransı, Sumqayıt:-2022, №10,-s.186-188

12. Əhmədov, M.A., Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin interfeysinin biliklər bazasının işlənməsi.//İnsan-kompüter qarşılıqlı əlaqəsi mövzusunda Beynəlxalq Şərq Konfransının materialları-Naxçıvan: -2022. –s.127-129

13. Hüseynzadə, Ş.S., Nəsirova, E.Ə. Çevik istehsal sisteminin mexatron qurğularının avtomatik idarə edilməsinin proqram təminatının strukturu. Riyaziyyatın nəzəri və tətbiqi problemləri III beynəlxalq elmi konfransın materialları, SDU, Sumqayıt:- 2023, №2, -s. 189-191

14. Ахмедов М.А., Насирова Э.А. Инструмент автоматизированного проектирования компьютерной модели гибкого производственного модуля и её комплексное исследование компьютерными экспериментами. Международный научно-технический конгресс Интеллектуальные системы и информационные технологии,- Геленджик, Дивноморское, Россия. – 2023, том 2, - стр. 218-223

## **Həmmüəlliflərlə birgə işlərdə iddiaçının şəxsi fəaliyyəti:**

[1] –Problemin aktuallığının əsaslandırılması. Real obyektin nümunəsində verilənlər bazasının yaradılması və ondan istifadə etməklə produksiya qaydaları əsasında biliklər bazasının yaradılması.

[2] –ÇİS-in kompüter modelinin animasiya üsulları ilə tədqiqinin ümumi arxitekturası işlənmişdir.

[3] –ÇİS-in kompleks şəkildə idarəedilməsinin müxtəlif təyinatlı analitik modellərlə təsvirlərinin Petri şəbəkəsi ilə tədqiqinin ALA-nın arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir.

[4] –Fəaliyyəti sonlu avtomatla təsvir olunan dinamik mexatron qurğunun Petri şəbəkəsi ilə təsvirinə çevrilməsi nümunəsi işlənmişdir.

[5] –Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş sahənin mövcud vəziyyətinin konseptual modelinin və müasir avtomatlaşdırma vasitələri ilə idarə-edilməsinin struktur-kinematik sxeminin işlənməsi

[6] – Fəaliyyəti sonlu avtomatla təsvir olunan obyektin Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritminin realizasiyası

[7] –Mexaniki emal çevik istehsal sistemində kran-manipulyatorun fəaliyyət marşrutunun modelləşdirilməsi və idarə alqoritminə qoyulan tələbatların təyini və analizi

[9]–ÇİS-in fəaliyyətinin kompleks şəkildə Petri şəbəkəsi ilə tədqiqi üçün tədqiqat obyektini kimi seçilmiş mexaniki emal sahəsinin ÇİS-in kompüter modelinin və struktur kinematik sxeminin işlənməsi

[12]–ÇİS-in ALA-nın interfeysinin biliklər fazasının yaradılması

[13] - ÇİS-in mexatron qurğularının idarə edilməsinin proqram təminatının strukturunun işlənməsi

[14] - Məsələnin qoyuluşu və çevik istehsal modulunun kompüter modelinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının işlənməsi və onun mexaniki emal ÇİS-in kompleks şəkildə tətbiqində realizasiyası.

Dissertasiyanın müdafiəsi 28 iyun 2024-cü il saat 14.00-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.48 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1010, Bakı şəhəri, Azadlıq prospekti 20  
e-mail: info@asoiu.edu.az

Dissertasiya ilə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları [www.asoiu.edu.az](http://www.asoiu.edu.az) rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat "27 may" 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.



Çapa imzalanıb: 22.05.2024

Kağızın formatı: A5

Həcm: 39565

Tiraj: 70