

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

ÇEVİK İSTEHSALATIN İDARƏETMƏ ELEMENTLƏRİNİN SEÇİLMƏSİ VƏ AVTOMATLAŞDIRMA SXEMİNİN QURULMASI ÜÇÜN MODEL VƏ ALQORİTMLƏRİN İŞLƏNMƏSİ

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

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Səbinə Balakışi qızı Əliyeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Sumqayıt – 2026

Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin "Avtomatika və mexanika" kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru, professor
Cavanşir Firudin oğlu Məmmədov

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru, professor
Ələkbər Əli Ağa oğlu Əliyev

texnika elmləri doktoru
Oleq Hacıağa oğlu Hüseynov

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Rahib Aydın oğlu İmamquluyev

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

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

Dissertasiya şurasının elmi katibi : texnika elmləri doktoru, dosent
Akif Vəli oğlu Əlizadə

Elmi seminarın sədri: texnika elmləri doktoru, professor
Kəmalə Rafiq qızı Əliyeva

İMZANI TƏSDİQ EDİRƏM

ADNSU-nun Elmi katibi



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. İnkişafda olan ölkələrin iqtisadiyyatının yüksəldilməsini təmin edən əsas sahələr, keyfiyyətli məhsullar istehsal edən müasir sənaye müəssisələridir. Məlum olduğu kimi, aparıcı Qərbi Avropa, ABŞ və Mərkəzi Asiya ölkələrinin iqtisadiyyatının yüksək templərlə inkişafının əsas göstəriciləri - sənaye müəssisələrinin məhsuldarlığı, istehsal olunan məhsulun müasir tələbatlara cavab verilməsi, keyfiyyətinin beynəlxalq standartlara cavab verilməsi və əksər müəssisələrin avtomatlaşdırma texnologiyaları ilə təmin edilməsidir. Müasir sənaye sahələrinin və onların istehsalat müəssisələrinin vəziyyəti göstərir ki, müəyyən sahələr, xüsusi ilə maşınqayırma müəssisələri mürəkkəb xassəli texnoloji proseslərdən, təminedicisi, iqtisadi korporativ qurumlardan formalaşır və uyğun olaraq çox funksional avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərindən (AİS) təşkil olunur. Özündə çoxsaylı informasiya-ölçmə, tənzimləmə, nəzarət, emaletmə, icraetmə və sənaye şəbəkələrinin elementlərini birləşdirən çevik istehsalat sahəsinin (ÇİSh) AİS-in işlənməsi ənənəvi layihələndirmə mərhələlərində və mövcud informasiya, texniki, riyazi və program alətlərinin köməyi ilə həyata keçirilir ki, bu da ayrı-ayrı sənaye sahələri üzrə tətbiq olunan ÇİSh-in AİS-lərinin və onların aktiv elementlərin seçilməsini və layihələndirilməsini çətinləşdirir.

Bir çox sənaye müəssisələrinin istehsalat sahələri bir məhsulun mərhələli hazırlanması və istehsalını həyata keçirir. Lakin, məişət, nəqliyyat, hərbi və s. məhsullara tələbat artdıqca, oxşar materiallar, konstruksiyalar, tətbiq sahələri olan məhsulları ayrı-ayrı istehsalat sahələrində hazırlamaq məqsədəuyğun olmur, çünki tətbiq olunan istehsalat sahələrinin miqyası və dövlət xərclərinin həcmi artır. Bu mənada, ölkənin iqtisadi inkişafının artmasını təmin etmək üçün yeni yanaşma ilə iri miqyaslı müəssisədə çoxçeşidli məhsulların istehsalını təmin edərək, çevik istehsalat sahəsinə (ÇİSh) yaratmaq və onun avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemini layihələndirmək elmi cəhətdən aktual məsələ hesab olur.

Hazırda yeni informasiya texnologiyaları, kompüter texnikası və intellektual sistemləri daha çox sahələrdə tətbiq olunur. Bununla

əlaqədar olaraq, iri miqyaslı sənaye müəssisəsi olan, ÇİSh-in idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırılması və idarəetmə sisteminin aktiv elementlərinin seçilməsi və layihələndirilməsi prosesinin avtomatlaşdırılması üçün yeni CAD (*Computer-Aided Design-Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemi*)/CAE-nin (Computer Aided Engineering – Kompüter dəstəklə mühəndislik) proqram, informasiya və riyazi alətlərin işlənməsi daha məqsədəuyğundur.

ÇİSh-in idarəetmə sisteminin layihələndirmə prosesinin əsas mərhələləri kimi qəbul olunmuş texniki tapşırıq, eskiz və işçi layihələndirmə mərhələləri üçün istifadə olunan avtomatlaşdırılmış layihələndirmənin alqoritmik, riyazi və proqram təminatlarının tətbiqinin müasir vəziyyətini nəzərə alaraq, dissertasiya işinin məqsədi müəyyən edilmiş və əsas tədqiqat məsələlərinin həlli təmin olunmalıdır.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Dissertasiya işində tədqiqat obyektı kimi seçilmiş maşınqayırma sənayesinin mexaniki yığım ÇİS-nin təmsalında onun idarəetmə sisteminin ilkin layihələndirmə mərhələsində informasiya-ölçmə elementlərinin seçilməsi və avtomatlaşdırma sxeminin kompüter modelləşdirməsi üsulları ilə layihələndirilməsi, onların müxtəlif təyinatlı modelləşdirmə üsulları ilə və qraf nəzəriyyəsi əsasında tədqiq edilərək, layihələrinin yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi məsələləri araşdırılır.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri. Maşınqayırma sənayesinin ÇİSh-nin idarəetmə sisteminin layihələndirilməsi mərhələsində informasiya-ölçmə, emalətmə və icraetmə elementlərinin seçilməsi əsasında avtomatlaşdırma sxeminin qurulmasını təmin edən alqoritm və modellərin işlənməsidir.

Tədqiqat işinin məqsədinə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr planlaşdırılmışdır.

1. Tətbiq sahələri üzrə çevik istehsalat sahələrinin (ÇİSh) idarəetmə sistemlərinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətlərinin müqayisəli təhlili;

2. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin layihələndirmə mərhələlərinin quruluşuna əsasən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sisteminin alətlərinin yaradılması;

3. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirməsi üçün iyerarxiyalı informasiya təminatının arxitekturasının qurulması;

4. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin tətbiq sahəsinə əsasən informasiya-ölçmə, nəzarət və icraetmə elementlərinin seçilməsi və layihələndirilməsinin riyazi və alqoritmik təminatlarının işlənməsi;

5. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin informasiya-ölçmə, icraetmə, tənzimləmə və emaletmə tipli aktiv elementləri əsasında iyerarxiyalı avtomatlaşdırma sxeminin qurulması;

6. ÇİSh-in avtomatlaşdırma sxemi əsasında idarəetmə prosesinin simulyasiyalı tədqiqi;

7. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin layihələndirilməsi üçün kompleks proqram təminatının işlənməsi.

Tədqiqat metodları. İşin mövzusunə əsasən problemin həlli sahəsində elmi mənbələrin və İnternet resurslarının analizi aparılmış və müqayisəli təhlil nəticəsində ÇİSh-lərin idarəetmə sistemlərinin layihələndirilməsinin avtomatlaşdırılması üçün məntiqi və riyazi modelləşdirmənin üsulları istifadə edilərək və kömpüter eksperimentləri ilə bu məsələlərin həllinə nail olunmuşdur.

Müdafiyə çıxarılan əsas müddəalar aşağıdakılardır:

1. Tətbiq sahələri üzrə çevik istehsalat sahəsinin (ÇİSh) idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətlərinin təhlili əsasında işin ümumi məqsədinin qoyuluşu və tədqiqat məsələlərinin təyini;

2. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin müəyyən edilmiş layihələndirmə mərhələlərinin quruluşuna əsasən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətlərinin təyini və yaradılması məsələsi;

3. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirməsi üçün iyerarxiyalı informasiya təminatının arxitekturasının qurulması və altsistemlərdə verilənlər bazasının idarəetmə sisteminin əsas alətlərinin yaradılması;

4. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin tətbiq sahəsinə əsasən informasiya-ölçmə, nəzarət və icraetmə elementlərinin dəqiq seçilməsi və səmərəliliyinin əsaslandırılması üçün riyazi və alqoritmik təminatının işlənməsi;

5. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin informasiya-ölçmə, icraetmə, tənzimləmə və emaletmə tipli aktiv elementləri əsasında iyerarxiyalı avtomatlaşdırma sxeminin qurulması və səmərəli fəaliyyətinin təmin edilməsi üçün alqoritmik və proqram alətlərin işlənməsi;

6. ÇİSh-in kompanovka və avtomatlaşdırma sxemi əsasında idarəetmə prosesinin simulyasiya modelinin işlənməsi;

7. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin aktiv elementlərinin seçilməsi və layihələndirilməsi üçün kompleks proqram təminatının işlənməsi və mərkəzləşdirilmiş interfeys əsasında layihələndirmənin idarə edilməsi;

8. ÇİSh-in idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırma sxeminin vizuallaşdırılmasının proqram təminatının işlənməsi.

Elmi yeniliklər. İşin yerinə yetirilməsi nəticəsində aşağıdakı elmi yeniliklər əldə olunmuşdur:

1. Maşınqayırma sənayesinin ÇİS-nin idarəetmə sisteminin işlənməsi mərhələlərinə əsasən layihələndirmə prosesinin səmərəliliyini yüksəldən alqoritmik təminat yaradılmışdır;

2. ÇİS-in idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi üçün iyerarxiyalı informasiya təminatının arxitekturası təklif edilmiş və verilənlər bazasının idarəetmə sisteminin yeni alətləri yaradılmışdır;

3. Maşınqayırma çevik istehsalat sahəsinin idarəetmə sisteminin və onun avtomatlaşdırma sxeminin qurulması prosesinin modelləşdirilməsini təmin edən alqoritm işlənməmişdir;

4. Çevik istehsalat sisteminin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin yaradılmasının etibarlığının və iqtisadi səmərəsinin əsaslandırılmasını təmin edən model işlənməmiş və kompüter eksperimentləri ilə tədqiq edilmişdir;

5. Təklif olunan ÇİS-in kompanovka və avtomatlaşdırma sxemləri əsasında ÇİS-in idarəetmə sisteminin fəaliyyət prosesinin intellektual modelləşdirilməsini təmin edən alqoritm işlənməmişdir.

İşin nəzəri və praktiki əhəmiyyəti və nəticələrin tətbiqi. Çevik istehsalat sahəsinin idarəetmə sisteminin və onun informasiya-ölçmə, tənzimləmə, nəzarət və icraetmə elementlərinin layihələndirilməsi prosesinin avtomatlaşdırılmasının məhsuldarlığının, dəqiqliyinin açıqlılığının və səmərəliliyinin prinsiplərini təmin edən

alqoritm və modellərin işlənməsi, Çevik istehsalat sahəsinin idarəetmə sisteminin layihələndirmə mərhələlərinin modelləşdirilməsi, əsas prosedurların və əməliyyatların kompüter eksperimentləri ilə simulyasiya edilməsi və seçilən informasiya – ölçmə və idarəetmə elementləri əsasında çevik istehsalat sahəsinin idarəetmə sisteminin iqtisadi səmərəliliyinin əsaslandırılması üçün riyazi və alqoritmik modellərin işlənməsidir.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işində yerinə yetirilmiş elmi tədqiqatların əsas nəticələri Международная научная конференция - Математические методы в технике и технологиях. Сборник трудов ММТТЗ, (Казань, 2020); Informasiya sistemləri və texnologiyalar, nailiyyətlər və perspektivlər II Beynəlxalq elmi konfransın materialları (Sumqayıt, 09-10 iyul 2020); International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Bulgaria, Varna Technical University, October 1-3, 2020; Прикладные вопросы математики и новые информационные технологии IV Республиканская научная конференция (09-10 декабря 2021); International Conference, Sabanci University, (23-25 November, Erzurum, Turkey-2023) aprobasiya olunub.

Çap olunmuş elmi əsərlər. Dissertasiya mövzusu üzrə 11 elmi iş, o cümlədən, 6 Respublika və Beynəlxalq konfrans materiallarında, 5 nüfuzlu elmi jurnallarda çap olunmuşdur.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Sumqayıt Dövlət Universitetinin Avtomatika və mexanika kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. İş girişdən, dörd fəsildən, əsas nəticələrdən, istifadə edilmiş ədəbiyyatın siyahısından, ixtisarlardan ibarətdir. İşin əsas məzmunu 164 səhifə, İşin əsas məzmununun həcmi cədvəlsiz, şəkilsiz, və ədəbiyyat siyahısız 160052 işarədən ibarətdir. O cümlədən: Giriş - 20267 işarə, I fəsil – 47551 işarə, II fəsil - 28460 işarə, III fəsil - 38548 işarə, IV fəsil - 23458 işarə, Nəticə - 1768 işarə. Ədəbiyyat siyahısında 116 adda mənbə göstərilmişdir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə mövzunun aktuallığı, işin məqsədi, həll edilən məsələlər, elmi yeniliklər, işin praktiki əhəmiyyəti və müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar göstərilmişdir.

Birinci fəsilə çəvik istehsalat sahəsinin idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırılmış layihələndirməsi üçün işlənmə mərhələlərinin, bu mərhələlərdə informasiya, alqoritmik və proqram vasitələrinin işlənməsi texnologiyalarına, layihələndirmə prosedurlarının və onların əməliyyatlarının avtomatlaşdırılmasına dair ədəbiyyat mənbələrinin müasir vəziyyəti araşdırılmış, mövcud üsulların və vasitələrin müqayisəli təhlili əsasında tədqiqat məsələləri müəyyən edilmiş və işin ümumi məqsədi qoyulmuşdur.

İkinci fəsilə çəvik istehsalatın idarəetmə sisteminin texnoloji ölçmə və nəzarət vasitələrinin seçilməsi və layihələndirilməsinin informasiya təminatının işlənməsi məsələsinə həsr edilib.

Çəvik istehsalın idarəetmə sistemi üçün texnoloji-ölçmə vasitələrinin seçilməsi və layihələndirilməsinin mərhələli təhlili aparılmışdır.

ÇİS-in avtomatlaşdırma sxeminin çoxsaylı informasiya-ölçmə və idarəetmə elementlərinin mövcudluğunu, çoxəlaqəliliyini, işlənən müəssisələrin tətbiq sahələrini və xüsusiyyətlərini, texnoloji və funksional xarakteristikalarının mürəkkəbliyini, intellektləşdirmə prinsiplərinin və kompüter şəbəkə alətlərinin tətbiqini nəzərə alaraq, müəyyən edilmişdir ki, texnoloji proseslərdə avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin texnoloji ölçmələr, texniki nəzarət və idarəetmə vasitələrinin dəqiq informasiya-axtarışı, seçilməsi və tətbiqi məsələlərini tədqiq etmək üçün ÇİS-in idarəetmə sisteminin layihələndirmə mərhələlərinin (Şəkil 1) prosedurları proqram interfeysinin əsasında təmin olunur.

1-ci mərhələ layihə tapşırığı

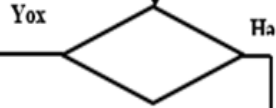
ÇİS-inin idarəetmə və nəzarət sisteminin seçilməsi və kompleks layihələndirilməsi

2-ci mərhələ layihə təkliflərinin təhlili və seçilməsi

ÇİS-in idarəetmə sisteminin interfeysinin program təminatı

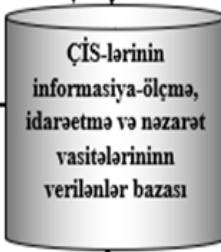
ÇİS-in idarəetmə və nəzarət sisteminin texniki vasitələrinin informasiya təminatının yaradılması

ÇİS-nin sahələrinin kompanovka quruluşları



3-cü mərhələ eskiz layihənin hazırlanması

İnformasiya-ölçmə, idarəetmə və nəzarət sisteminin funksiyalarının planlaşdırılması və simulyasiyası



ÇİS-in idarəetmə və nəzarət alqoritminin PMK-da programlaşdırılması və testləşdirilməsi

4-cü mərhələ işçi layihənin icrası

ÇİS-in idarəetmə, nəzarət, tənzimləmə alqoritminin SCADA mühiti üçün adaptasiya edilməsi məqsədi ilə İP ünvanlaşmaya uyğun marşrutların sənaye şəbəkəsində müəyyən edilməsi, avtomatlaşdırma sxeminin işlənməsi və tətbiqi

Şəkil 1. Çevik istehsal sisteminin idarəetmə və nəzarət sisteminin layihələndirilməsi mərhələlərinin quruluşu

1-ci mərhələdə layihə tapşırığının giriş verilənləri avtomatlaşdırılmış layihələndirmə interfeysinin (ALI) köməyi ilə ilkin emal olunur.

Problem sahənin təhlili aparılaraq, müxtəlif tətbiq sahələri üzrə ÇİS-in idarəetmə və nəzarət sisteminin texniki vasitələrinin informasiya təminatı konkret layihələrdən formalaşır.

2-ci mərhələdə Mövcud layihələrin təhlili əsasında, onların texniki və iqtisadi çatışmamazlıqları təyin olunur, yeni layihələrin təkliflərindən verilənlər bazasının idarəetmə sistemi yaradılır.

3-cü mərhələdə ÇİS-nin informasiya-ölçmə, idarəetmə və nəzarət sisteminin funksiyalarının planlaşdırılması və simulyasiyası üçün verilənlər bazasından tətbiq obyektinin aktiv elementlərinin, onların ölçmə, icraetmə, tənzimləmə, nəzarət və idarəetmə vasitələrinin tipləri seçilir və texnoloji əməliyyatlara uyğun planlaşdırma və idarəetmə alqoritmləri yaradılır^{1 2}. Riyazi təyinatlı proqram mühitində, Labview-da və TİA məntiqi proqramlaşdırma mühitində müvafiq olaraq ÇİS-in bütün sahələrinin ayrı-ayrılıqda və kompleks şəkildə idarəetmə və nəzarət alqoritmlərinin modelləşdirilməsi və simulyasiyası həyata keçirilir. Tətbiq obyektinin idarəetmə və nəzarət sisteminin fəaliyyətinin real qiymətləndirilməsi üçün proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerin (PMK) proqram təminatı işlənir və yoxlanılır.

4-cü mərhələdə PMK-nın sənaye şəbəkəsinə qoşulması ilə bütün obyektlərin texnoloji əməliyyatların avtomatlaşdırılması və idarə olunması üçün proqramların testləşdirilməsi aparılır, laboratoriya sınaqları keçirilir³.

¹ Orucova, G.E., Əliyeva, S.B., Nəsirova, E.Ə. Mexaniki yığım çevik istehsalat modulda kran-manipulyatorun fəaliyyətinin modelləşdirilməsi. AzTU-nun Elmi əsərlər, Bakı, 2019, №3, s. 126-132

² Mammadov, J.F., Huseynov, R., Huseynova G.H, Abdullayev, G.S., Aliyeva, S.B. Frame Modeling of Flexible Manufacture Module Selection and Expert Analysis of its Control System. 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Bulgaria, Varna Technical University, October 1-3, p. 34-41.

³Mamedov J.F., Genjelieva G.G., Aliyeva S.B., Valieva B.A. Creating cooperative network for management of HEI and ITS technopark. Journal of Astrakhan State Technical University. Control, Computing technicus, vol. 2020. № 3, p. 7-14.

Növbəti mərhələdə ÇİS-in texnoloji prosesinin avtomatlaşdırılmış idarəetmə və nəzarət sisteminin sənaye şəbəkəsinə inteqrasiyası IEC61158 standartı ilə təmin olunur. Çevik istehsalın idarəetmə sisteminin səmərəli təşkili üçün texnoloji ölçmə, tənzimləmə funksiyalarının təmin edən cihazların seçilməsi proseduru, layihə haqqında məlumatların toplanılması, layihə-smeta sənədlərinin dövlət standartlarına, qaydalarına və normalarına uyğunluğunun təsdiqlənməsi məsələləri eskiz layihələndirmə mərhələsində (**2, 3-cü mərhələ**) həyata keçirilir.

İlkin mərhələdə çevik istehsalatın dairəvi kompanovka quruluşunun həllərinin tələblərinə cavab verilməsi əsaslandırılır. Çevik istehsalat sahələrinin səmərəli fəaliyyətinin təmin edilməsi üçün daxili və xarici elektrik təchizat şəbəkəsinin, əlavə paylayıcı transformator stansiyasının tətbiqi, təchizatı və su paylayısı şəbəkənin təşkili, istilik təchizatı və kanalizasiya şəbəkəsinin təşkili, enerji resurslarının avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin yaradılması, telefon və kompüter şəbəkə əlaqələrinin təşkili və sahələrin abadlaşdırılması nəzərdə tutulur.

ÇİS-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin layihələndirilməsi prosesinin ilkin mərhələsində onun informasiya-ölçmə və idarəetmənin aktiv elementlərinin axtarışı və seçilməsi, verilənlər bazasının yaradılması, idarəetmə alqoritminin modelləşdirilməsi kimi aşağıdakı proseduralardan və əməliyyatlardan ibarətdir⁴:

1. Texnoloji avadanlıqların əməliyyatlarına uyğun olaraq vericilərin və icra mexanizmlərinin tiplərinin və sayının təyin edilməsi;

2. Sənaye robotlarının və manipulyatorlarının yerdəyişmə və yükləmə-boşaldılma əməliyyatlarına uyğun olaraq vericilərin və icra mexanizmlərinin tiplərinin və sayının təyin edilməsi;

3. Sənaye robotlarının təhlükəsizlik əməliyyatlarına nəzarət edən texniki görmə sisteminin tipinin və mövqeyinin təyin edilməsi.

⁴ Мамедов, Дж.Ф., Абдуллаев, К.С., Талыбов, Н.К., Алиева, С.Б. Алгоритм поиска и выбора проекта ГПС на основе фрейма моделирования. Международная конференция - Математические методы в технике и технологиях. Сборник трудов ММТТЗ, Казань, 2020, Том 2, с. 111-113.

4. Texnoloji avadanlıqlarda, sənaye robotlarında, manipulyatorlarda, xüsusi modullarda və avtomatik nəqliyyat xəttlərində normativ təzyiq, emaletmə dərəcəsi, ətraf mühitin rütubətliliyi, temperatur parametrlərinə nəzarət edən termomet, rütubət vericisinin, termocütün tiplərinin və sayının təyin edilməsi.

5. İstehsal xəttində hazır məhsulun keyfiyyət standartlarına nəzarət sisteminin müəyyənləşdirilməsi.

ÇİSh-in aktiv elementlərinin səmərəli idarə edilməsi üçün vacib layihə məsələlərindən biri avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin (AİS) informasiya-ölçmə və idarəetmə vasitələrinin (vericilərin, icra mexanizmlərin, tənzimləyicilərin, texniki nəzarət, proqramlaşdırılan məntiqi kontroller və kommunikasiya sistemi) seçilməsi və ÇİS-in AİS-inin verilənlər bazasının idarəetmə sisteminin yaradılmasıdır.

Bu məqsədlə, ilk olaraq tədqiq olunan istehsalatın (maşınqayırma çevik istehsalat sahəsinin) spesifikasiyası, onun aktiv elementlərinin texnoloji əməliyyatlarının növləri, məhsulun keyfiyyətinə nəzarət prinsipləri təhlil edilərək, relyasion üsulla verilənlər bazası qurulur. Cədvəl şəklində qurulan ÇİS-in AİS-inin aktiv elementlərinin verilənlər bazası əsasında avtomatlaşdırma sxeminin freym biliklər şəklində məntiqi modeli qurulur. Freym modelində AİS-in informasiya vahidləri profreym şəklində aşağıdakı kimi qurulur:

Freymin adı: ÇİS-in AİS-inin aktiv elementləri ($F_{\text{ÇİS_AİS_AE}}$)

Slot 1-in adı - Texnoloji avadanlığın AİS elementləri ($TA_{\text{AİSE}}$) [əməliyyatın başlanğıcını və sonunu qeyd edən verici (V_{bs}); avadanlığın texniki nəzarət sistemi TN_a ; proqramlaşdırılan məntiqi kontroller (PMK)];

Slot 2-nin adı – Sənaye robotunun AİS elementləri [xətti, bucaq yerdəyişmə vericisi (V_x, V_b); texniki görmə sistem (TGS); proqramlaşdırılan məntiqi kontroller (PMK)];

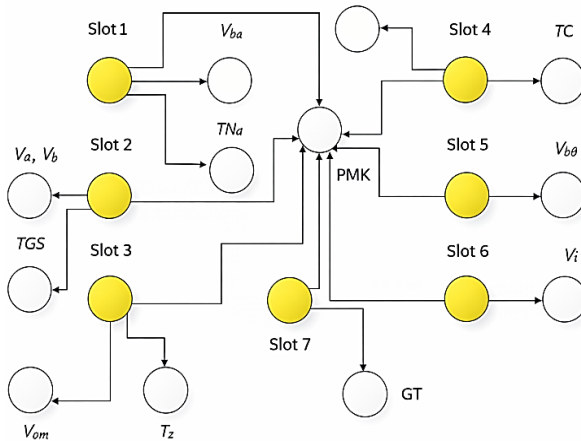
Slot 3-ün adı – Avtomatik nəqliyyat xətti [tərtibatı mövqeləşdirən verici (V_{tm}); sürət tənzimləyicisi (T_s); tərtibatın keyfiyyətinin nəzarəti sistemi (KNS_t); proqramlaşdırılan məntiqi kontroller (PMK)];

Slot 4-ün adı – Soba [termocüt (TC); termotənzimləyici (TT); proqramlaşdırılan məntiqi kontroller (PMK)];

Slot 5-in adı – Kompresor [havanın təzyiqini ölçən verici (V_{ht}); proqramlaşdırılan məntiqi kontroller (PMK)].

Slot 6-nin adı – İstehsalatın temperatur rejimi [havanın təmpəratürünü ölçən verici (V_t); proqramlaşdırılan məntiqi kontroller (PMK)];
Slot 7-nin adı – İstehsalatın gərginlik rejimi [gərginlik tənzimləyicisi (GT); proqramlaşdırılan məntiqi kontroller (PMK)].

Slot i-lərə əsasən ÇİS-in AİS-inin aktiv elementlərinin qarşılıqlı əlaqələr sxemi qurularaq (Şəkil 2), istehsalatın etibarlı idarəetmə prosesi modelləşdirilir. Şəkil 2-də freymin adı, slotlar (sarı rəngdə) və slotların qiymətləri çevrə şəklində, əlaqələr isə istiqamətləndirici qövslər şəklində təsvir edilir.



Şəkil 2. Freym modeli əsasında ÇİS-in AİS-inin aktiv elementlərinin qarşılıqlı əlaqələr sxemi

Ayrı-ayrı slotların və ümumilikdə ÇİS-in AİS-inin aktiv elementlərinin qarşılıqlı əlaqələr sxeminin, yəni ÇİS-in avtomatlaşdırma sxeminin qarşılıqlı əlaqələrinin sayı hesablanmaqla, ümumilikdə idarəetmə sisteminin mürəkkəblik dərəcəsini təyin etmək mümkün olur. Bunun üçün hər bir slotun əlaqələri nəzərə alınaraq qrafın ümumi qarşılıqlı əlaqələlik matrisi Graph Online proqramı vasitəsi ilə aşağıdakı kimi hesablanılır⁵:

⁵ Мамедов, Дж.Ф., Абдуллаев, К.С., Гасанова, Э.М., Алиева, С.Б., Мурадлы, З.М. Разработка фреймов моделей для выбора и проектирования производственной системы. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Том 47, №1, 2020, с. 93-101.

Qurulan $M_{q\phi}$ matrisinin qiymətlərinə əsasən tədqiqat obyektinin idarəetmə prosesini təhlil etmək asanlaşır. $M_{q\phi}$ matrisini şərti olaraq *Slot i* - nin sahələrinə ayırısaq, onda həmin matrisin slot sahələrinin göstəriciləri əsasında ÇİS-in AİS-inin ümumi kəmiyyət göstəricisi (qarşılıqlı quruluş əlaqələrinin sayı – matrisin sətirlərində xana qiymətlərinin cəbri cəmi) təyin olunur:

$$R_{M_{q\phi}} = \sum_{i=1}^7 \text{Slot } i = 18. \quad (1)$$

Beləliklə yaradılan Freym modeli əsasında ÇİS-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin qarşılıqlı əlaqəli qraf-sxemi qurulmuş, matrislə kəmiyyət xarakteristikaları aşağıdakı kimi hesablanmışdır:

$$M_{\infty} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots \end{pmatrix} \quad (2)$$

Tətbiq obyektinin idarəetmə sisteminin elementlərinin sonrakı modelləşdirilməsi və avtomatlaşdırılmış sxemin real layihəsinin qurulması məqsədi ilə onların effektiv seçilməsi üçün avadanlıqların yerləşdirilməsi planı tərtib edilir.

ÇİS-in idarəetmə sisteminin səmərəli fəaliyyətini təmin etmək üçün onun informasiya-ölçmə, icraetmə, tənzimləmə, emaletmə və sənaye şəbəkəsi səviyyələrində intellektual informasiya təminatının təşkil edilməsi tələb olunur. İnformasiya təminatının əsasını təşkil

edən verilənlər bazasının idarəetmə sistemi (*1-səviyyə*), verilənlər bazaları (*2-ci səviyyə*), informasiya-axtarışı, seçilməsi və qərar-qəbul edilməsi alt-sistemi (*3-cü səviyyə*) iyerarxik quruluşa malikdir. ÇİS-in idarəetmə sisteminin kompleks informasiya təminatının düzgün istifadəsinə nəzarət etmək və verilənlər bazasının bütövlüyünü qorumaq üçün təklif olunan iyerarxik quruluşda verilənlər bazasının dinamikliyi, saxlanılan məlumatları redaktə edilməsi, qərar qəbuletmə modulunun fəaliyyəti, verilənlərin yenilənməsi və sistemin digər təminat vasitələri ilə interfeysi təmin olunur.

Tətbiq obyektinin ÇİS-nin xüsusiyyətlərinə və müəyyən edilmiş əlamətlər əsasında məlumatların axtarışı və seçilməsi həyata keçirilir. İdarəetmə elementlərinin verilənlər bazasının işlənilməsi mərhələsində məlumatların növü, obyektin xüsusiyyətləri, təsviretmə tələbləri, strukturu, müəyyən edilmiş parametrləri və əlaqələri verilənlər bazasında nəzərə alınır. Lakin strukturun obyektləri haqqında məlumatların tam əks etdirilmir və ya əksinə, əksər müəssisələrin idarəetmə sistemləri hazır texniki həllərə uyğun olmur.

Buradan aydın olur ki, yeni yaradılmış verilənlər bazasında saxlanılacaq məlumatlar əsasında verilənlər bazasını yarada biləcək alətlər seçmək lazımdır. Bu məsələnin həlli üçün informasiya təminatının 1-ci səviyyəsində giriş verilənlərin idarə edilməsini (axtarış-qərar qəbuletmə-seçim) təmin edən database management system (DBMS), yəni verilənlər bazasının idarəetmə sistemindən (VBİS) istifadə etmək tələb olunur⁶.

ÇİS-in idarəetmə sisteminin informasiya təminatı VBİS-lərdən təşkil olunur: istifadəçinin VBİS-i və serverin VBİS-i. Daha geniş yayılmış, istifadəçinin VBİS-ləri dBase, Paradox, Clipper, FoxPro, Access və Microsoft Data Engine hesab olunur. Serverin verilənlər bazası Oracle, Informix, DB2, Sybase, Microsoft SQL Server kimi menecment sistemlərindən formalaşır. Server VBİS -lərinin tərtib olunduğu “müşəri/server” arxitekturası məlumatların saxlanması və emalının xüsusi program və xidmətin olduğu mərkəzi kompüterdə

⁶Əliyeva, S.B. Çevik istehsalat müəssisəsinin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin layihələndirməsi üçün informasiya təminatının yaradılması. İnformasiya sistemləri və texnologiyalar, nailiyyətlər və perspektivlər II Beynəlxalq elmi konfransın materialları 09-10 iyul 2020, s. 27-31.

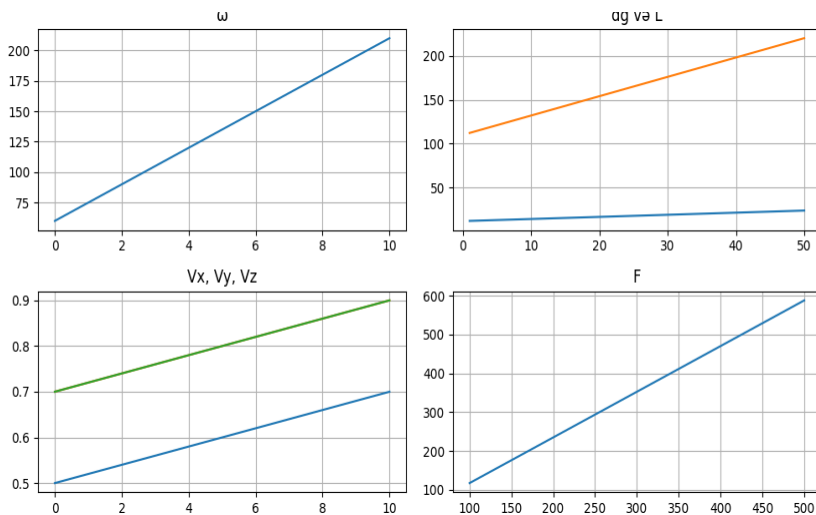
“meynfrey” modelinə uyğun təşkil olunur. Server məlumatları əsasında formalaşan verilənlər bazası fayllardan ibarətdir. Serverin VBİS-i informasiyanın bütövlüyünü qorumaq, ehtiyat nüsxələri çıxarmaq, məlumatlara səlahiyyətli girişi təmin etmək, əməliyyatları qeyd etmək və metaməlumatların seçilməsi, dəyişdirilməsi üçün istifadəçi sorğularının yerinə yetirilməsini təmin edir. Bu sorğuları təmin edən müştəri proqramlar şəbəkədəki avtomatlaşdırılmış iş yerlərində icra olunur⁷.

ÇİS-in avtomatlaşdırma sxeminin 3-cü səviyyəsində serverin VBİS -indən istifadə edərkən sorğular serverin özü tərəfindən yerinə yetirilir. Ona görə də müştəri proqramları serverdən yalnız sorğunun nəticələrini alır və bütün indeksin və relyasion tipli verilənlər bazasının cədvəlinin ötürülməsini və sorğuların işlənməsi zamanı şəbəkə trafikinin təhlükəsizliyini təmin edir.

Desktop VBİS - lərdə məlumatları idarə edən əməliyyat sisteminin fayl xidmətlərindən istifadə etməklə həyata keçirilir. VBİS -ə xas olan formatda verilənlərlə işləməyə yönəlmiş və getdikcə daha çox yaratmağa imkan verən alətlər daxildir. SR-in idarəetmə sisteminin icraetmə elementlərinin (İEE_i) göstəricilərini qiymətləndirmək üçün mühərrikin nominal fırlanma momentinin, porşenin giriş - çıxış diametrinin, uzunluğunun, X,Y, Z oxu boyunca xətti yerdəyişmə sürətlərinin və tələb olunan gücünün qrafikləri Matlab-da (Şək. 3) qurularaq, analiz edilir.

Toplanan ÇİS-in aktiv elementinin (SR-in timsalında) idarəetmə sisteminin texnoloji ölçmə və icraetmə vasitələrinin verilmiş sabit və düsturlarla təyin olunmuş parametrləri əsasında daha etibarlı və dəqiq verilənlər bazası formalaşır.

⁷Əliyeva, S.B. İstehsalatın avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin informasiya-ölçmə elementlərinin verilənlər bazasının yaradılması. SDU-nun Elmi xəbərləri, № 4, Cild 21, 2021, s. 73-77.



Şəkil 3. SR-in idarəetmə sisteminin icraetmə elementlərinin (İEE_i) göstəricilərinin ekperimental qrafikləri

Verilmiş sabit və təyin olunmuş parametrlərdən asılı olaraq SR-in xidmətmə (yükləmə və boşaldılma) prosesinin tələb olunan əməliyyatlarının sayı aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$n_{\text{əm}} = \frac{tK_{det}}{F_{poz}60}, \quad (3)$$

burada t - SR-in yükləmə və boşaldılma əməliyyatlarına sərf olunan zamandır; K_{det} – bir növbə ərzində SR tərəfindən detalların yüklənməsi və boşaldılması əməliyyatlarının sayıdır; F_{poz} – bir gün ərzində, istehsalat modulunda SR-ə ayrılan vaxtdır.

$$K_{det} = K_{ad} + N, \quad (4)$$

burada N – bir növbə ərzində istehsal olunan K_{ad} -li detalın sayı.

Çevik istehsalat sahəsinin modullarında bir neçə dəzgaha xidmət edən SR-in (Şək. 4) idarəetmə sisteminin dəqiqliyini təmin etmək üçün ÇİS-in istehsalat modullarının və orada yerləşən SR_i-lərin idarəetmə sisteminin kompanovkasına əsasən qraf-sxem qurulur (Şəkil 5). ÇİS-in modulunda dəzgahlar 4 işçi modulda yerləşdirilir. İşçi modullar arasında funksional əlaqələr avtomatik nəqliyyat vasitəsi (ANV ↔ X₃), pəstahın (T ↔ X₂) mövqeləşməsini təmin edən mövqeləşdirici manipulyator (MM ↔ X₄) və hər bir işçi modulun

dəzğahına (TD ↔ X₅; FD ↔ X₆; RBD ↔ X₇; ƏD ↔ X₈) xidmət edən sənaye robotu (SR ↔ X_{1i}) ilə təmin olunur.



Şəkil 4. Çevik istehsal sahəsində sənaye robotunun bir neçə dəzğaha xidmət edən modulun 3D quruluşu

ÇİSh-in texnoloji əməliyyatlarının ardıcılığını və funksional əlaqələri nəzərə alaraq, ÇIS-in funksional əlaqələr alqoritmi qurulur⁸:

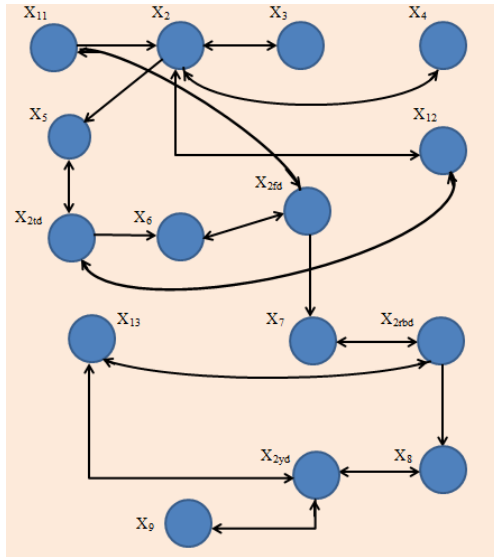
$$\begin{aligned}
 &X_{11} \rightarrow X_2 \rightarrow (X_3 \& X_2) \rightarrow (X_4 \& X_2) \rightarrow \\
 &(X_{12} \& X_2) \rightarrow (X_5 \& X_{2td}) \rightarrow (X_{12} \& X_{2td}) \rightarrow \\
 &X_6 \& X_{2fd}) \rightarrow (X_{11} \& X_{2fd}) \rightarrow (X_7 \& X_{2rbd}) \rightarrow \\
 &(X_{13} \& X_{2rbd}) \rightarrow (X_8 \& X_{2yd}) \rightarrow (X_{13} \& X_{2yd}) \rightarrow (X_9 \& X_{2yd}).
 \end{aligned}$$

ÇİSh-in texnoloji əməliyyatlarının ardıcılığının funksional qraf- sxemi şəkil 5-dəki kimi göstərilir. X_{ij}, X₂,...,X₉ elementləri arasında qarşılıqlı funksional əlaqələr olduğuna görə və bu əlaqələrin olub olmamasını müvafiq olaraq 0 və 1 kimi qəbul etsək, onda aşağıdakı şərti ifadə yazılmalıdır:

$$M_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{əgər } a_{ij} \text{ zirvəsindən } b_i \text{ zirvəsinə qövs varsa,} \\ 0, & \text{əks halda} \end{cases} \quad (5)$$

⁸Алиева, С.Б. Алгоритм выбора информационно-измерительных элементов гибкого производственного модуля. Прикладные вопросы математики и новые информационные технологии IV Республиканской конференции. 09-10 декабря 2021, № 9, с. 168-169.

(5) ifadəsinə əsasən ÇiSh-in aktiv elementlərinin texnoloji əməliyyatlarına uyğun idarəetmə fəaliyyətini təmin edən qraf-sxemə əsasən (Şəkil 5) matris qurulur:



Şəkil 5. ÇiSh-in texnoloji əməliyyatlarının ardıcılığının funksional sxeminin qrafı

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Burada matrisin hər bir elementinin giriş və çıxış əlaqələrinin sayını təyin etməklə, tətbiq obyektinin texnoloji əməliyyatı zamanı informasiya-ölçmələrin miqdarı və PMK-nın girişinə daxil olan siqnalların sayını müəyyən etmək olur. Aktiv elementin giriş və çıxış əlaqələrinin sayına əsasən texnoloji ölçmələrin və icraetmənin miqdarını hesablamaq üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$N_{Xij} = \sum_i^n M_{ij} + \sum_j^m M_{ij} , \quad (7)$$

burada $n=15$, $m=15$.

Tətbiq obyektinin hər bir aktiv elementinin informasiya əlaqələrindən asılı olaraq ÇİSh-inin 2-ci çevik istehsalat modulunun təmsalında idarəedici blokununun X_{ij} girişləri müəyyən edilir. 2-ci çevik istehsalat modulunun təmsalında idarəedici blokununun Y_{ij} çıxış – icraetmə prosesi müəyyən edilir.

Üçüncü fəsil çevik istehsalat sahəsinin (ÇİSh) idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırma sxeminin yaradılmasının modelləşdirilməsi məsələsinə həsr edilib.

ÇİSh idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırma sxeminin struktur təhlili məsələsi qoyularaq, modelləşdirilmə üçün mərhələli şəkildə aşağıdakı məsələlər müəyyən edilir:

1. İlkin məlumatların toplanılması və təqdim edilməsi ilə ÇİSh-in idarəetmə sistemi üçün modelləşdirmə alətinin ümumi strukturunun müəyyən edilməsi;

2. İnformasiya-ölçmə, tənzimləmə, diaqnostika, nəzarət, icraetmə, emaletmə, qərar qəbuletmə və sənaye şəbəkəsinin təşkili altsistemləri səviyyələrində ümumi ÇİSh-in avtomatlaşdırma sxeminin seçilməsi;

3. Sistemin informasiya və funksional əlaqələrini müəyyən etmək üçün ÇİSh-in ümumi avtomatlaşdırma sxeminin struktur modelləşdirilməsi;

4. Funksional və texnoloji planlaşdırma və idarəetmə alqoritminin, proqram təminatının yaradılması;

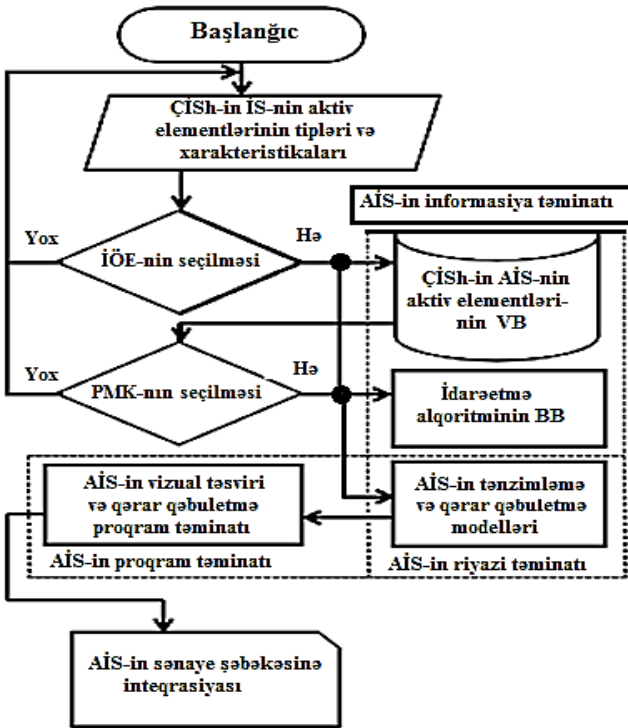
5. İdarəetmə sisteminin avtomatlaşdırma sxeminin qurulması, vizuallaşdırılması, simulyasiyası və sənaye şəbəkəsi ilə inteqrasiya edilməsi.

Yuxarıda göstərilən məsələlərin həllini təmin etmək üçün ilkin mərhələdə tətbiq olunan maşınqayırma çevik istehsalat sahəsinin

idarəetmə sisteminin və onun avtomatlaşdırma sxeminin qurulması prosesinin modelləşdirilməsi üçün ümumi quruluş sxemi təklif olunur (Şəkil 6). Tətbiq obyektin ÇİSh-nin idarəetmə prosesinin avtomatlaşdırılmasını təmin etmək üçün altsistemlər arasında məlumat və idarəetmə əlaqələri freym modelinin çoxluğu kimi yazılır:

$$P_i \in \{P_1, P_2, \dots, P_n\}, \quad (8)$$

burada P_1 – ÇİSh-in idarəetmə altsistemidir; P_2 - idarəedici və ümumi sistemli program təminatının altsistemidir; P_3 - ÇİSh-in verilənlərinin daxil edilməsi altsistemidir; P_4 – ÇİSh-in altsistemidir; P_5 - ÇİSh-in texnoloji ölçmə altsistemidir;



Şəkil 6. Çevik istehsalat sahəsinin idarəetmə sisteminin və onun avtomatlaşdırma sxeminin qurulması prosesinin modelləşdirilməsi

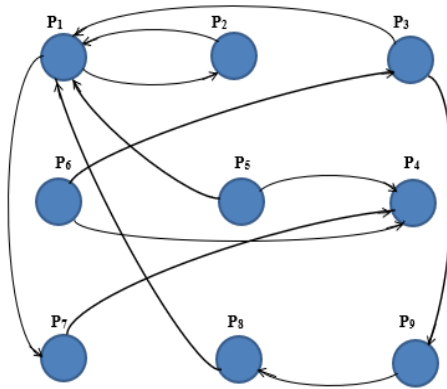
P_6 - ÇİSh-in texniki nəzarət altsistemidir; P_7 - ÇİSh-in icraetmə altsistemidir; P_8 - ÇİSh-in operativ idarəetmə altsistemidir; P_9 - ÇİSh-in idarəetmə sisteminin sənaye şəbəkəsi ilə inteqrasiyası altsistemidir⁹.

Giriş əlaqələrinin qiymətləri üfqi, çıxış əlaqələrinin qiymətləri isə şaquli olaraq daxil edilir. Əlaqə olmadıqda, matrisin qiyməti 0 kimi qəbul olunur, əks halda isə 1 daxil edilir. Beləliklə matrisin qiymətlərini daxil etmək üçün aşağıdakı ifadə yazılır:

$$M_{P_{ij}} = \begin{cases} 1, & \text{əgər } P_i - \text{dən } P_j - a \text{ qövs varsa,} \\ 0, & \text{əks halda} \end{cases} \quad (9)$$

burada P_i – ÇİSh-in idarəetmə sisteminin altsisteminə uyğun matrisin sətir və sütunlar üzrə şərtlərə əsasən alınan 0 və ya 1 qiymətləridir.

ÇİSh-nin hər bir P_i altsistemlərinin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqələrinin sayı və ayrı-ayrı P_i -nin rəngləri müəyyən edilir. P_i -lər çevrə şəklində, P_i -lər arasında qarşılıqlı əlaqələr isə istiqamətləndirici qövslərlə təsvir olunur (Şəkil 7).



Şəkil 7. ÇİSh-nin hər bir P_i altsistemlərinin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqələrin qraf-sxemi

⁹Əliyeva, S.B. Robototexniki kompleksdə sənaye robotunun hərəkət trayektoriyasının informasiya nəzarəti üçün funksional modelin işlənməsi. İnformasiya sistemləri və texnologiyalar nailiyyətlər və perspektivlər III Beynəlxalq elmi konfransın materialları, Sumqayıt. 2022, №9, s. 225-228

(10) ifadəsinə əsasən P_i altsistemləri arasında giriş və çıxış əlaqələrinin miqdarını nəzərə alaraq P_i -nin rəngi hesablanır¹⁰:

$$P_i = \sum_{j=1}^9 P_{ij} + \sum_{j=1}^9 P_{ji}, \quad (10)$$

burada $\forall P_{1j} \in \{P_{11}, P_{12}, \dots, P_{19}\}; \forall P_{i1} \in \{P_{11}, P_{21}, \dots, P_{91}\}$.

(11) ifadəsinə əsasən təyin olunan P_i altsistemlərin, onların aktiv elementlərinin rəng göstəriciləri informasiya-ölçmə və icraetmə funksiyalarının kəmiyyət göstəricilərini təyin etməklə, tətbiq obyektinin daha etibarlı idarəetmə sisteminin yaradılmasına imkan verir. ÇİSh-in avtomatlaşdırma sxeminə daxil olan P_{ij} altsistemlərinin funksiyalarından asılı olaraq altsistemlər arasında informasiya mübadilərinin kəmiyyət göstəriciləri təyin olunur:

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	
$M_{P_{ij}} =$	0	1	1	0	1	0	0	1	0	P_1
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	P_2
	0	0	0	0	0	1	0	0	0	P_3
	0	0	0	0	1	0	1	0	0	P_4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P_5
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P_6
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	P_7
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	P_8
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	P_9

ÇİSh-in mexaniki emal modullarının və tətbiq olunan dəzqahların mövqe koordinatlarının göstəriciləri və işçi zonaların ölçüləri aşağıdakı alqoritmlə müəyyən edilir:

ÇİMİ-nin aktiv elementlərinin işçi zonaları ayrı-ayrı həndəsi formalı işçi zonaların cəmindən formalaşır:

1.1. Torno dəzqahının işçi zonasının (V_{TD}) parametrləri aşağıdakılarla müəyyən edilir-Uzunluq $L_{td}=z[S_{Ltd}, x_i]$; En $B_{td}=z[S_{Btd}, x_i]$; burada $L_{td} \gg B_{td}$.

1.2. Frez dəzqahının işçi zonasının (V_{FD}) parametrləri aşağıdakılarla müəyyən edilir - Uzunluq $L_{fd}=z[S_{Lfd}, x_i]$; En $B_{fd}=z[S_{Bfd}, x_i]$.

¹⁰ Mammadov, J.F., Guseynova, G.H., Aliyeva, S.B., Safarova, T.A. Analysis and Modeling Automated Product Quality Control for Machine-building Industries. IECHCI2023 International Conference, Sabanci University, 23-25 November, Erzurum, Turkey, p.116-119.

x_i]; burada $H_{fd} \gg B_{fd}$

1.3. Radial burğu dəzğahının işçi zonasının (V_{RBD}) parametrləri aşağıdakılarla müəyyən edilir - Radius $R_{rbd}=z[S_{Rbd}, x_i]$; burada $H_{rbd} \gg R_{rbd}$

1.4. Sənaye robotunun (SR) maksimal işçi zonasının (V_{SR}) parametrləri aşağıdakılarla müəyyən edilir – Radius (max) $R_{srd}=z[S_{srd}, x_i]$; Hündürlük $H_{sr}=z[S_{hsr}, x_i]$, burada $R_{srd} \gg H_{sr}$

1.5. Avtomatik nəqliyyat xəttinin (ANX) işçi zonasının (V_{ANX}) parametrləri aşağıdakılarla müəyyən edilir - Uzunluq $L_{anx}=z[S_{Lanx}, x_i]$; En $B_{anx}=z[S_{Banx}, x_i]$; burada $L_{anx} \gg B_{anx}$

ÇİMİ-nin aktiv elementlərinin əməliyyatlarının mərhələli ardıcılığının müəyyən edilməsi məqsədi ilə aşağıdakı ifadə yazılır:

$$P_i = \{ \langle X_{ij}, X_{ijk}, Y_{ij}, Y_{ijk} \rangle, i = 1; j = \overline{0, 1}; k = \overline{1, 4}, \quad (11)$$

burada X_{ij}, X_{ijk} – ÇİMİ-nin aktiv elementinin texnoloji əməliyyatının ölçməsinin PMK1-in girişinə verilən siqnaldır; Y_{ij}, Y_{ijk} – ÇİMİ-nin aktiv elementinin texnoloji əməliyyatının PMK1-in çıxışında icra edilməsidir.

(11) ifadəsinə əsasən ÇİSh-nin j_i texnoloji əməliyyatlarının ($i = \overline{1, 22}$) ardıcılığı təyin olunuraq, PMKi-nin girişinə aktiv elementin mövqeləşməsinin ölçməsi və çıxışında icra olunması $\rightarrow X_{ij}, Y_{ij}$ təmin olunur.

Tətbiqəndirilmə obyektini olan maşınqayırma çevik istehsalat sahəsinin AİS-nin arxitekturasının qurulması və idarəetmə elementlərinin seçilməsi, layihələndirilməsi mərhələlərində, xüsusi ilə də işçi layihələndirmə mərhələsində vacib məsələlərdən biri AİS-in etibarlılığının müəyyən edilməsidir¹¹. Təklif olunan ÇİSh-in avtomatlaşdırma sxeminin etibarlı fəaliyyətinin əsas göstəricisi, dayanmadan işləməsi avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin nəzərdə tutulan iş periodunda məcburi fasilə olmadan, çevik, dəqiq və məhsuldar işləmə qabiliyyətinin təmin edilməsidir. Tətbiq obyektinin idarəetmə sisteminin funksiyalarının yerinə yetirmə prosesində nəzərdə tutuq ki, onun tərkibində kifayət qədər çox sayda texnoloji

¹¹ Алиева, С.Б. Информационное обеспечение выбора средств технологических измерений и контроля гибкой системы производством. Транспортное машиностроение 2024. № 9(33). с. 12-20.

ölçmə, tənzimləmə, diaqnostika, nəzarət, kontrollerli emaletmə, icraetmə və sənaye şəbəkəsinin cihaz və qurğuları vardır və onlar təsadüfi hadisələr törədə bilən mənbələrdir. Tətbiq obyektinin (mexaniki emal ÇİSh-ın timsalında) işdən çıxması halları nəzərdə tutulur.

Əgər qəbul etsək ki, $t-(t+ \Delta t)$ zaman intervalında bir neçə dəfə əməliyyatın dayandırılması (ΘD) ehtimalı varsa, Onda ΘD Δt -dən asılı olur.

Yaranan bütün ΘD bir-birindən asılı olmayıb, təsadüfən yaranır. Təmirə yararlılığın əsas göstəricisi sistemin bərpa olunma ehtimalı $P(T_H)$ -dir ki, bu da verilmiş T_H vaxtda nəzərdə tutulur, ikinci meyar orta bərpaetmə vaxtıdır T_b -ki, bu da verilmiş xidmət şəraitində işdən çıxmanı bərpa etmək və orta vaxt sərfiyyatın müəyyənləşdirməkdir. Yuxarıda verilən göstəricilərdən başqa fasiləsiz işləmənin və təmirə yararlılığın meyarında əlavə kompleks göstəricilərdən də istifadə olunur: Bunlar hazırlıq əmsalı K_h , texniki istifadə əmsalı K_{TH} , sistemin qərarlaşmış rejimdə hazırlıq əmsalı və s.. Bu əmsallar aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$K_h = T_H / (T_H + T_b) \quad (12)$$

$$K_{TH} = T_H / (T_H + T_b + t_{pf}) \quad (13)$$

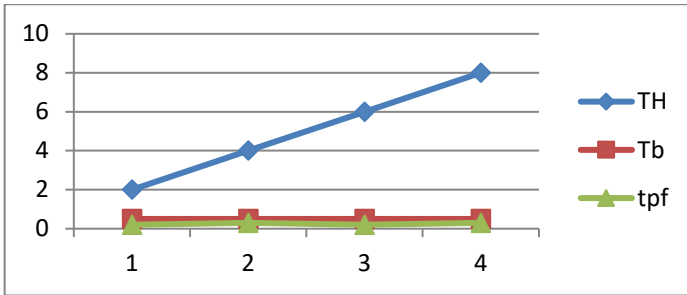
burada T_H – ÇİSh-nın aktiv elementinin texniki hazırlığı və istifadəsi vaxtıdır; T_b - ÇİSh-nın aktiv elementinin nasazlığının bərpaetməsi vaxtıdır; t_{pf} - profilaktik xidmətəmə vaxtıdır.

ÇİSh-nın modullarında aktiv elementlərin idarəetmə sisteminin etibarlılıq göstəricisini əks etdirən parametrlər - SR-in və dəzgahların T_H , t_{pf} və T_b texniki hazırlığı, profilaktikasısı və texnikanın bərpaetməsi vaxtlarıdır. Bu əsas göstəriciləri (cədvəl 2) nəzərə alaraq, qrafik xarakteristikalar qurulur (Şəkil 8).

Cədvəl 2.

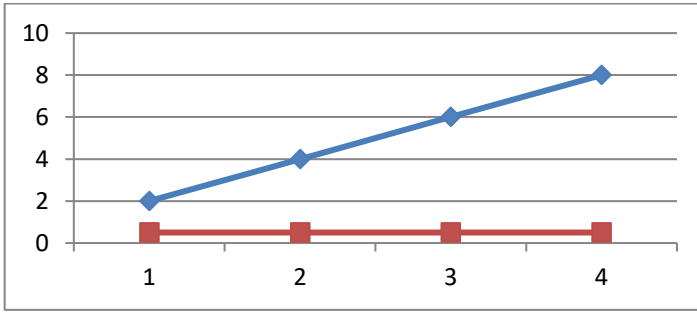
SR-in T_H , t_{pf} və T_b texniki hazırlığı, profilaktikası və texnikanın bərpaetməsi vaxtlarının eksperimental qiymətləri

Parametrin işarəsi	1-ci eksperiment göstəricisi (saat)	2-ci eksperiment göstəricisi (saat)	3-cü eksperiment göstəricisi (saat)	4-cü eksperiment göstəricisi (saat)
T_H	2	4	6	8
T_b	0,5	0,5	0,5	0,5
t_{pf}	0,2	0,3	0,2	0,3



Şəkil 8. SR-in T_H , t_{pf} və T_b texniki hazırlığı, profilaktikası və texnikanın bərpaetməsi vaxtlarının eksperimental göstəricilər əsasında alınan qrafiklərdir

SR-in T_H , t_{pf} və T_b texniki hazırlığı, profilaktikası və texnikanın bərpaetməsi vaxtlarının eksperimental göstəricilərindən asılı olaraq etibarlılıq əmsalı təyin olunur. Bir iş növbəsi ərzində SR-in T_b texnikanın bərpaetmə göstəricisi 0,5 saat sabit qəbul edilərsə və texniki hazırlığı, istifadəsi 2 ÷ 8 saat intervalında dəyişilərsə, onda uyğun olaraq K_h əmsalının dəyişilən xarakteristikası şəkil 9-dakı kimi alınır.



Şəkil 9. 2 ÷ 8 saat intervalında sənaye robotunun T_H texniki hazırlığı və istifadəsi vaxtının dəyişməsindən və bərpaetmə vaxtına minimum 0,5 saat sərf olunma müddətindən asılı K_h əmsalının xarakteristikası

Orta qruplama qiymətlərə görə ÇİSh-nin aktiv elementlərin (xüsusi ilə SRi və dəzgahların işdən çıxma intensivliyi üçün ilkin eyni qruplu elementlərin çoxluğu i və orta işdən çıxma λ_i və belə elementlərin sistemdə sayı N qəbul edilir. Bir çox ədəbiyyatlarda işdən çıxma intensivliyi λ_i - in intervalı göstərilməklə verilir.

Əgər sistem r qrupa ayrılıb və bunlarda əməliyyatın dayanması intensivliyi eynidirsə, onda sistemin işdən çıxma parametri λ , işdən çıxmaya qədər işləmə vaxtı T_H aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$\lambda = \sum_{i=1}^r N_i \lambda_i; T_H = \frac{1}{\lambda} \quad (14)$$

Sistemin etibarlılıq göstəricilərini hesablamaq üçün, onun elementlərinin K_i əmsalını və işdən çıxma intensivliyini λ_δ (baza elementləri üçün) bilmək lazımdır. Bu halda əməliyyatın dayandırılması parametri

$$\lambda = \lambda_\delta \sum_{i=1}^r N_i K_i \quad (15)$$

kimi təyin edilir.

Burada $K_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_\delta}$ - etibarlılığın əmsalı metodu ilə hesabı aparılır.

Bu üsulla ÇİSh-in aktiv elementlərinin etibarlılıq əmsalını və baza elementlərinin işdənçıxma intensivliyinin mütləq qiymətini bilmək lazım gəlir. Buna görə də əmsal metodu ilə etibarlılığın hesablanması müqayisə olunacaq dərəcədə dəqiq yerinə yetirilir.

Tətbiq obyektinin idarəetmə sisteminin etibarlılıq səviyyəsi sistemin iqtisadi effektivliyinin dərəcəsini müəyyən edir. Etibarlılıq azaldıqca əməliyyatın bərpa edilməsi məqsədi ilə dayandırılması sayı artır və bu da sistemin qiymətini artırır, onun istismarına çox əmək sərf olunur. Buna görə də sistemin etibarlılığını lazımı şəraitlərdə təmin etmək üçün ÇİSh-in aktiv elementinin idarəetmə sisteminin etibarlılığının texniki iqtisadi meyarlarının optimalaşdırılmasını vermək lazım gəlir. Bu məqsədlə sistemlərdə bir sıra struktur və funksional variantlardan istifadə edilir. Yaxşı variantın seçilməsi, istehsalatın məhsuldarlığına maksimum səmərəlilik vermək və illik əlavə səmərə verməyə görə aşağıdakı kimi qəbul etmək olar:

$$E_X = (\Delta C_e - E_n \Delta K) \rightarrow \max \quad (16)$$

$$E_T = (\Delta C_d T_e - \Delta K) \rightarrow \max \quad (17)$$

kimi ifadə olunur. Burada ΔC_e -hazırlanan məmulatın maya dəyərini aşağı salmaqla illik iqtisadi səmərəni artırmaq; E_n -normativ əmsal, kapital qoyuluşunun effektivliyini göstərir; $E_H \Delta K$ - normativ iqtisadiyyatın əlavə kapital qoyuluşundan istifadəsidir; ΔC_d - iqtisadiyyat fərqidir (maya dəyərini aşağı salmaqla).

ÇİS-in idarəetmə sisteminin fəaliyyətinin yüksəldilməsi üçün vacib məsələlərdən biri idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırma sxeminin səviyyələrində informasiya-ölçmə, icraetmə (1-ci səviyyə), tənzimləmə, emaletmə (2-ci səviyyə) və sənaye şəbəkəsinin funksional elementlərinin, təşkil olunan avtomatlaşdırılmış iş yerləri (3-cü səviyyə) funksiyalarının etibarlılığının və məhsuldarlığının artırılmasıdır. Bununla əlaqədar olaraq, ÇİS-in avtomatlaşdırma sxeminin hər üç səviyyəsində (ölçmə-icraetmə, tənzimləmə-emaletmə, şəbəkə ilə idarəetmə) fəaliyyətinin yüksəldilməsi üsulunun seçilməsidir. Eyni etibarlılıq səviyyəsinə malik olan elementlərin müxtəlif etibarlılıq məsələsi qoyulur.

Baxılan məsələdə əsas meyyar kimi praktiki olaraq elə üsuldən istifadə etmək lazım gəlir ki, o, maksimal əlavə iqtisadi effekti təmin etsin. Bu halda

$$\frac{\lambda_{Hi}}{\lambda_{iopt}} = \lambda_{ui} R_i T_e / S_i' = \gamma_i \quad (18)$$

kimi yazılır. Burada γ_i -elementin optimal etibarlılığının yüksəlməsini xarakterizə edir. Buna görə də

$$E_{T_{i \max}} = \lambda_{ui} R_i T_e [1 - (1 + \ln \gamma_i) / \gamma_i] \quad (19)$$

kimi yazılır. $1 \leq \gamma_i < \infty$ aralığında monoton artırsa $E_{T_{i \max}}$ γ_i -in ən böyük qiymətində və S_i -in ən kiçik qiymətində alınır. Funksional elementin etibarlılığının yüksəldilməsi $S_i' / T_{ei} \rightarrow \min$ şərtinə uyğun alınır.

Çevik istehsalat sahənin idarəetmə sisteminin və onun avtomatlaşdırma sxeminin yaradılmasına və istismarı prosesində sərfiyyat bərabər bölünür və bir ildə olan sərfiyyat aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$S_{il} = [(S_{i\dot{s}} + S_{ob}) / T] + S_{ist} \quad (20)$$

kimi yazılır. Burada $S_{i\dot{s}}$ - işlənməyə ayrılan sərf, S_{ob} -dəzgahların alınmasına ayrılan sərf, S_{ist} - illik istismar sərfi. (5 ÷ 7 il) texnoloji prosesin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin işləmə müddəti; S_{ist} -sərfinə, əməkdaşların əmək haqqı, bir ildə istilik, elektrik, su və s. enerjilərə olan sərfiyyat, materiala, komplektləşdirici məmulatlar (istismarla əlaqədar) və amortizasiya xərcləri və s. daxildir. İşçi personalın bir ildə sərf etdiyi vaxta görə, işçilərin sayı, orta saat vaxtı, sexdə nəzərdə tutulan normaya görə sərfiyyat tələb olunur.

Tətbiq obyektini olan mexaniki dəzgahların dairəvi kompanovkəli çevik istehsalat sexində (Şəkil 9) istifadə olunan lokal idarəetmə sisteminin təhlili əsasında müəyyən edilmişdir ki, böyük illik iqtisadi səmərə vermişdir. Lokal texnoloji prosesin idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırma sxeminin istifadəsi hesabına hazırlanan dəmir vərəqlərin qalınlığının stabil saxlanması 1,18% təmin edilmişdir. Metalkəsən dəzgahların avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin istismarında texniki-iqtisadi effektivliyin istifadə olunması emal olunan hissənin nomenklaturasını düzgün seçməyə imkan verir. Bu

halda istismarın hazırlanmasına olan sərfiyyat -10 dəfə azalır, əmək məhsuldarlığı $2 \div 6$ dəfə artır, hissələrin hazırlanma sərf olunan əmək həcmi azalır, keyfiyyət və dəqiqlik yüksəlir.

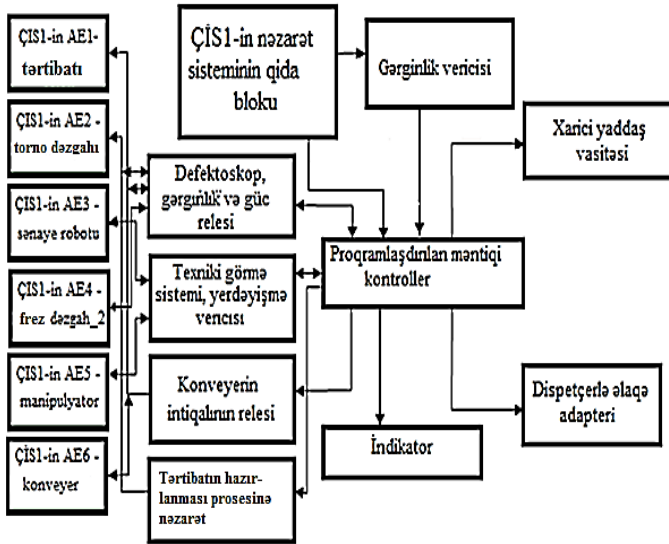
Dördüncü fəsil mexaniki emal çevik istehsalat sahəsinin hər bir çevik istehsal modulunun aktiv elementlərinin əməliyyatlarının vizuallaşdırılması, hazırlanan məmulatda yarana biləcək texniki defektlərin aşkarlanması və kompleks nəzarət prosesinin modelləşdirilməsinə həsr edilib.

Tətbiq olunan istehsal prosesinin ilkin mərhələsindən xammalın keyfiyyətinə texniki nəzarət üsulu və vasitəsi seçilir; texnoloji xətdə tətbiq olunan aktiv elementin texniki imkanları, göstəriciləri; hazırlanan məhsulun hazırlanma göstəriciləri müəyyən edilir.

SCADA sistemində əsaslanan ÇİSh-in texniki nəzarət bloku, istehsalat sahəsində işləyən dəzgahların, sənaye robotu, manipulyator və nəqliyyat bütün quraşdırılmış sensorlarından ölçülən cari informasiyaları avtomatik şəkildə toplayaraq, maksimum məlumat diapazonu əsasında tam nəzarət etmək imkanı əldə olunur. Dispetçer hər bir moduldakı G_i avadanlıq və M_i məhsul göstəriciləri haqqında cari arxivləşdirilmiş məlumatları əldə edir.

SCADA sistemində əsaslanan avtomatik nəzarət sisteminin elementlərini seçmək üçün ÇİSh-in obyektlərində istehsal olunan məhsulun və texnoloji avadanlıqların spesifik xüsusiyyətləri və texniki göstəriciləri nəzərə alınır. ÇİSh-in qurğularının və burada hazırlanan məhsullar haqqında cari texnoloji vəziyyətlərin göstəriciləri dispetçerin monitorunda qrafik şəkildə vizuallaşaraq, cari parametrləri əyani izləməyə və operativ qərar verməyə imkan yaradır.

ÇİSh-in obyektləri (G_i) və obyektlərdə hazırlanan məhsulun cari keyfiyyət məlumatlarının (M_i) toplanması və qərar qəbul edilməsi üçün dispetçerin avtomatlaşdırılmış iş yeri ilə interaktiv əlaqə təmin olunur (şəkil 10). G_i və M_i parametrləri xüsusi verilənlər bazasının serverində (InterBase) toplanılır. Eyni zamanda sistemin fəaliyyətinin ətraflı hesabatı saxlanılır.



Şəkil 10. ÇİSh-in aktiv elementlərinin və məhsulun keyfiyyətin texniki nəzarəti üçün ölçmə, tənzimləmə və idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırma sxemi

ÇİSh-in idarə edilməsi və texniki nəzarəti sisteminin funksiyalarına əsasən onun proqram təminatının quruluşu müəyyən edilir. Proqram altsistemlərin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqələrini avtomatlaşdırılmış idarəetmə və nəzarət sisteminin interfeysi təmin edir. Burada, cari nəzarət məlumatlarının müşahidəsi, verilənlərin toplanılması və arxivləşdirilməsi, statistik məlumatların təhlili, keyfiyyətin qiymətləndirilməsi, lokal sənaye şəbəkəsinə qoşulması, marşrutların təyin edilməsi məsələləri icra olunur.

DİSSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ

1. Çevik istehsalatının idarəetmə sistemi üçün texnoloji-ölçmə vasitələrinin seçilməsi və layihələndirilməsinin mərhələli quruluş sxemi təklif edilmişdir.

2. ÇİS-in avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin elementlərinin seçilməsi və layihələndirməsi üçün Freym modeli əsasında ÇİSh-in idarəetmə sisteminin aktiv elementlərinin qarşılıqlı əlaqələr sxemi qurulmuş, toplanılan ÇİS-in aktiv elementinin idarəetmə sisteminin texnoloji ölçmə və icraetmə vasitələrinin həcmli və çevik fəaliyyət göstərən verilənlər bazası yaradılmışdır.

3. Təklif olunan ÇİS-in dəzgahlarının və sənaye robotlarının kompanovka sxemi əsasında texnoloji əməliyyatların ardıcılığının funksional qraf-sxemi qurulmuş, aktiv elementlərin qarşılıqlı informasiya əlaqələrinin kəmiyyət göstəriciləri təyin edilmişdir.

4. Tətbiq obyektinin hər bir aktiv elementinin informasiya əlaqələrindən asılı olaraq ÇİSh-in 2-ci çevik istehsalat modulunun timsalında avtomatlaşdırma sxeminin qurulması prosesinin modelləşdirilməsi və altsistemlər səviyyəsində struktur təhlili üçün alqoritm işlənmişdir.

5. ÇİSh-də SRi-lərin və xidmət edilən dəzgahlar, avtomatik nəqliyyat xətti və mövqeləşdirici manipulyatorun müvafiq işçi zonaları əsasında idarəetmə sisteminin etibarlığını təmin edən riyazi model işlənmiş və kompüter eksperimentləri ilə analiz edilmişdir.

6. ÇİSh-in aktiv elementlərinin işçi zonalarına, texnoloji əməliyyatlarına və məhsulun keyfiyyətinin texniki nəzarəti üçün texnoloji ölçmə, tənzimləmə və idarəetmə sisteminin avtomatlaşdırma sxemi təklif olunmuşdur.

7. SCADA əsasında mexaniki emal ÇİSh-in texniki nəzarət sistemi qurulması üçün istehsalat modulunun aktiv elementlərinin işçi zonalarına və keyfiyyətinə nəzarət prosesinin real vaxt rejimində idarə edilməsinin blok-sxemi qurulmuşdur.

8. ÇİSh-in texnoloji xəttində aktiv elementlərin əməliyyatlarının, istehsal olunan məhsulun keyfiyyətinin texniki nəzarəti sisteminin simulyasiyasını təmin edən alqoritm və program təminatı işlənmişdir.

DİSSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ AŞAĞIDAKI DƏRC OLUNMUŞ ELMİ ƏSƏRLƏRDƏ ÖZ ƏKSİNİ TAPMIŞDIR:

1. Orucova, G.E., Əliyeva S.B., Nəsirova, E.Ə. Mexaniki yığım çevik istehsalat modulda kran-manipulyatorun fəaliyyətinin modelləşdirilməsi. AzTU-nun Elmi əsərlər, Bakı, 2019, №3, s. 126-132

2. Mammadov, J.F., Huseynov, R., Huseynova, G.H, Abdullayev, G.S., Aliyeva, S.B. Frame Modeling of Flexible Manufacture Module Selection and Expert Analysis of its Control System. 2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Bulgaria, Varna Technical University, October 1-3, p. 34-41.

3. Mamedov J.F., Genjelieva G.G., Aliyeva S.B., Valieva B.A. Creating cooperative network for management of HEI and ITS technopark. Journal of Astrakhan State Technical University. Control, Computing technicus, vol. 2020. № 3, p. 7-14.

4. Мамедов, Дж.Ф., Абдуллаев, К.С., Талыбов, Н.К., Алиева, С.Б. Алгоритм поиска и выбора проекта ГПС на основе фрейма моделирования. Международная конференция - Математические методы в технике и технологиях. Сборник трудов ММТТЗ, Казань, 2020, Том 2, с. 111-113.

5. Мамедов, Дж.Ф., Абдуллаев, К.С., Гасанова, Э.М., Алиева, С.Б., Мурадлы, З.М. Разработка фреймов моделей для выбора и проектирования производственной системы. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Том 47, №1, 2020, с. 93-101.

6. Əliyeva, S.B. Çevik istehsalat müəssisəsinin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin layihələndirməsi üçün informasiya təminatının yaradılması. İnformasiya sistemləri və texnologiyalar, nailiyyətlər və perspektivlər II Beynəlxalq elmi konfransın materialları 09-10 iyul 2020, s. 27-31.

7. Əliyeva, S.B. İstehsalatın avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin informasiya-ölçmə elementlərinin verilənlər bazasının yaradılması. SDU-nun Elmi xəbərləri, № 4, Cild 21, 2021, s. 73-77.

8. Алиева, С.Б. Алгоритм выбора информационно-измерительных элементов гибкого производственного модуля. Прикладные вопросы математики и новые информационные технологии IV Республиканской конференции. 09-10 декабря 2021, № 9, с. 168-169.

9. Əliyeva, S.B. Robototexniki kompleksdə sənaye robotunun hərəkət trayektoriyasının informasiya nəzarəti üçün funksional modelin işlənməsi. İnformasiya sistemləri və texnologiyalar nailiyyətlər və perspektivlər III Beynəlxalq elmi konfransın materialları, Sumqayıt. 2022, №9, s. 225-228

10. Mammadov, J.F., Guseynova, G.H., Aliyeva, S.B., Safarova, T.A. Analysis and Modeling Automated Product Quality Control for Machine-building Industries. IECHCI2023 International Conference, Sabanci University, 23-25 November, Erzurum, Turkey, p.116-119.

11. Алиева, С.Б. Информационное обеспечение выбора средств технологических измерений и контроля гибкой системы производством. Транспортное машиностроение 2024. № 9(33). с. 12-20.

Həmmüəlliflərlə birgə işlərdə iddiaçının şəxsi fəaliyyəti:

[1] – Kran manipulyatorun fəaliyyət alqoritminin işlənməsi.

[2] – Çevik istehsal modulunun elementlərinin seçilməsi və ekspert təhlili modelinin qurulması

[3] – Texnoparkın istehsal prosesinin avtomatlaşdırılması üçün idarəetmə alqoritminin işlənməsi.

[4] – Freym modeli əsasında ÇİS-in layihəsinin axtarışı və seçilməsi alqoritmləri

[5] – İstehsal sisteminin layihələndirilməsinin Freym üsulu ilə modelləşdirilməsi

[10] – İstehsal prosesinin keyfiyyətə nəzarət alqoritminin işlənməsi.

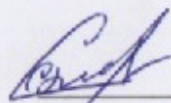
Dissertasiyanın müdafiəsi 26 may 2026-cı il tarixdə saat 14⁰⁰-da Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.48 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1010, Bakı şəhəri, Azadlıq prospekti 16/21

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

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat "24" aprel 2026-cı il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.



İddiaçının imzası

Çapa imzalanıb: 23.04.2026

Kağız formatı: A5

Həcm: 37854

Tiraj: 100