

PROGNOZA ÎN ORGANIZAREA SERVICIILOR 112: PERSPECTIVA METODOLOGICĂ

Svetlana BODRUG,

Universitatea de Stat din Moldova

Analiza lucrului serviciului 112 folosind bazele de date, în dependență de orele de lucru, de intensitate, de profilurile de boli, remunerarea personalului și alte momente reale specifice serviciului. Poate făcută prognoza necesarul societății și ca rezultat de diminuat cheltuielile și de satisfăcut cererile populației în serviciu salvării de afecțiuni dese ori fatale. În acest scop sunt necesare diverse simulări, imitații, efectuate calcule (prin metoda Simplex) pentru identificarea numărului optim de „fragmentare” a zilei. Prognozele, de asemenea, pot fi utile și în procesele de angajare a personalului în serviciu 112. Important este de formulat și rezolvat probleme concrete, pornind de la situații reale care se reflectă în modelul sistemului informațional.

Cuvinte cheie: subintervalele, trendurile solicitărilor, numărul echipelor 112, dependența corelativă, ecuația de regresie, orarul schimburilor, matricea iterațiilor, funcția obiectiv.

FORECAST IN THE ORGANIZATION OF SERVICES 112: METHODOLOGICAL PERSPECTIVE

Analysis of the work of service 112 using databases, depending on the working hours, intensity, disease profiles, staff remuneration and other real moments specific to the service. The forecast needed by the company can be made and as a result, the expenses have been reduced and the demands of the population in service of saving often or fatal diseases have been satisfied. For this purpose, various simulations, imitations, calculations (by the Simplex method) are needed to identify the optimal number of „fragmentation” of the day. Forecasts can also be helpful in hiring staff 112. It is important to formulate and solve concrete problems, starting from real situations that are reflected in the model of the information system.

Keywords: subintervals, demand trends, number of teams 112, correlative dependence, regression equation, shift schedule, iteration matrix, objective function.

Prestarea serviciilor 112 generează anumite costuri în dependență de numărul solicitărilor. Acestea (solicitările) sunt variabile aliatoare exogene și necesită a fi prognozate în baza statisticilor respective. Dinamica solicitărilor variază în timp și în spațiu; în zile de muncă, în zile de odihnă; de prezența sau lipsa unor manifestații sociale, politice, etc.. În analiza organizării serviciilor 112, ce urmează a fi efectuată, problema se pune: de identificat numărul minim de echipe pentru prestarea serviciilor 112 în profilul orelor unei zile (ziua=24 ore).

Intervalul de 24 de ore poate fi divizat (fragmentat) în i subintervale, $i = 1, 2, \dots, 24$

Admitem $i=6$, subintervalele:

- (1) $24^{00} - 4^{00}$;
- (2) $4^{00} - 8^{00}$;
- (3) $8^{00} - 12^{00}$;
- (4) $12^{00} - 16^{00}$;
- (5) $16^{00} - 20^{00}$;
- (6) $20^{00} - 24^{00}$;

În profilul acestor subintervale necesită a activa ECHIPE 112, intervalul de muncă a fiecărei echipe constituie 8 ore. Problema se pune:

de determinat numărul echipelor 112, în profilul subintervalelor $i=6$, care trebuie să fie nu mai mic decât numărul solicitărilor potențiale în subintervalele respectiv cu condiția că numărul total de ECHIPE 112 să fie minim. Acesta este criteriul, funcția-scop.

Fig. 1. Numărul solicitărilor serviciilor 112.

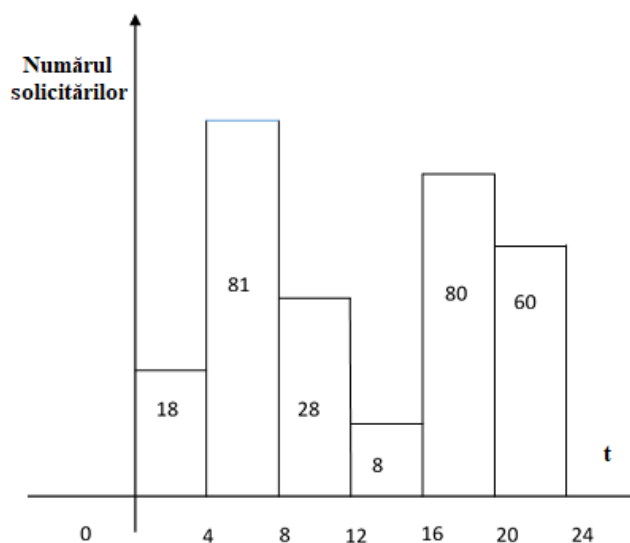
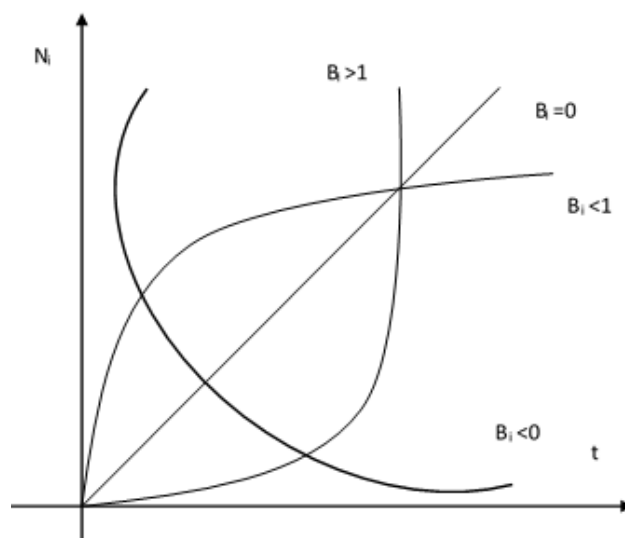


Fig. 2. Trendurile solicitărilor 112.



Referitor la prognoza [1] numărului solicitărilor: formele de prognozare pot fi cele mai diverse: poate fi luată în calcul media solicitărilor 112, de exemplu (fig. 1).

Acestea (numărul solicitărilor) pot fi prognozate în baza statisticilor respective. Altfel spus, de identificat dependența corelativă, ecuația de regresie [4] de forma:

$$N_i = A_i t^{B_i}, \quad i = 1, 2, \dots, 6 \quad (1)$$

Unde A_i, B_i – parametri care pot fi determinați pentru funcția

$$\ln N_i = \ln A_i + B_i \cdot \ln t, \quad i = 1, 2, \dots, 6, \quad (2)$$

soluționând sistemul de ecuații normale respective.

O astfel de abordare permite identificarea trendurilor solicitărilor, în dependență de valorile parametrilor $A_i, B_i, i = 1, 2, \dots, 6$ (fig. 2)

Un interes deosebit în această formă de prognozare a solicitărilor 112 potențiale îl constituie coeficientul de corelație și dispersiile respective. Acestea (dispersiile) pot fi utilizate la identificarea numărului solicitărilor cu probabilitățile:

$$P = 0,68; P = 0,95; P = 0,99$$

respective pentru dispersiile $\pm S_{yr}; \pm 2S_{yr}; \pm 2,58S_{yr}$

Timpul fragmentat în subintervalele: $24^{00} - 4^{00}; 4^{00} - 8^{00}; 8^{00} - 12^{00}; 12^{00} - 16^{00}; 16^{00} - 20^{00}; 20^{00} - 24^{00}$ îi corespund schimburile de salvatori: (1;6); (1;2); (2;3); (3;4); (4;5); (5;6) (tabelul 1).

Tabelul 1. Orarul schimburilor.

Timpul	$24^{00} - 4^{00}$	$4^{00} - 8^{00}$	$8^{00} - 12^{00}$	$12^{00} - 16^{00}$	$16^{00} - 20^{00}$	$20^{00} - 24^{00}$
Schimbul	1;6.	1;2.	2;3.	3;4.	4;5.	5;6.

N_i - numărul maximum de servicii prestate în segment al (intervalul) de timp

$i, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

Medicii, personalul medical, paramedical care fac gărzii de noapte, de regulă, sunt remunerați suplimentar în comparație cu aceeași activitate de zi. Plata pentru o tură de noapte în Republica Moldova poate constitui 40-50 euro. Numărul turelor de noapte, de exemplu, în serviciile medicale de urgență 112 nu trebuie stabilite arbitrar. Sunt necesare statisticile solicitărilor în baza cărora pot fi elaborate, cu o anumită probabilitate, prognozele de solicitări medicale în profilul orelor în cele 24 de ore ale unei zile, în profilul zilelor de odihnă, de sărbători naționale, religioase.

Stabilirea arbitrară a turelor de noapte poate genera situații:

- (1) - Solicitățile medicale de urgență 112 depășesc potențialul prognozat;
- (2) - Solicitățile 112 sunt sub nivelul „așteptărilor”.

În primul caz - unii își pot pierde sănătatea,
 în cazul 2 - finanțele bugetare sunt folosite irațional.

Notăm prin $x_i, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ capacitatea de prestare a serviciilor 112 de către echipa $i, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$. Dacă, de exemplu, numărul solicitărilor serviciilor 112, în profilul celor 6 subintervale din fig. 1 constituie respective 18; 81; 28; 8; 80; 60 atunci restricțiile pot fi scrise

$$\begin{cases} x_1 + x_6 \geq 18 \\ x_2 + x_3 \geq 81 \\ x_3 + x_4 \geq 28 \\ x_4 + x_5 \geq 8 \\ x_5 + x_6 \geq 80 \\ x_2 + x_1 \geq 60 \end{cases} \quad (1)$$

Inegalitățile (1) pot fi transformate în ecuații dacă introducem variabilele auxiliare $x_i, i = 7, 8, 9, 10, 11, 12$ care pot fi expuse și sub formă de un table (tabelul 2).

Tabelul 2. Sistemul de ecuații generat de restricțiile problemei.

X1					X6	-X7						18
	X2	X3					-X8					81
		X3	X4					-X9				28
			X4	X5					-X10			8
				X5	X6					-X11		80
X1	X2										-X12	60

În limbajul formalizat problema poate fi scrisă:
 De determinat valoarea minima a funcției $F(x) = \sum_i^6 x_i$

În condițiile din Tabela 3:

Tabelul 3. Condiții, $x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

x1				+x6	-x7							=N1
x1	+ x2					-x8						=N2
	x2	+ x3					-x9					=N3
		x3	+ x4					-x10				=N4
			x4	+x5					-x11			=N5
x1	+ x2										-x12	=N6

Pornind de la ipoteza că costurile prestării serviciilor constituie $c_i = 1, i = 1, 2, \dots, 6$, utilizând numărul solicitărilor serviciilor 18; 81; 28; 8; 80; 60

Prin metoda Simplex (manual) [3] sunt obținute iterațiile 1-4 [1].

Găsirea planului optim pentru problema programării liniare prin metoda simplex:

$$\begin{aligned} & 1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 \rightarrow \min \\ & 1 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 \geq 18 \\ & 0 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 \geq 81 \\ & 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 \geq 28 \\ & 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 \geq 8 \\ & 1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 \geq 60 \\ & x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0 \end{aligned}$$

Transformăm inegalitățile în egalități adăugând variabile non-negative:

$$\begin{aligned}
 1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} &\rightarrow \min \\
 1 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 - 1 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} &= 18 \\
 0 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 - 1 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} &= 81 \\
 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 - 1 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} &= 28 \\
 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 - 1 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} &= 8 \\
 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} - 1 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} &= 80 \\
 1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} - 1 \cdot x_{12} &= 60 \\
 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12} &\geq 0
 \end{aligned}$$

Deoarece numărul de vectori de bază ar trebui să fie 6, adăugăm variabile artificiale și adăugăm aceste variabile înmulțite cu M funcției obiective, unde M este un număr foarte mare:

$$\begin{aligned}
 1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} + M \cdot x_{13} + M \cdot x_{14} + M \cdot x_{15} + M \cdot x_{16} + M \cdot x_{17} &\rightarrow \min \\
 1 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 - 1 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} + 1 \cdot x_{13} + 0 \cdot x_{14} + 0 \cdot x_{15} + 0 \cdot x_{16} + 0 \cdot x_{17} &= 18 \\
 0 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 - 1 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} + 0 \cdot x_{13} + 0 \cdot x_{14} + 0 \cdot x_{15} + 0 \cdot x_{16} + 0 \cdot x_{17} &= 81 \\
 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 1 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 - 1 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} + 0 \cdot x_{13} + 1 \cdot x_{14} + 0 \cdot x_{15} + 0 \cdot x_{16} + 0 \cdot x_{17} &= 28 \\
 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 1 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 - 1 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} + 0 \cdot x_{13} + 0 \cdot x_{14} + 1 \cdot x_{15} + 0 \cdot x_{16} + 0 \cdot x_{17} &= 8 \\
 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 1 \cdot x_5 + 1 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} - 1 \cdot x_{11} + 0 \cdot x_{12} + 0 \cdot x_{13} + 0 \cdot x_{14} + 0 \cdot x_{15} + 1 \cdot x_{16} + 0 \cdot x_{17} &= 80 \\
 1 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0 \cdot x_{10} + 0 \cdot x_{11} - 1 \cdot x_{12} + 0 \cdot x_{13} + 0 \cdot x_{14} + 0 \cdot x_{15} + 0 \cdot x_{16} + 1 \cdot x_{17} &= 60 \\
 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17} &\geq 0
 \end{aligned}$$

Matricea coeficientului $A = \|a_{ij}\|$ a sistemului de ecuații are forma:

1	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0

Partea dreaptă a constrângerilor sistemului de ecuații are forma:

18
81
28
8
80
60

Construim un tabel simplex. Partea dreaptă a constrângerilor este scrisă în coloana x0. La dreapta este scrisă matricea coeficientului A. Ultimele două linii sunt funcția obiectivă, împărțită în două părți. Ultima linie este o linie cu variabile artificiale.

Tabelul simplex va avea următoarea formă (Tabelul 4):

Tabelul 4. Tabel simplex pasul următor.

Baza	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X13	18	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X14	81	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X15	28	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X16	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0
X17	80	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0
X18	60	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1
	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

Vectorii de bază sunt x13, x14, x15, x16, x17, x18, prin urmare, toate elementele din coloanele x13, x14, x15, x16, x17, x18, sub linia orizontală ar trebui să fie zero.

Resetăm la zero toate elementele din coloana x13, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați linia 8 cu linia 1 înmulțită cu -1. Resetăm la zero toate elementele din coloana x14, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați linia 8 la linia 2 înmulțită cu -1. Resetăm la zero toate elementele din coloana x15, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați linia 8 la linia 3 înmulțită cu -1. Resetăm la zero toate elementele din coloana x16, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați linia 8 la linia 4 înmulțită cu -1. Resetăm la zero toate elementele din coloana x17, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați linia 8 la linia 5 înmulțită cu -1. Resetăm la zero toate elementele din coloana x18, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați linia 8 la linia 6 înmulțită cu -1.

Tabelul simplex va avea următoarea formă (Tabelul 4):

Tabelul 4 Tabel simplex următorul pas.

Baza	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X13	18	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X14	81	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X15	28	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X16	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0
X17	80	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0
X18	60	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1
	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-275	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Pasul 1

Redactăm actualul plan de referință: $X = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 18 \ 81 \ 28 \ 8 \ 60]$

$$F = 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + M \cdot 18 + M \cdot 81 + M \cdot 28 + M \cdot 8 + M \cdot 80 + M \cdot 60 = 0 + M \cdot 18 + M \cdot 81 + M \cdot 28 + M \cdot 8 + M \cdot 60$$

Acest plan nu este optim, deoarece există elemente negative la intersecția rândului 8 și coloanelor x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8, x9, x10, x11, x12. Cel mai mare element negativ valoare absolută (-2), prin urmare, vectorul x1 intră în bază. Determinăm ce vector părăsește baza. Pentru a face acest lucru, calculăm $\min(a_i, 0 / a_i, 1)$, pentru $a_i, 1 > 0, i = 1, \dots, 6$. $\min(18: 1, 60: 1) = 18$ corespunde liniei 1. Vectorul x13 părăsește baza. Să facem o excepție gaussiană pentru coloana x1, având în vedere că elementul principal corespunde rândului 1. Resetăm la zero toate elementele acestei coloane, cu excepția elementului

principal. Pentru a face acest lucru, adăugați liniile 6, 7, 8 cu linia 1 înmulțită cu -1, -1, 2 corespunzător. Tabelul simplex va avea următoarea formă (Tabela 5):

Tabela 5. Tabelul simplex pasul 1.

Baza	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X1	18	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X14	81	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X15	28	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X16	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0
X17	80	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0
X18	42	0	1	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1
	-18	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
	-239	0	-2	-2	-2	-2	0	-1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0

Pasul 2

Redactăm actualul plan de referință:

$$X = [18 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 81 \ 28 \ 8 \ 80 \ 42]$$

Valoarea funcției obiective în acest moment:

$$F = 1 \cdot 18 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + M \cdot 0 + M \cdot 81 + M \cdot 28 + M \cdot 8 + M \cdot 80 + M \cdot 42 = 18 + M \cdot 81 + M \cdot 28 + M \cdot 8 + M \cdot 80 + M \cdot 42$$

Acest plan nu este optim, deoarece există elemente negative la intersecția rândului 8 și coloanelor x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8, x9, x10, x11, x12. Cel mai mare element negativ valoare absolută (-2), prin urmare, vectorul x2 intră în bază. Determinăm ce vector părăsește baza. Pentru a face acest lucru, calculăm $\min(a_i, 0 / a_i, 2)$, pentru $a_i, 4 > 0, i = 1, \dots, 6$. $\min(81: 1, 42: 1) = 42$ corespunde liniei 6. Vectorul x18 părăsește baza. Să facem o excepție gaussiană pentru coloana x2, având în vedere că elementul principal corespunde rândului 6. Resetăm la zero toate elementele acestei coloane, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați liniile 2, 7, 8 cu linia de 6 înmulțită cu -1, -1, 2 corespunzător.

Tabelul simplex va avea următoarea formă (Tabelul 6):

Tabelul 6. Tabelul simplex pasul 2

Baza	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X1	18	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X14	39	0	0	1	0	0	1	-1	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	-1
X15	28	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X16	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0
X17	80	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0
X2	42	0	1	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1
	-60	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1
	-155	0	0	-2	-2	-2	-2	1	1	1	1	1	-1	0	0	0	0	0	2

Pasul 3

Redactăm actualul plan de referință:

$$X = [18 \ 42 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 39 \ 28 \ 8 \ 80 \ 0]$$

$$F = 1 \cdot 18 + 1 \cdot 42 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + M \cdot 0 + M \cdot 39 + M \cdot 28 + M \cdot 8 + M \cdot 80 = 60 + M \cdot 39 + M \cdot 28 + M \cdot 8 + M \cdot 80$$

Acest plan nu este optim, deoarece există elemente negative la intersecția rândului 8 și coloanelor $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$. Cel mai mare element negativ valoare absolută (-2), prin urmare, vectorul x_3 intră în bază. Determinăm ce vector părăsește baza. Pentru a face acest lucru, calculăm $\min(a_i, 0/a_i, 3)$, pentru $a_i, 3 > 0, i = 1, \dots, 6$. $\min(39: 1, 28: 1) = 28$ corespunde liniei 3. Vectorul x_{15} părăsește baza. Facem o excepție gaussiană pentru coloana x_3 , dat fiind faptul că elementul principal corespunde rândului 3. Resetăm la zero toate elementele acestei coloane, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați liniile 2, 7, 8 cu linia de 3 înmulțită cu -1, -1, 2 respectiv.

Tabelul simplex va avea următoarea formă (Tabelul 7):

Tabelul 7. Tabelul simplex pasul 3.

Baza	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X1	18	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X14	11	0	0	0	-1	0	1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	-1	0	0	-1
X3	28	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X16	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0
X17	80	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0
X2	42	0	1	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1
	-88	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	-1	0	0	-1
	-99	0	0	0	0	-2	-2	1	1	-1	1	1	-1	0	0	2	0	0	2

Pasul 4

Redactăm actualul plan de referință:

$$X = [18 \ 42 \ 28 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 11 \ 0 \ 8 \ 80 \ 0]$$

$$F = 1 \cdot 18 + 1 \cdot 42 + 1 \cdot 28 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + M \cdot 0 + M \cdot 11 + M \cdot 0 + M \cdot 8 + M \cdot 80 + M \cdot 0 = 88 + M \cdot 11 + M \cdot 8 + M \cdot 80$$

Acest plan nu este optim, deoarece există elemente negative la intersecția rândului 8 și coloanelor $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$. Cel mai mare element negativ modulo (-2), prin urmare, vectorul x_5 intră în bază. Determinăm ce vector părăsește baza. Pentru a face acest lucru, calculăm $\min(a_i, 0/a_i, 5)$, pentru $a_i, 5 > 0, i = 1, \dots, 6$. $\min(8: 1, 80: 1) = 8$ corespunde liniei 4. Vectorul x_{16} părăsește baza. Să facem o excepție gaussiană pentru coloana x_5 , având în vedere că elementul principal corespunde rândului 4. Resetăm la zero toate elementele acestei coloane, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați liniile 5, 7, 8 cu linia de 4 înmulțită cu -1, -1, 2 respectiv.

Tabelul simplex va avea următoarea formă (Tabelul 8):

Tabelul 8. Tabelul simplex pasul 4.

Baza	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X1	18	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X14	11	0	0	0	-1	0	1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	-1	0	0	-1
X3	28	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X5	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0
X17	72	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	1	0
X2	42	0	1	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1
	-96	0	0	0	-1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	-1	-1	0	-1
	-83	0	0	0	2	0	-2	1	1	-1	-1	1	-1	0	0	2	2	0	2

Pasul 5

Redactăm actualul plan de referință:

$$X = [18 \ 42 \ 28 \ 0 \ 8 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 11 \ 0 \ 0 \ 72 \ 0]$$

$$F = 1 \cdot 18 + 1 \cdot 42 + 1 \cdot 28 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + M \cdot 0 + M \cdot 11 + M \cdot 0 + M \cdot 72 + M \cdot 0 = 96 + M \cdot 11 + M \cdot 72$$

Acest plan nu este optim, deoarece există elemente negative la intersecția rândului 8 și coloanelor x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8, x9, x10, x11, x12. Cel mai mare element negativ valoare absolută (-2), prin urmare, vectorul x6 intră în bază. Determinăm ce vector părăsește baza. Pentru a face acest lucru, calculăm $\min(a_i, 0 / a_i, 6)$, pentru $a_i, 6 > 0, i = 1, \dots, 6$. $\min(18:1, 11:1, 72:1) = 11$ corespunde liniei 2. Vectorul x14 părăsește baza. Facem o excepție gaussiană pentru coloana x6, considerând că elementul principal corespunde rândului 2. Vom reseta toate elementele acestei coloane, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați liniile 1,5,6, 7, 8 cu linia 2 înmulțită cu -1, -1, 1, -1, 2 respectiv.

Tabelul simplex va avea următoarea formă (Tabelul 9):

Tabelul 9. Tabelul simplex pasul 5.

Baza	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X1	7	1	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	-1	0	-1	1	0	0	1
X6	11	0	0	0	-1	0	1	-1	-1	1	0	0	1	1	1	-1	0	0	-1
X3	28	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X5	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0
X17	61	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1
X2	53	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	1
	-107	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	-1	-1	0	-1	0	0
	-61	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1	1	1	2	2	0	2	0	0

Pasul 6

Redactăm actualul plan de referință:

$$X = [7 \ 53 \ 28 \ 0 \ 8 \ 0 \ 11 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 61 \ 0]$$

$$F = 1 \cdot 7 + 1 \cdot 53 + 1 \cdot 28 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 11 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + M \cdot 0 + M \cdot 0 + M \cdot 0 + M \cdot 61 + M \cdot 0 = 107 + M \cdot 61$$

Acest plan nu este optim, deoarece există elemente negative la intersecția rândului 8 și coloanelor x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8, x9, x10, x11, x12. Cel mai mare element negativ modulo (-1), prin urmare, vectorul x7 intră în bază. Determinăm ce vector părăsește baza. Pentru a face acest lucru, calculăm $\min(a_i, 0 / a_i, 7)$, pentru $a_i, 7 > 0, i = 1, \dots, 6$. $\min(61:1) = 61$ corespunde liniei 5. Vectorul x17 părăsește baza. Să facem o excepție gaussiană pentru coloana x6, având în vedere că elementul principal corespunde rândului 5. Vom reseta toate elementele acestei coloane, cu excepția elementului principal. Pentru a face acest lucru, adăugați liniile 2, 7, 8 cu linia de 5 înmulțită cu 1, -1, 1 respectiv.

Tabelul simplex va avea următoarea formă (Tabelul 10):

Tabelul 10. Tabelul simplex pasul 6.

Baza	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X1	7	1	0	0	1	0	0	0	1	-1	0	0	-1	0	-1	1	0	0	1
X6	72	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	-1	1	0
X3	28	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X5	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0
X7	61	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1
X2	53	0	1	0	-1	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0

	-168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	-1	0	-1	-1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

Pasul 7

Redactăm actualul plan de referință:

$$X = [7 \ 53 \ 28 \ 0 \ 8 \ 72 \ 61 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$F = 1 \cdot 7 + 1 \cdot 53 + 1 \cdot 28 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 72 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 168$$

Planul de referință actual este optim, deoarece în linia 17 sub variabilele $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$ nu există elemente negative. Nu există elemente negative în rândul 16 și, dacă există în astfel de coloane din rândul 17, există un număr pozitiv, atunci această coloană nu participă la iterație.

Soluția poate fi scrisă după cum urmează:

$$x_1 = 7, \ x_2 = 53, \ x_3 = 28, \ x_4 = 0, \ x_5 = 8, \ x_6 = 72$$

Valoarea funcției obiective în acest caz:

$$F = 1 \cdot 7 + 1 \cdot 53 + 1 \cdot 28 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 72 = 168$$

Softul poate să ne ofere toată gama de profiluri de zile mari, rutină, speciale care le vom folosi în calcule pentru a obține un efect pozitiv și pentru personal dar și pentru pacienți.

Concluzii

Costurile serviciilor 112 pot fi minimizate, dacă orarul schimburilor echipelor 112 este corelat, pe parcursul zilei cu necesarul societății în profilul subintervalului de timp. În exemplul examinat ziua a fost divizată în 6 subintervale. Divizarea în cazul examinat, a fost arbitrară. Însă aceasta (divizarea) poate fi argumentată. În acest scop sunt necesare diverse simulări, imitații, efectuate calcule (prin metoda Simplex) pentru identificarea numărului optim de „fragmentare” a zilei. Și, fiindcă remunerarea personalului din serviciile 112, în dependență de orele de muncă, nu este omogenă, sunt necesare bazele de date. Importante în organizarea serviciului 112 sunt prognozele solicitărilor societății. Deci sunt necesare baze de date în profilul suplimentelor lunilor, sărbătorilor de iarnă, de primăvară, etc. datele sistematic necesită a fi actualizate. Prognozele, de asemenea, pot fi utile și în procesele de angajare a personalului în serviciu 112. Actualmente potențialul informaticii de a soluționa cele mai diverse probleme de optimizare, este suficient de mare. Important este de formulat și rezolvat probleme concrete, pornind de la situații reale. Organizarea serviciilor 112 în baza informaticii poate servi un bun exemplu de urmat și pentru alte probleme socio-economice.

Referințe:

1. MAXIMILIAN, S. *Modelarea proceselor economice*. Chișinău: CEP USM, 2009.
2. МОЙСЕЕВ, В. С., КОЗАР, А. Н. *Основы теории применения управляемых артиллерийских снарядов*. Казань: Изд-во КВКУ, 2004.
3. BURDEN, R. L., FAIRES, J. D. *Numerical Analysis*. Cengage Learning, 2011.
4. COHEN, J., COHEN, P., WEST, S.G., AIKEN, L.S. *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, 2003.
5. BODRUG, Sv. *Informatica în organizarea Serviciilor 112: aspectul metodologic*. Materialele Conferinței științifice „Teoria și practica administrării publice”, Academia de Administrare Publică, Nr.3, 2010. ISSN 1857-4130.

Date despre autor:

Svetlana BODRUG, doctorandă, Școala Doctorală Matematică și Știința Informației, Universitatea de Stat din Moldova.

E-mail: bodrug_s@mail.ru

ORCID: 0009-0008-4475-9955

Prezentat la 29.09.2024