

**OPERATİV PLANLAŞDIRMA ZAMANI ALTERNATİV
ŞƏBƏKƏ MODELLƏRİNİN TƏRTİBİ VƏ HESABLANMASI**

G.A.RƏHİMOVA, M.A.RƏHİMOV
Naxçıvan Dövlət Universiteti

Təqdim edilən məqalədə tikintinin optimal planlaşdırılması zamanı alternativ şəbəkə modellərinin qurulması və tətbiq edilməsinə cəhd edilmiş, onun əsasında müəyyən hesablama işləri aparılmışdır. Burada alternativ şəbəkə modelinə sonlu istiqamətləndirilmiş qraf kimi baxılaraq planlaşdırma zamanı həll olunan məsələlərin mahiyyətindən və sahələrin inkişaf planının mərhələsindən asılı olaraq bu və ya digər modeldən istifadə edilir. Variantların sayı çox olan hallarda optimal variantların seçilməsi yüksək göstəricilərə malik olan texnoloji variantların ardıcıl qurulma metodunu seçməklə həyata keçirilir.

Tikinti obyektlərində briqadaların rasionallıq hərəkət marşrutu direktiv tapşırıqların realizasiyasının gərginlik göstəricisinə görə müəyyən edilir. Bu metodika əsasında alınmış optimal marşrut növbəti mərhələdə hər bir obyektə icra olunacaq kompleks işləri əsaslı surətdə təyin etməyə imkan yaradır. Planlaşdırmanın bu mərhələsi görülməli işlərin məqsədyönlü texnoloji ardıcılığını təyin etməyə, müxtəlif növ işlərin intensiv icra olunmasını və eyni zamanda, zəruri olan zaman parametrlərini hesablamağa imkan verir. Bu məsələləri həll etmək üçün bir modeldə görülməli işlərin bütün mümkün olan təşkilatı və texnoloji variantları əks olunmalıdır. Görülməli işlərin qarşılıqlı rəhbərliyinin təşkilatı və texnoloji variantını alternativ təşkilatı-texnoloji modeldə də əks etdirmək mümkündür. Bu model idarəedici qərarlar qəbul edərkən təkamül modelləşdirmə prinsiplərini tətbiq etməyə və planlaşdırmanın ixtiyari mərhələsində adi qrafiklərə sadə keçid prosesini təmin etməyə imkan verir. Alternativ şəbəkə modelinə sonlu istiqamətləndirilmiş qraf – yəni, X təpələr və U vətərlər çoxluğundan ibarət $G(X,U)$ orqrafı kimi baxmaq olar. Qrafın təpə nöqtələrinə hadisə və ya iş, bu təpə nöqtələrini birləşdirən vətərlərə isə iş və ya işlər arasında rəhbərlik kimi baxmaq mümkündür [1].

$G(X,U)$ orqrafı aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

- 1) $G(X,U)$ orqrafında konturlar və halqalar yoxdur;
- 2) X təpələr çoxluğu təkrarlanır və buna aşağıdakılar daxildir:
 - a) giriş və çıxış vətərlərini birləşdirən təpələr («VƏ» məntiqi əmə-

liyyatını realizə edən); b) seçimdən asılı olmayaraq digər təpə nöqtələrində olan vətərlər çoxluğundan bir giriş və bir çıxış vətərinin seçimini realizə edən təpələr (asılı olmayan məntiqi «VƏ YA» elementini realizə edən); v) digər təpə nöqtələrində seçimləri nəzərə almaqla vətərlər çoxluğundan bir giriş və bir çıxış vətərinin seçimini realizə edən təpələr (asılı məntiqi «VƏ YA» əməliyyatını realizə edən);

3) Əgər təpə nöqtələrini işlərlə eyniləşdiriksə, onda U vətərlər çoxluğu həmcinsdir və əgər təpə nöqtələri hadisələrlə eyniləşdirilsə, bu zaman bu çoxluq qeyri-həmcinsdir. 1-ci halda vətərlər yalnız rabitəni, 2-ci halda isə işləri və rabitəni əks etdirir.

Alternativ şəbəkə modelində işlərin təşkilati və texnoloji variantlarının sayı asılı olmayan «VƏ YA» elementini realizə edən cüt qonşu təpə nöqtələrinin sayından (β tipli təpələr) və bu təpə nöqtələrini birləşdirən vətərlərin sayından asılıdır:

$$B = \prod_{i=1}^{\beta} r_i, \quad (1)$$

burada B icra olunan işlərin mümkün texnoloji variantlarının sayı, S β tipli qonşu cüt təpə nöqtələrinin sayı, r_i i-ci bir cüt təpə nöqtələri arasındakı (β tipli) iş zəncirlərinin texnoloji alternativlərinin sayıdır. Belə ki, β tipli 10 cüt təpə nöqtələri və hər bir cüt təpə nöqtələri arasında iş zəncirlərinin üç variantı olan hal üçün kompleks işlərin icra variantlarının sayı (1) düsturuna görə, $B=3^{10} = 59049$ olar. Mümkün variantların sayı həddindən artıq çox olduğuna görə optimal variantın seçilməsi yüksək göstəricilərə malik olan texnoloji variantların ardıcıl qurulma metodunu seçməklə həyata keçirilir.

$$t_i = k_i \frac{\partial S_i^{nor}}{N_i}, \quad (2)$$

burada t_i -baxılan obyektə i-ci işin hesablanmış icra müddəti, K_i -i-ci iş icra olunan zaman əmək məhsuldarlığına təsir edən təşkilati-texniki və istehsalat amillərini nəzərə alan əmsal, N_i i-ci işi yerinə yetirən icraçıların sayıdır. K_i əmsalını əmək məhsuldarlığına təsir edən amillər haqqında statistik verilənlərin emalından alınan aşağıdakı təqribi düstur vasitəsilə hesablamaq olar :

$$K_i = K_{TTi} \frac{N_i^2}{(1 + \partial S_i^{nor})} + K_{nov}^{n_i-1} (K_{TOeffi} \partial S_i^{nor} - N_i) * (N_i - N_i^{nor}) \frac{K_{ISi}}{(1 + \partial S_i^{nor})^2}, \quad (3)$$

burada K_{TTi} - tikinti təşkilatında təşkilati-texniki itkilərin səviyyəsini xarakterizə edən əmsal (Tikinti-Quraşdırma işlərinin

(TQİ) həcmi 0,5-dən 5 milyon dollaradək olan işlər üçün $K_{T\bar{T}}=0,4\div 0,3$ götürülür); K_{nov} -2 və ya 3 növbəli iş rejimində faktiki əmək sərfinin artmasını nəzərə alan əmsal $K_{nov}=1,5\div 1,17$; N_i i-ci işi icra edən iş növbələrinin sayı; K_{TOeff_i} -i-ci iş sahəsinin icraçılarla tam təmin olunmasının effektivlik əmsalındır və aşağıdakı kimi hesablanır:

$$K_{TOeff_i} = 1 / \sqrt{0,09 \partial S_i^{nor} + 0,91} . \quad (4)$$

K_{IS_i} -əmək məhsuldarlığının iş sahəsinin fəza-məkan quruluşundan asılılığını ifadə edən əmsaldır (İş sahəsinin uzunluq, en və hündürlüyünün 1,2*2-dən 2*2,5*10 metrədək və daha çox dəyişdiyi zaman). $K_{IS_i} = 0,4 \div 1,0$ diapazonunda seçilir; N_i^{nor} -1 növbə ərzində i-ci işi icra etmək üçün manqanın normativ təşkilidir.

(3) düsturu ilə i-ci işi icra etmək üçün lazım olan icraçıların (brigadaların) sayca tərkibini aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$N_i = \frac{K_{IS_i} (K_{TOeff_i} \partial S_i^{nor} + N_i^{nor})}{2(K_{T\bar{T}} + K_{IS_i})} . \quad (5)$$

N_i və K_i -nin hesablanmış qiymətləri alternativ şəbəkə modelində görülməli işlərin ((2) düsturu) icra müddətini müəyyən etməyə imkan verir. Alternativ şəbəkə modelində icra müddəti ən kiçik olan texnoloji variantı seçmək üçün öncə bütün böhran yolları nəzərdən keçirilir. Bu məqsədlə β tipli hər bir cüt qonşu təpə nöqtələri arasında ixtiyari seçim vasitəsilə minimum icra müddəti olan bir işlər zənciri variantlı ilkin texnoloji variant tərtib olunur. Əgər $G(X,U)$ alternativ şəbəkə modelində «VƏ YA» asılı məntiqi elementi realizə edən təpə nöqtələri (γ tipli təpə nöqtələri) yoxdursa, onda bu

zaman alınmış adi şəbəkə modeli $\hat{G}(\hat{X}, \hat{U})$ bütün işlər kompleksində icra müddətləri ən kiçik olan axtardığımız texnoloji variantı əks etdirəcək. β tipli təpələr arasındakı iş zəncirlərində γ tipli təpə nöqtələri varsa, bu zaman ilkin texnoloji variantı əks etdirən

$\hat{G}(\hat{X}, \hat{U})$ şəbəkə modeli hesablanır və böhran yolu müəyyən edilir. Bu böhran yolunun vaxtını qısaltmaq üçün böhran yolu üzərində yerləşən ixtiyari β vətəri alternativ β vətəri ilə əvəz olunur. Lakin γ vətərlər β vətərlərin təpə nöqtələri, şəbəkə modelinin digər təpə nöqtələri ilə rabitə yaratdığından, icra müddəti minimum olan β vətərlərin seçilməsi böhran yolunun qısalmasına zəmanət ver-

mir. Buna görə də β vətərlər əvəz olunduqdan sonra $\hat{G}(\hat{X}, \hat{U})$ şəbəkə modelini yenidən hesablamaq lazım gəlir. β vətərlərini əvəz etməklə şəbəkə modelini yenidən hesablamaq kompleks işlərin minimum icra müddətini təmin edən variant axtarmağın mümkün olduğunu göstərir. Bu zaman baxılan yol böhran yol və ya qeyri-böhran yol olaraq qala bilər. Əgər yol böhran olaraq qalırsa, bu zaman böhran yolunu qısaltmaq üçün növbəti variantlara baxılır. Yolun qeyri-böhran yola keçidi zamanı yeni böhran yollarına baxılır. Texnologiyanın axtardığımız optimal variantını qurmaq üçün, yuxarıda söylədiyimiz proseduralar o vaxta qədər davam etdirilir ki, β vətərlərin əvəz edilməsi prosesində bütün variantlar seçilsin və axırncı böhran yolunun qısaltılması prosesi sona yetmiş olsun. Əgər axırncı axtarış mərhələsində böhran yolunda γ təpələrini

birləşdirən vətərlər yoxdursa, onda tapılmış $\hat{G}(\hat{X}, \hat{U})$ qrafı optimal qrafdır. Əgər axırncı mərhələdə alınmış böhran yolunda γ vətərləri yoxdursa, onda β vətərlərinin digər alternativ β vətərləri ilə əvəzetmə prosedurasının yeni variantlarına baxmaq lazımdır. Böhran yolu ən kiçik olan variantların olmadığı halda hesablama prosesi qurtarır [2]. İcra müddəti minimum olan baxdığımız texnoloji variantların qurulma metodu aşağıdakı əsas mərhələlərdən ibarətdir:

1. $G(X, U)$ alternativ qrafında (alternativ variantları ixtiyari

qaydada çıxarmaqla) $\hat{G}(\hat{X}, \hat{U})$ orqrafı tərtib olunur. Bu qraf baxılan obyektlərin qurulmasında görülməçə kompleks işlərin iş planının ilkin variantı hesab olunur.

2. Hadisələrin baş verməsinin və işlərin icra olunmasının erkən və gec sona yetmə müddətləri hesablanır və böhran yolları müəyyən edilir.

3. $\hat{G}(\hat{X}, \hat{U})$ qrafının böhran yolunun ixtiyari β vətəri əvvəlcə baxılmamış $G(X, U)$ qrafının β vətəri ilə əvəz edilir. Yeni tərtib

olunmuş qraf $\hat{G}'(\hat{X}', \hat{U}')$ ilə işarə olunur. Əgər böhran yolunun bütün β vətərləri üçün alternativ variantların hamısına baxılıbsa,

onda 6-cı mərhələyə keçilir. Bu zaman seçilmiş β vətər $\hat{G}'(\hat{X}', \hat{U}')$ şəbəkə modelinə daxil edilir.

4. Hadisələrin baş verməsi və işlərin icra olunmasının erkən və ən gec sona yetmə müddətləri hesablanır və $\hat{G}'(\hat{X}', \hat{U}')$ qrafının böhran yolu müəyyən edilir.

5. Əgər $\hat{G}'(\hat{X}', \hat{U}')$ qrafının böhran yolunun müddəti $\hat{G}(\hat{X}, \hat{U})$ qrafının böhran yolundan kiçik və ya bərabərdirsə, onda növbəti baxış (təhlil) üçün $\hat{G}'(\hat{X}', \hat{U}')$ qrafı qəbul edilir və 3-cü mərhələyə

keçid baş verir. Əks halda $\hat{G}(\hat{X}, \hat{U})$ qrafına qayıdır və bu qraf üçün 3-cü mərhələyə keçirik.

6. Əgər baxdığımız böhran yolunda \mathcal{Y} vətərlər yoxdursa, onda 9-cu mərhələyə, əgər böhran yolunda \mathcal{Y} vətər varsa və bu böhran yolu ilk dəfə alınbsa, onda, 8-ci mərhələyə keçid baş verir.

Əgər \mathcal{Y} vətərləri olan böhran yolları təkrarən alınarsa, onda 7-ci mərhələyə keçid baş verir.

7. Əgər \mathcal{Y} vətərləri olan yenidən alınmış böhran yolunun uzunluğu əvvəlcə qeydə alınmış böhran yolundan kiçikdirsə, onda 8-ci mərhələyə keçid baş verir. Əks halda, \mathcal{Y} vətərləri çıxmaq şərtilə β vətərlərin yeni əvəz etmə variantları seçilir. Tərtib olunmuş yeni qraf $\hat{G}'(\hat{X}', \hat{U}')$ ilə işarə olunur və üçüncü mərhələyə keçid baş verir. Əgər β vətərlərini əvəz etmə variantları yoxdursa, onda 9-cu mərhələyə keçid baş verir.

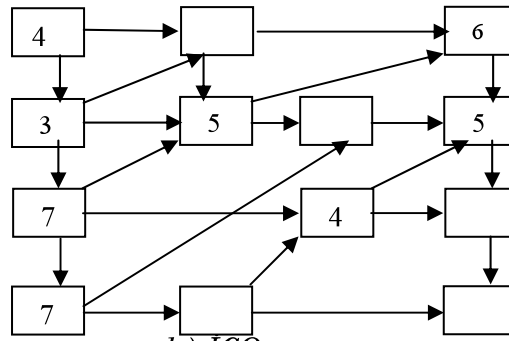
8. Yeni alınmış qraf $\hat{G}'(\hat{X}', \hat{U}')$ ilə işarə olunur və bu qraf üçün \mathcal{Y} vətərləri çıxmaqla β vətərləri əvəz etmə variantları seçilir. Sonra 3-cü mərhələyə keçid baş verir.

9. Alınmış $\hat{G}(\hat{X}, \hat{U})$ qrafı bütün kompleks işləri görmək üçün minimum vaxt tələb edir və bu model həyata keçirilmək üçün qəbul olunur. Bununla hesablama prosesi sona yetir.

Baxdığımız alqoritm *–istiqamətləndirilmiş seçmə alqoritm adlanır*. Bu alqoritm tətbiq olunan zaman, adətən 5–10 % mümkün variantlar seçilir. Qeyd etmək lazımdır ki, ən kiçik icra müddəti olan variantın seçilməsi bu variantın məsrəflərə görə optimal olmasına zəmanət vermir. Minimum məsrəfləri nəzərə alan texnoloji variant yalnız iqtisadi-riyazi model və üsulların köməyi ilə əldə edilə bilər. Obyekt və qurğuların tikintisində təşkilati və texnoloji qərarların qəbul edilməsi işlərin müəyyən ardıcılıqla icra olunması, tikinti işlərinin intensivliyindən və işin təşkili metodundan asılıdır. Bütün bu məsələlər matrisin və şəbəkə modelinin xüsusiyyətlərini özündə birləşdirən təşkilati-texnoloji modeldə də asanlıqla həll olunur. Buna görə də *bu modeli matris–şəbəkə modeli* adlandırmaq olar (şəkil 1). Bu modeldə işlər – düzbucaqlılar, resurs ra-

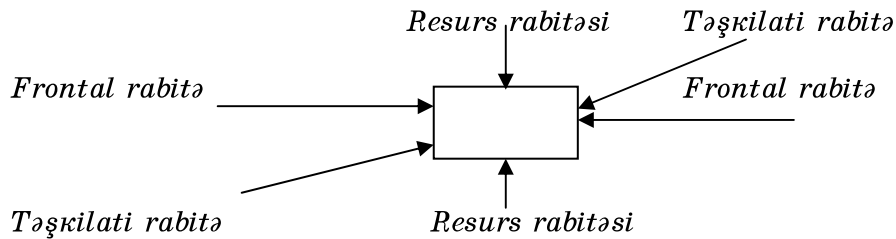
bitələri şaquli oxlarla, frontal rabitələr üfüqi oxlarla, təşkilati rabitələr diaqonal oxlarla əks olunur. Şəbəkə–matris modelinin bu cür quruluşu İCO (iş «cəbhələri»-ordinat) sistemə aid edilir. Əgər resurs rabitələri üfüqi oxlarla və frontal rabitələr şaquli oxlarla əks olunursa, bu şəbəkə–matris modeli İNO (iş növləri-ordinat) sistemə aid edilir. *Resurs rabitələri* xüsusi iş sahələri (iş «cəbhələri») üzrə resursların (əmək resursları, maddi texniki resurslar və s.) hərəkətini (dinamikasını), frontal rabitə isə xüsusi iş «cəbhələrində» (sahələrində) aparılan işlərin ardıcılığını əks etdirir. Bu rabitəni texnoloji rabitə ilə eyniləşdirmək olar. *Təşkilati rabitələr* müxtəlif rabitələri əks etdirirlər. Belə ki, rəng rabitələri ayrı-ayrı iş qruplarını ayırmağa və işlərin eyni vaxtda (paralel) icra olunmasını təşkil etməyə imkan verir [3].

İCO	Xüsusi axınlar				
		A	B	C	D
Xüsusi iş «cəbhələri»	I	4	2	0	6
	II	3	5	8	5
	III	7	0	4	3
	IV	7	3	0	7



a)

b) ICO



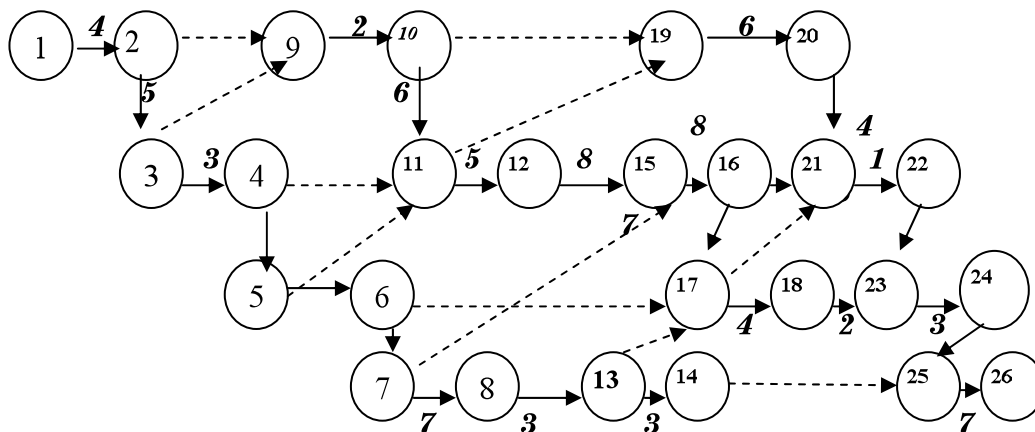
c) İCO

a) -kompleks işlərin matris modeli, b) - kompleks işlərin matris – şəbəkə modeli, c) -şəbəkə matris modelində rabitələrin sxemi .

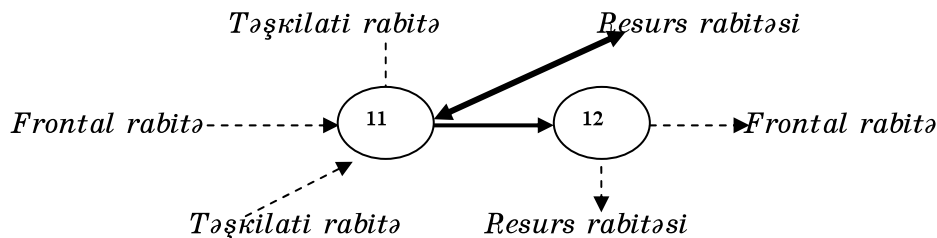
Şəkil 1. Təşkilati –texnoloji modellər.

Modelin hər bir düzbucaqlısını dairələrlə (hadisələr) (başlanğıc və sonunda) əvəz etdikdə bu model hadisələrə görə şəbəkə–matris modelinə çevrilir. Bu modeldə tam xətlərlə işarə edilmiş oxlar işlərlə, qırıq xətlə oxlar rabitələrlə, dairələr isə işlərin başlanğıc və sonunda hadisələrlə eyniləşdirilə bilər (şəx.2). Rabitələrin növü bu modeldə onların istiqamətilə (üfüqi, şaquli, diaqonal) müəyyən

edilir. Hadisələrə görə, şəbəkə-matris modeli İCO və İNO sistemlərində qurula bilər. İxtiyari işlər kompleksı rabitələrin növü və rabitələrin zaman parametrlərinə görə müxtəlif təşkilati metodlarla icra oluna bilər. Əgər hər hansı qəbul edilmiş metoda görə qarşılıqlı rabitələrin müddəti müəyyən edilməyibsə, onda bu işlərin başlanğıc və son icra müddətləri adi şəbəkə modelində olduğu kimi hesablanır. Əgər rabitə növlərindən birinin müddəti nəzərə alınarsa və bu rabitə işin təşkili üsulunu müəyyən edirsə (məs., sıfıra bərabər olan resurs rabitələri), onda şəbəkə-matris modeli xüsusi alqoritm üzrə hesablanır .



a) İCO



b) İCO

a)- modelin nümunəsi; b) - hadisələr üzrə modeldə rabitələrin yerləşmə sxemi.

Şəkil 2. Hadisələr üzrə şəbəkə- matris modeli.

ƏDƏBİYYAT

1. Статистическое моделирование экономических процессов // Сборник научных трудов, Новосибирск, Наука, Сибирское отделение , 1996.
2. Хибухин В.П. Программно-целевое планирование строительства объектов МО. М.: Учеб.пос. 1988.

3. Хибухин В.П., Величкин В.З., Втрюрин В.Е. Математические методы планирования и управления строительством. Лен. отдел «Стройиздат», 1984.

ФОРМИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ПЛАНИРОВАНИИ

Г.А.РАГИМОВА, М.А.РАГИМОВ

РЕЗЮМЕ

Отображение возможных вариантов технологической и организационной взаимоувязки работ возможно на альтернативной организационно-технологической модели. Она позволяет применять принципы эволюционного моделирования при выработке управляющих решений и обеспечивает простой переход к обычным графикам (моделям) на любом этапе планирования. Разработка изложенных в статье алгоритмов и сетевых моделей на основе обобщения данных современной науки и практики - задача важная и актуальная.

FORMATION AND CALCULATION OF ALTERNATIVE NETWORK MODELS AT OPERATIONAL PLANNING

G.A.RAHIMOVA, M.A.RAHIMOV

SUMMARY

Display of possible variants of technological and organizational mutual connects works probably on alternative organizational - technological model. She allows to apply principles of evolutionary modelling at development of managing decisions and provides simple transition to usual schedules (models) at any stage of planning. Development of the algorithms stated in the clause and network models on the basis of generalization of the data of a modern science and practice is an important and actual, problem.