

UOT 519.95

PARALEL FƏALİYYƏTLİ İSTEHSAL MODULLARININ MODELLƏŞDİRMƏ ÜSULLARI İLƏ TƏDQIQININ MÜASİR VƏZİYYƏTİNİN TƏHLİLİ

¹ƏHMƏDOV MƏHƏMMƏD AYDIN oğlu

²ZEYNALABDIYEVA İRADƏ SƏMƏD qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-professor, 2-dissertant

irada0907@mail.ru

Açar sözlər: *modelləşdirmə, çevik istehsal sistemləri, paralel fəaliyyətli asinxron proseslər.*

İstənilən xarakterli obyektin layihələndirilməsi və yaradılmasında olduğu kimi, paralel fəaliyyətli modullar toplusundan formalaşdırılan diskret xarakterli prosesin layihələndirmə fəaliyyətində də aşağıdakı məsələlər öz həllini tapmalıdır: spesifikasiya, yəni obyektin spesifik xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi və dəqiqləşdirilmiş təsnifi; göstərilən sahə üzrə mövcud vəziyyətin xülasəsi və nəticələrin analizi; layihələndirmə mərhələləri; realizasiya və layihə həllərinin yerinə yetirilməsinin yoxlanılması (verifikasiya).

Məlum olduğu kimi, istənilən öyrənilən tədqiqat obyektini iki bir-biri ilə bağlı şəkildə təsvir olunur: struktur və dinamik. Struktur model statik xarakterli olmaqla, obyektin onun tərkibindəki komponentlərin toplusu və onlar arasındakı əlaqələrlə təsvir edilir. Dinamik model obyektin müəyyən zaman intervalında fəaliyyətini, davranışını (prosesi) təsvir edir. İkinci halda hadisələr obyektin strukturu nöqteyi-nəzərindən deyil, onun xarici mühitlə qarşılıqlı əlaqədəki fəaliyyətində baş verən prosesləri nəzərdə tutur, struktur isə obyektin spesifik davranışını müəyyən edir. Odur ki, göstərilən ikili yanaşma diskret hesablayıcı və idarəetmə sistemlərinin layihələndirilməsinin fundamental aləti hesab olunur.

[1]-də göstəriləndiyi kimi, hesablama texnikasının inkişaf mərhələləri bir-biri ilə zəif qarşılıqlı əlaqədə olan iki elmi istiqamət: avtomatlar və proqramlaşdırma nəzəriyyəsinin “semantik uyğunsuzluğu” şəraitində baş vermişdir və bu gün də davam etməkdədir. Belə ki, bu iki istiqamət o səviyyədə avtonom şəkildə inkişaf edir ki, son məqsədə nail olmaq üçün birlikdə işləməyə məhkum olan proqram təminatı (software) və texniki təminat (hardware) üzrə mütəxəssislər əksər hallarda bir-birini çətinliklə başa düşürlər.

Görkəmli riyaziyyatçı D. Gilbert (1862-1949) göstərmişdir ki, istənilən fiziki və ya riyazi nəzəriyyə üç inkişaf fazasından keçir: sadələşmə, formal və böhranlı (kritik). Avtomatlar nəzəriyyəsinin element bazasının sütətlə inkişafı nəticəsində göstərilən nəzəriyyə birinci iki fazanı, demək olar ki, keçmişdir və böyük, ifrat inteqral sxemlərin, mikroprosessor, mikroelektronika və kristallar əsasında sistemlərin yaranması ilə artıq onun üçüncü fazaya keçdiyini göstərmək olar. Eyni zamanda proqramlaşdırma nəzəriyyəsi də simvol tipli proqramlara əsaslanan və “paralel proqramlaşdırma” adı altında qarşılıqlı əlaqədə olan ardıcıl proseslər nəzəriyyəsinin vasitəsilə inkişafının formal fazasına keçmişdir.

Avtomatlar nəzəriyyəsinin inkişafında funksional imkanlarına görə sonlu avtomatlar və Turing maşını arasında aralıq yer tutan modellərin öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb etdi. Belə modellərə Petri şəbəkələrini aid edirlər. Petri şəbəkələri hesablama və idarəetmə sistemlərinin, xüsusən də çoxprosessorlu və paylanmış xarakterli proseslərin davranış dinamikasının modelləşdirilməsi üçün əlverişli vasitədir. Petri şəbəkələrinin davamlı öyrənilməsi və inkişafı

digər bir elmi istiqaməti- ümumi şəbəkələr nəzəriyyəsini yaratdı. Təcrübə göstərir ki, paralel proqramlaşdırma məsələlərinin əksəriyyəti şəbəkə yanaşması terminləri ilə interpretasiya olunur, eyni zamanda paralel proqramların adekvatlığının yoxlanması üçün Petri şəbəkəsi ən əlverişli aparat hesab edilir. Göstərilir ki, avtomatlar və proqramlaşdırma nəzəriyyələrinin ideya və yanaşmalarının bir-birinə yaxınlaşması və onlar arasındakı “semantik uyğunsuzluğun ” azaldılması aktuallıq kəsb edir ki, o da öz növbəsində bəzi proqram vasitələrinin yeni prinsiplə, yəni aparat vasitəsilə realizasiyasına əsas verir. Bu halda öyrənilən obyektin spesifik xüsusiyyətlərini paralel asinxron modellərin terminləri dili ilə realizə etmək olur. Göstərilən modellərin əsas vacib xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onlarda zaman faktoru bir parametr kimi rol oynayır və onların fəaliyyətində zamanla əlaqə hadisələr arasındakı “səbəb-nəticə” münasibətləri ilə həyata keçirilir.

Qeyd olunur ki, çoxlu sayda abstrakt modelləri misal göstərmək olar ki, onlar ya paralel proqramlaşdırma vasitələri ilə (xüsusən çox nüvəli prosessorların inkişafının aktuallığı ilə əlaqədar), ya da asinxron qarşılıqlı əlaqəli paralel işləyən proseslərin aparat vasitələri ilə realizə olunur. Birinci halda müasir hesablama modelləri birmənalı proqram təminatına oriyentasiya olunur və resursların tələbatı nöqtəyi-nəzərindən real fiziki mexanizmlərdən ayrılıqda yaradılır. İkinci halda, yəni model yanaşmada dinamik paralel proseslərin aparat vasitələri ilə realizasiyası enerji səmərəliliyinə qoyulan tələbatların yüksək olduğu şəraitdə daha aktualdır.

Qeyd olunduğu kimi, diskret hesablayıcı və idarəetmə sistemlərinin layihələndirilməsi üçün ilk əvvəl obyektin statik (struktur) və dinamik (davranış) xüsusiyyətlərini adekvat ölçüdə əks etdirən işçi modelləri yaratmaq lazımdır. Bu halda həmin işçi modellərində mümkün paralellik və qarşılıqlı əlaqəli altsistemlərinin asinxronluq prinsiplərinin göstərilməsi vacibdir, eyni zamanda işçi modellərin formallığı (riyazi formalizasiyası) vacib əhəmiyyət kəsb edir.

Riyazi model dedikdə xüsusi mühitin hər hansı bir sinfə aid hadisələrinin riyazi simvolika ilə yaxınlaşdırılmış (təqribi) yazılışı nəzərdə tutulur [2]. Bu növ modellərdə ümumi xarakterli xüsusiyyətlərin olması metodoloji nöqtəyi- nəzərdən əlverişli olan “metamodel” anlayışından istifadə edilir. Diskret xarakterli proseslərin modelləşdirilməsi üçün belə metamodel kimi “asinxron proses” terminindən istifadə etmək səmərəli hesab olunur.

Məlum olduğu kimi, fiziki qurğular iki əsas sinfə bölünür: sinxron və asinxron avtomatlar. Sinxron avtomatlarda onların vəziyyətlərinin dəyişməsi takt impulsları generatorundan daxil olan takt siqnalları vasitəsi ilə yerinə yetirilir.

Asinxron avtomatlarda alqoritmin növbəti addımının yerinə yetirilməsinin başlanması avtomatın giriş vəziyyətinin dəyişməsi ilə əlaqədardır və fiziki vaxt avtomatın sxemində keçid proseslərinin başa çatmasının siqnalları ilə kvantlaşdırılır. Bu növ avtomatlar ənənəvi asinxron avtomatlardan fərqlənir. Belə ki, ənənəvi asinxron avtomatlarda giriş siqnallarının dəyişməsi ən pis hal üçün hesablanmış takt impulsları ilə, yəni asinxron avtomatlarda olduğu kimi yerinə yetirilir.

Uzlaşdırılmış (uyğunlaşdırılmış) asinxron avtomatlarda takt impulslarının sürəkliliyi sabit deyildir və onlarda takt generatorlarından istifadə etmək tələb olunmur. Bu halda sistem vaxtı (məntiqi vaxt) sistemdəki hadisələr arasındakı səbəb-nəticə münasibətləri ilə təyin olunur.

Çoxlu sayda paralel işləyən asinxron avtomatlardan yaradılmış obyektlərin idarə edilməsində onların qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyətlərinin sinxronlaşdırılması və koordinasiyası problemi yaranır.

Təcrübə göstərir ki, diskret xarakterli mürəkkəb sistemlərin yaradılmasının əsas ideyasını paralel fəaliyyətli asinxron avtomatların kompleks şəkildə fəaliyyəti təşkil edir və bu növ sistemlər maşınqayırmada, dəzgahqayırmada, müxtəlif təyinatlı istehsalların robototexniki və çevik istehsal sistemlərində (ÇİS) və s. geniş tətbiq sahələrinə malikdirlər.

Müxtəlif təyinatlı istehsal sistemlərinin inkişaf mərhələlərini “ qeyri-müəyyənlik dərəcəsi” və tərkibinin “müxtəlifliyi” nöqtəyi-nəzərdən təkamülünün sadədən çox mürəkkəb sistemlərə kimi inkişaf etdiyi görünür: avtomatik xəttlər, çevik texnoloji modellər; çevik istehsal sistemləri; kompüterləşdirilmiş, inteqrallaşdırılmış istehsallar və virtual istehsallar [3]. Təbiidir ki, istehsal

sistemnin mürəkkəbliyi artdıqca onun səmərəliliyi də yüksəlir [4]. Bu halda diskret mürəkkəb sistemin layihələndirmə mərhələlərinə əlavə tələbatlar qoyulur. Təcrübə göstərir ki, mürəkkəb sistemlərin, eyni zamanda bu kateqoriyaya aid edilən ÇİS-lərin layihələndirilməsinin ilkin mərhələlərində layihə edənlərin ilkin ideyaları son nəticədə özünü doğrultmur, xüsusən də layihə məhsulunun sınaq və tətbiq mərhələlərində. Odur ki, layihələndirmə mərhələlərinin bəzilərinin təkrarən yerinə yetirilməsi problemi qarşıya çıxır. Bu isə öz növbəsində əlavə məsrəflər tələb etməklə layihələndirmə prosesinin yerinə yetirilməsi müddətini artırır və bəzi hallarda layihə məhsulunun son nəticədə fiziki və mənəvi “qocalması” ilə nəticələnmə bilər [5]. Problemin həlli üçün perspektiv istiqamət kimi layihələndirmə proseduralarının bütün mərhələlərinin müasir informasiya texnologiyalarından, modelləşdirmə üsullarından istifadə edilməsi aktuallıq kəsb edir [6].

ÇİS-lərin layihələndirilməsi, yaradılması və tətbiqi təcrübəsi göstərir ki, ilk növbədə layihələndirmənin texniki tapşırığına əsasən onların konseptual modeli formalaşdırılmalı və ona əsasən ÇİS-in struktur-kinematik sxemi işlənəlidir. ÇİS-lər mürəkkəb xarakterli diskret sistemlər kateqoriyasına aid edildiyindən, onların kompleks şəkildə birbaşa layihələndirilməsi çətinləşir, hətta bəzi hallarda mümkün olmur. Çıxış yolu kimi onların struktur modellərinin [1]-də göstərildiyi kimi məntiqi başa çatdırılmış konkret funksiyaları yerinə yetirən və bir-biri ilə son məqsədə nail olmaq üçün qarşılıqlı əlaqədə olan, paralellik prinsipi gözlənilməklə fəaliyyət göstərən ÇİM-lərə (çevik istehsal modullarına) bölməklə tədqiq etməkdir. Bu halda hər bir ÇİM-ə asinxron avtomat (metamodel) kimi baxmaq olar və səmərəli modelləşdirmə aparatlarından istifadə etməklə kompüter eksperimentləri ilə layihələndirilməsinin məqsədəuyğunluğu qiymətləndirilə bilər.

Kompüter texnikasının inkişafının müasir vəziyyəti və perspektivləri son vaxtlar riyazi modelləşdirmə üsullarının geniş istifadəsini aktuallaşdırır. Riyazi modelləşdirmə analitik və imitasiya modelləşdirilməsi şəklində iki hissəyə bölünür [3,7]. Analitik modelləşdirmə öz növbəsində fasiləsiz və diskret xarakterli prosesləri tədqiq etmək nöqtəy-nəzərindən iki hissəyə bölünür. ÇİS-lər diskret xarakterli sistemlər kateqoriyasına aid edildiyindən, onların tədqiqi üçün əsasən aşağıdakı riyazi aparatlardan istifadə olunur; sonlu avtomatlar, paralel fəaliyyətli asinxron proseslər, semantik şəbəkələr, Freym və məntiqi modellər, produksiya modelləri, Petri şəbəkəsi və s.

Təcrübə göstərir ki, sadalanan modelləşdirmə aparatlarından ÇİS-lərin modelləşdirilməsində geniş istifadə edilənlər aşağıdakılardır: sonlu avtomatlar [8], paralel fəaliyyətli asinxron proseslər [9], produksiya modelləri [10] və Petri şəbəkələri [11]. [3]-də göstərilən modelləşdirmə aparatlarının müqayisəli analizi verilmiş, hər birinin üstün və çatışmayan xüsusiyyətləri və tətbiq sahələri göstərilmişdir. Məsələn, göstərilir ki, sonlu avtomatlar tərkibində azsaylı mexatron qurğular olan ÇİM-in tədqiqi üçün səmərəli hesab olunur. ÇİM-in tərkibi nisbətən mürəkkəb xarakter daşıdıqda sonlu avtomatlardan istifadə səmərəli hesab edilmir.

Paralel fəaliyyətli asinxron proseslər əsasən tsiklik rejimdə fəaliyyət göstərən mexatron qurğuların modelləşdirilməsi və tədqiqində səmərəli hesab edilir. Mexatron qurğuların nisbətən mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələrdə fəaliyyəti proseslərində göstərilən modelləşdirmə aparatı arzu olunan nəticələrə nail olmağa imkan vermir. Produksiya modellərinin əsas üstün cəhəti onların strukturunun sadəliyi, sadə şəkildə qavranılması və layihələndirilməsi və həm də işçi rejimlərdə təkmilləşdirilməsi imkanına malik olmasıdır. Bu modelləşdirmə aparatının əsas çatışmayan cəhəti produksiya alqoritmlərinin səhvlərinin tətbiq mərhələlərində aşkarlanmasıdır ki, bu da həmin mərhələnin müddətinin artırılması ilə müəyyən olunur.

[2]-də göstəriləndiyi kimi Petri şəbəkələri ÇİS-lərin modelləşdirilməsi və idarəedilməsində iki əsas formada istifadə edilir: ÇİS-in idarə edilməsində idarə alqoritm kimi; ÇİS-dən kənarında onun ayrı-ayrı modullarının Petri şəbəkəsi ilə modelləşdirilməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi üçün Petri şəbəkəsi göstərilən modelləşdirmə aparatları ilə müqayisədə daha universal alətdir və bu aşağıdakılarla izah olunur: çox da mürəkkəb olmayan ÇİS-in birbaşa Petri şəbəkəsinin terminləri ilə modelləşdirilməsi və idarəedilməsi, nəticələrin qrafiki üsullarla təsviri; layihələndirilən obyektin məqsədəuyğunluğunun Petri şəbəkəsinin əsas xüsusiyyətlərinin analizi

nəticəsində qiymətləndirilməsi. Petri şəbəkəsinin universallığı imkan verir ki, göstərilən modelləşdirmə aparatları ilə təsvir edilən modelləri Petri şəbəkəsinin əsas xüsusiyyətlərini analiz etməklə ÇİS kompleks şəkildə kompüter eksperimentləri ilə tədqiq olunsun [12].

Bu halda aşağıdakı məsələlər həll edilməlidir [13]: ÇİS-in modullarının təyinatından asılı olaraq, uyğun modelləşdirmə aparatları – sonlu avtomatlar, paralel fəaliyyətli asinxron proseslər, produksiya modelləri ilə təsvirinin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi alqoritmlərinin işlənməsi; ÇİS-in Petri şəbəkəsi şəklində formalaşdırılmış modelinin Petri şəbəkəsinin əsas xassələrini analiz etməklə, kompleks şəkildə kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi və ÇİS-in layihələndirilməsinin məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi.

[14]-də ÇİS-in kompleks şəkildə modelləşdirilməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqini həyata keçirən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin (ALA) arxitekturası təklif edilir. Arxitektura ÇİS-in struktur modelinin və dinamik davranış alqoritminin avtomatlaşdırılmış modelləşdirmə üsulları ilə tədqiqi nəzərdə tutulur. Göstərilir ki, ÇİS-in struktur modelinin yaradılması, kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi imitasiya modelləşdirilməsi üsullarından istifadə edilməklə, imitasiyanın nəticələrinin təsviri isə animasiya üsulları ilə həyata keçirilməlidir [4].

ÇİS-in dinamik davranış alqoritminin avtomatlaşdırılmış modelləşdirilməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi üç səviyyədə - biliklər bazalarının tədqiqat obyektinə səviyyəsində, müxtəlif təyinatlı modelləşdirmə aparatları ilə formalaşdırılan giriş informasiyası, ÇİS-in fəaliyyətinin Petri şəbəkəsi formasında ilkin riyazi modeli və proqram məhsulu səviyyəsində yaradılması nəzərdə tutulur.

ALA-nın əsas komponentlərindən biri kimi əlaqə interfeysini, yəni müxtəlif təyinatlı modelləşdirmə aparatları vasitəsi ilə təsvir olunan giriş informasiyasının Petri şəbəkəsi modelinə çevirən alqoritmləri göstərmək olar. Bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar nəticəsində sonlu avtomatlar şəklində modelin və produksiya qaydaları şəklində modelin Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritmləri işlənmişdir [15,16]. Digər modelləşdirmə aparatları ilə təsvir edilmiş giriş informasiyalarının da Petri şəbəkəsi modelinə çevrilmə alqoritminin işlənməsi ALA-nın funksional imkanlarını artırmağa imkan yaradır.

ALA-nın riyazi səviyyəsində Petri şəbəkəsinin əsas xassələri- məhdudluq (sistemin ayrı-ayrılıqda vəziyyətinin sonlu olması), təhlükəsizlik (vəziyyətin sayı vahiddən çox deyil), mümkünlülük (Petri şəbəkəsinin M_0 vəziyyətindən M^l vəziyyətinə gətirən keçidlər ardıcılığı mövcuddur), yaşarlılıq (şəbəkənin fəaliyyəti prosesində çıxılmaz vəziyyətin olmaması) və saxlanıqlıq (əlavə resursların yaranması və ləğv olunmasının mümkünsüzlüyü), analiz olunur, əgər tələb olunan xassələr ödənilərsə, onda davranış alqoritminin adekvatlığı məqbul hesab olunur və proqram səviyyəsində idarə alqoritminin proqramı formalaşdırılır [12].

Göstərilən modelləşdirmə üsulları və yanaşmalar determinə olunmuş mühitdə fəaliyyət göstərən diskret xarakterli paralel fəaliyyətli istehsal modullarının modelləşdirilməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi üçün səmərəli hesab olunur. Qeyri-müəyyənlik şəraitində və xarici mühitlə qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən paralel fəaliyyətli diskret xarakterli proseslərin modelləşdirilməsi və tədqiqi üçün geniş istifadə edilən modelləşdirmə aparatlarının modifikasiyalarından istifadə edilməsi perspektiv istiqamət hesab edilir. Xüsusən də universal modelləşdirmə aparatı hesab edilən Petri şəbəkəsinin genişlənmələrindən istifadə edilməsi vacib aktuallıq kəsb edir.

Analizin nəticələrini ümumiləşdirərək, aşağıdakıları göstərmək olar:

1. İstehsal sistemlərinin evolyusiyasının çevik istehsal sistemləri mərhələsi və ondan sonrakı mərhələlərdəki inkişaf perspektivləri göstərir ki, proseslərin “qeyri-müəyyənlik dərəcəsi” və “müxtəliflik” xarakteristikaları o səviyyədə mürəkkəbləşir ki, onların ənənəvi üsullarla layihələndirilməsi çətinləşir, hətta əksər hallarda mümkünsüz olur. Odur ki, yeni, səmərəli yanaşmaların işlənməsi aktuallıq kəsb edir.

2. Təcrübə göstərir ki, bu halda layihə edənlərin layihələndirmənin ilkin mərhələlərindəki ideyaları, son nəticədə, xüsusən də sınaq və tətbiq mərhələlərində özünü doğrultmur. Odur ki, layihə proseduralarının təkrarən yerinə yetirilməsi tələb olunmaqla əlavə resurslara ehtiyac yaranır və layihələndirmə mərhələlərinin müddəti süni şəkildə artırılır, layihə məhsulunun istismarda olma müddəti azalır, bəzi hallarda isə layihələndirilən obyekt fiziki və mənəvi cəhətdən sınaq mərhələsində “qocalmış” hesab edilir.

3. Geniş istifadə edilən modelləşdirmə aparatlarının hər birinin özünə məxsus üstün və çatışmayan cəhətləri və səmərəli tətbiq sahələri vardır. Onlardan səmərəli istifadə edilməsi layihələndirmə proseduralarının səmərəliliyinin yüksəltməsini təmin edir. Səmərəliliyin yüksəldilməsinin digər yolu kimi layihələndirmənin bütün mərhələlərində modelləşdirmə aparatlarından istifadə etmək və kompüter eksperimentləri ilə layihələndirilən obyektin yaradılmasının məqsəduyğunluğunun qiymətləndirilməsidir.

4. Diskret xarakterli mürəkkəb sistemlərin ilkin layihələndirmə mərhələsində modelləşdirilməklə kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi üçün konseptual model əsasında onun struktur sxemini ayrı-ayrı məntiqi başa çatdırılmış funksiyaları yerinə yetirən modullara bölmək, onları qarşılıqlı əlaqədə paralel fəaliyyət göstərən asinxron avtomatlar kimi struktur modellərini imitasiya modelləşdirmə üsulları ilə, dinamik davranış alqoritmini isə analitik modelləşdirmə üsullarından istifadə etməklə kompüter eksperimentləri ilə tədqiq etmək səmərəli yanaşma hesab edilir.

5. Petri şəbəkəsi modelinin universallığını nəzərə alaraq və onun özündə paralellik və asinxronluq prinsiplərini əks etdirildiyini əsas götürərək, paralel fəaliyyətli asinxron proseslərin kompleks şəkildə kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi və layihələndirilən obyektin ilkin layihələndirmə mərhələsində məqsəduyğunluğunun qiymətləndirilməsi aktual yanaşmadır.

6. Qeyri-müəyyənlik şəraitində xarici mühitlə qarşılıqlı əlaqəli fəaliyyət göstərən diskret xarakterli mürəkkəb sistemlərin modelləşdirilməsi və kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi üçün mövcud modelləşdirmə aparatlarının modifikasiyalarından, xüsusən də Petri şəbəkəsinin genişlənmələrindən istifadə edilməsi aktuallıq kəsb edir.

Məqalənin davamında mövcud modelləşdirmə aparatlarının, xüsusən də Petri şəbəkələrinin, modifikasiyalarının qeyri-müəyyənlik şəraitində qarşılıqlı əlaqədə paralel fəaliyyət göstərən asinxron avtomatların modelləşdirilməsinə və idarəedilməsinə tətbiqi məsələlərinə həsr olunması nəzərdə tutulur.

ƏDƏBİYYAT

1. Мараховский В.Б., Розенблюм Л.Я., Яковлев А.В. Моделирование параллельных процессов. Сети Петри. СПб.: Профессиональная литература, 2014, 400 с.
2. Математическая энциклопедия, т.3, М.: Советская энциклопедия, 1982, 574 с.
3. Əhmədov M.A., Məhəmmədli H.M. İnformasiya sistemlərinin avtomatlaşdırılmış modelləşdirilməsi və tədqiqi üsulları. Sumqayıt, 2015, 135 s.
4. Емельянов В.В., Ясиновский С. И. Имитационное моделирование систем. М.: МГТУ им. Н.Э Баумана, 2009, 584 с.
5. Буля А.П., Кононюк А.Е., Куценко Г.П. и др. Справочник по САПР / Под.ред. В.И.Скурихина. Киев: Техника, 1988, 375 с.
6. Ахмедов М.А., Ахмедова С.М. Разработка архитектуры инструмента автоматизированного проектирования имитационной модели гибкого производственного модуля // Системы управления и информационные технологии. Научно-технический журнал, №4, 1(62), 2015.
7. Зиновьев В.В. Компьютерная имитация и анимация / Кузбас гос. тех. университет. Кемерово, 2009
8. Каган Б.М. Электронные вычислительные машины и системы. 3-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1991, 592 с.

9. Автоматное управление асинхронными процессами в ЭВМ и дискретных системах./ Гл. ред. физ.-мат. лит., Под. ред. В.В. Варшавского. М.: Наука. 1986, 400с.
10. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М.: Наука, 1988, 280с.
11. Лескин А.А., Мальцев П.А., Спиридонов А.М. Сети Петри в моделировании и управлении. Л.: Наука, 1985, 133 с.
12. Ахмедов М.А., Мустафаев В.А. Автоматизация моделирования с применением сетей Петри. Баку: Элм, 2007, 144 с.
13. Ахмедов М.А., Ахмедова С.М., Ахмедова Х.М. Автоматизированное проектирование гибких производственных систем с применением сети Петри // «Научные известия» Сумгаитского государственного университета. Том 2, №1. Сумгаит, 2002, с.47-50
14. Кязимов Н.М., Магомедли Х.М. Архитектура инструмента автоматизированного проектирования гибких производственных систем // Информационные технологии моделирования и управления. №3 (62). Воронеж: Научная книга, 2010, с.371-378
15. Sadıqov Z.Ə., Məhəmmədli H.M. Produksiya modelləri ilə təsvir edilmiş giriş informasiyasının Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritmi. / Труды шестой Международной научно-технической конференции «Микроэлектронные преобразователи и приборы на их основе». Баку-Сумгаит, 2002, с.155-156
16. Мамедов Дж.Ф. Магомедли Х.М. Моделирование ГПМ в виде конечных автоматов и исследование анализом основных свойств сети Петри / Сборник трудов по итогам XVI Международной открытой конференции «Современные проблемы информатизации в моделировании и социальных технологиях». вып.16, Воронеж: Научная книга, 2011, с.260-264.

РЕЗЮМЕ

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОДУЛЕЙ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ахмедов М.А., Зейналабдыева И.С.

Ключевые слова: моделирование, гибкие производственные системы, параллельно-функционирующие асинхронные процессы.

В работе проанализированы современное состояние моделирующих аппаратов дискретных производственных систем, вообще, и параллельно-функционирующих производственных модулей, в частности показано, что для комплексного исследования параллельно-функционирующих дискретных процессов целесообразным моделирующим аппаратом являются сети Петри с различными расширениями.

SUMMARY

ANALYSIS OF MODERN STATE OF RESEARCHING PARALLEL FUNCTIONING PRODUCTION MODULES BY MODELING METHODS

Ahmedov M.A., Zeynalabdiyeva I.S.

Key words: modeling, flexible production systems, parallel-functioning asynchronous processes.

The paper analyzes the current state of modeling devices of discrete production systems, in general, and in particular, parallel-functioning production modules. It is shown that for a comprehensive study of parallel-functioning discrete processes, a suitable simulating apparatus is Petri nets with various extensions.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	08.04.2019
	Son variant	24.06.2019