

Konteineru termināļa apkalpošanas sistēmas modelēšana un optimizācija

Aleksandrs Cerkovnuks, Riga Technical University

Kopsavilkums. Darbā tika izskatīti konteineru termināļa apkalpošanas sistēmas modelēšanas un optimizācijas pamatprincipi. Piedāvāti problēmu risinājumu paņēmieni, kas rodas konteineru termināļu vadībā (piemēram, vietu sadalīšana, pārkraušanas mehānismu darba plānošana, uzglabāšanas stratēģija un pārsūtīšanas operācijas). Ir veikta modelēšana nosūtījumu formēšanas procesiem konteineru termināļa apstākļos. Izskatīti plūsmas parametri un to raksturojumi (sākotnējie un galapunkti, ceļa ģeometrija, ceļa garums, ātrums un kustības laiks, piegāžu intensitāte un citi). Noteikti apstākļi, kad iespējams nodrošināt noteiktas konteineru daļas pārvadāšanu pēc pastāvīgiem grafikiem. Aplūkoti paņēmieni, kā paaugstināt servisa apkalpošanas līmeni un veicināt termināļa funkcionēšanas ekonomisko efektivitāti. Izskatīti transporta termināļa kravu plūsmu optimizācijas rādītāji. Dotais pētījums ļauj noteikt, kādā veidā ir savstarpēji saistītas loģistiskās sistēmas ieejošo un izejošo plūsmu materiālo apjomu atmaksāšanās un sabalansētība (pa atsevišķiem kravās veidiem, kravās vienībām, sistēmai kopumā vai tās atsevišķos posmos un elementos) noteiktā laika periodā.

Atslēgas vārdi: konteineru terminālis, transporta tehnoloģiskās sistēmas, intermodālie pārvadājumi, kravās plūsma, termināļa funkcionēšana.

IEVADS

Konteineru terminālis ir sarežģīta loģistikas sistēma, kuras funkcionēšanas efektivitāti nosaka tās optimizācijas līmenis. Optimizācija var izpausties, piemēram, konteineru iekraušanas laika saīsināšanā uz kuģiem, kā arī izkraujot no tiem un sadalījumā pa loģistikas ķēdes posmiem (pārkraušana virszemes transporta līdzekļos, izvietošana noliktavās un glabāšanas laukumos utt.); servisa apkalpošanas līmeņa vai kāda cita parametra, kurš veicina termināļa funkcionēšanas ekonomiskās efektivitātes paaugstināšanu. Termināļu funkcionēšanas efektivitātes paaugstināšanas ceļu meklēšana nav iespējama bez ieviešamo loģistikas procesu un tehnoloģiju analīzes.

NOSŪTĪJUMU FORMĒŠANAS PROCESU MODELĒŠANA KONTEINERU TERMINĀĻA APSTĀKĻOS

Intermodālo pārvadājumu sistēma paredz konteineru un LCL tipa kravu sīko partiju piegādi uz konteineru kravās stacijām KKS turpmākai konsolidācijai un kravās nosūtījumu formēšanai saskaņā ar TTS pieņemto shēmu. KKS ļauj koncentrēt kravās plūsmas no dažādiem nosūtītājiem, tostarp, dzelzceļu stacijām, upju un jūru ostām, lidostām un kravās autostacijām pēc atbilstošiem pārvadājumu virzieniem. Koncentrējot kravās plūsmas dažādos virzienos, veidojas bezpārkraušanas konteineru pārvadājumu organizācijas

pārsvars no nosūtīšanas līdz nozīmes stacijai, izmantojot speciālos transporta līdzekļus. Kravās piegāžu un intermodālo pārvadājumu kompleksās plānošanas organizēšana veido vislabākos apstākļus kravās saglabāšanas nodrošināšanai, konteineru apgrozījuma paātrināšanai un konteineru laukumu platības efektīvākai izmantošanai.

Piegādātas uz KKS kravās var izskatīt kā materiālu plūsmu, kura ir objektu kopums un kuru uztver kā vienu veselu, eksistējošu kā process kaut kādā laika intervālā, un to mēra absolūtās vienībās noteiktā laika posmā.

Plūsmas parametri – tie ir izskatāmo objektu kopumu raksturojošie parametri, kurus mēra absolūtās vienībās. Pie plūsmas parametriem pieskaita: tās sākotnējo un gala punktu, ceļa ģeometriju (trajektoriju), ceļa garumu (trajektorijas mērs), ātrumu un kustības laiku, starppunktus, piegāžu intensitāti, partiju izmērus un daudzumu statistisko raksturojumu.

Tādā veidā par izejas informāciju kravās konteineru nosūtījumu formēšanai ir ieejas (attiecība pret KKS) kravās plūsmu statistiskie raksturojumi. Pie tam viens no nozīmīgākajiem raksturojumiem konteineru nosūtījumu formēšanas optimizācijas uzdevuma risināšanai ir apvienoto partiju kravu izmērs.

Konteineru kravu apvienoto partiju formēšanas process, varbūtības statistiskajā aspektā, var attēlot kā atsevišķu kravu gadījuma plūsmu $J_1, J_2, \dots, J_m$ summēšanas rezultātu, kuras avoti ir dažādi nosūtītāji kaut kādā laika posmā t : $J = J_1 + J_2 + \dots + J_m$.

Ja $N(t)$ ir kravās (partiju) nosūtīšanas gadījuma daudzums apvienotā partijā, kura ir uzkrāta laikā t , tad apvienotās kravās partijas izmērs $Q(t)$, kas ir atkarīgs no atsevišķo partiju Q_i piegāžu un izmēra intensitātes, kopējā gadījumā ir gadījuma skaitļa gadījuma salikteņu summa:

$$Q(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} Q_i \quad (1)$$

Raksturojot nosūtīšanas apjomu ar standarta konteineru k daudzumu, izmantojam $Q(t) = k(t)$.

Zinot partiju izmēru sadalījumu un daudzumu, apvienotās partijās var noteikt apvienoto partiju sadalīšanas izmēru likumu un tā pamatraksturojumus.

Organizējot konteineru pārvadājumus, ir nepieciešams nodrošināt pārvadājuma racionālu saskaņotību pēc pastāvīgiem grafikiem, kurus organizē kooperēto piegāžu apstākļos un pie pietiekami lielām sabalansētām kravās plūsmām tiešā un pretējā virzienā ar gadījuma nosūtījumiem, kurus formē, pienākot kravai. Pēdējie ir saistīti ar

pieprasījumiem, kuri nepārtraukti mainās, dominējot ierobežotām konteineru kravu partijām, un transporta līdzekļa kravas ietilpībai.

Šajos apstākļos diennaktī nepieciešamo konteineru daudzumu k ($i = 0, 1, 2, \dots, k$) pārvadājumu nodošanas varbūtību laikā t dotajā pārvadājuma virzienā aprēķina pēc formulas:

$$P(k) = \begin{cases} P(i, \lambda t), k = 0 \\ \sum_{i=1}^k P(k-i, ai)P(i, \lambda t), k = 1, 2, \dots \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{kur } P(i, \lambda t) = \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t}; \quad P(k-i, ai) = \frac{(ai)^{k-i}}{(k-i)!} e^{-ai};$$

λ – pārvadājumam nodotais vidējais sūtījumu daudzums diennaktī; $a = \bar{k} - 1$ – Puasona sadalījuma parametrs; $\bar{k}$ – vidējais konteineru daudzums sūtījumā.

Lielāka vai vienāda ar k konteineru daudzuma nodošanas varbūtība pārvadājumam ir:

$$P[Q(t) \geq k] = 1 - [P(0, \lambda t) + P(0, a)P(1, \lambda t) + \sum_{i=1}^2 P(2-i, ai)P(i, \lambda t) + \sum_{i=1}^3 P(3-i, ai)P(i, \lambda t) + \dots + \sum_{i=1}^{k-1} P(k-1-i, ai)P(i, \lambda t)] \quad (3)$$

Izmantojot šo sakarību, nosaka apstākļus, kad iespējams nodrošināt noteiktās konteineru daļas pārvadāšanu pēc pastāvīgiem grafikiem.

Konteineru apvienoto partiju formēšanas process uz KKS pēc pārvadājumu prioritātes virzieniem ir saistīts ar nepieciešamā daudzuma konteineru uzkrāšanu, ievērojot specializēto transporta līdzekļu kravas ietilpību q . Gadījumā, kad kravas izvešanas periodiskumu no KKS nosaka grafiks, pārvadājumu veikšanai arī ir nepieciešams nodrošināt uzkrātās kravas partijas ar apjomu, kas nav mazāks par q :

$$Q_c(t) + Q_c^*(t) \geq q \quad (4)$$

kur $Q_c(t)$ – uz KKS atlikušais konteineru daudzums pēc nenotikušā pārvadājuma iepriekšējā izvešanas periodā pēc grafika, noteikuma (4) neievērošanas dēļ; $Q_c^*(t)$ – uz KKS jauno piegādāto konteineru daudzums; c – izskatāmais laika posms.

Ja noteikumi ir pieņemti, tad palikušais kravu daudzums pēc kārtējā plānotā izvešanas perioda ir:

$$Q_{c+1}(t) = \begin{cases} Q_c(t) + Q_c^*(t), Q_c(t) + Q_c^*(t) < q; \\ 0, Q_c(t) + Q_c^*(t) \geq q \end{cases} \quad (5)$$

bet pārvadāšanai nodoto kravu daudzums ir:

$$Q_{c+1}^{nos}(t) = \begin{cases} Q_c(t) + Q_c^*(t), Q_c(t) + Q_c^*(t) \geq q; \\ 0, Q_c(t) + Q_c^*(t) < q \end{cases} \quad (6)$$

Pieņemsim, ka momentā c nododamo konteineru daudzuma gadījuma lielums $Q_c^*(t)$ iegūst vērtību $0, 1, \dots$ ar varbūtībām $p_0(t), p_1(t), p_2(t), \dots$, bet lielums $Q_c(t)$ – vērtības $0, 1, \dots, q-1$ momentā c ar varbūtībām $P_0(t), P_1(t), \dots, P_{q-1}(t)$, bet momentā $c+1$ ar varbūtībām $P_0^*(t), P_1^*(t), \dots, P_{q-1}^*(t)$.

Neatkarīgo gadījuma vērtību secība – konteineru daudzums, kas paliek pēc kārtējā plānotā izvešanas perioda $Q_c(t)$, veido Markova ķēdi. Pārējās varbūtību matrica izskatās sekojoši:

	$P_0^*(t)$	$P_1^*(t)$	$P_2^*(t)$	...	$P_{q-1}^*(t)$
$P_0(t)$	$p_0(t) + p_q(t) + p_{q+1}(t) + \dots$	$p_1(t)$	$p_2(t)$	...	$p_{q-1}(t)$
$P_1(t)$	$p_{q-1}(t) + p_q(t) + \dots$	$p_0(t)$	$p_1(t)$	...	$p_{q-2}(t)$
$P_2(t)$	$p_{q-2}(t) + p_{q-1}(t) + \dots$	0	$p_0(t)$	...	$p_{q-3}(t)$
...	...	...	...	...	...
$P_{q-1}(t)$	$p_1(t) + p_2(t)$	0	0	...	$p_0(t)$

Vektorus reizinot, iegūsim lineāro vienādojumu sistēmu :

$$\begin{cases} P_0^*(t) = P_0(t)[p_0(t) + p_q(t) + p_{q+1}(t) + \dots + P_1(t)[p_{q-1}(t) + p_q(t) + \dots] + \\ + P_2(t)[p_{q-2}(t) + p_{q-1}(t) + \dots] + \dots + P_{q-1}(t)[p_1(t) + p_2(t) + \dots]; \\ P_1^*(t) = P_0(t)p_1(t) + P_1(t)p_0(t); \\ P_2^*(t) = P_0(t)p_2(t) + P_1(t)p_1(t) + P_2(t)p_0(t); \\ \dots \\ P_{q-1}^*(t) = P_0(t)p_{q-1}(t) + P_1(t)p_{q-2}(t) + \dots + P_{q-1}(t)p_0(t); \\ P_q^*(t) = P_{q+1}^*(t) = \dots = 0. \end{cases} \quad (8)$$

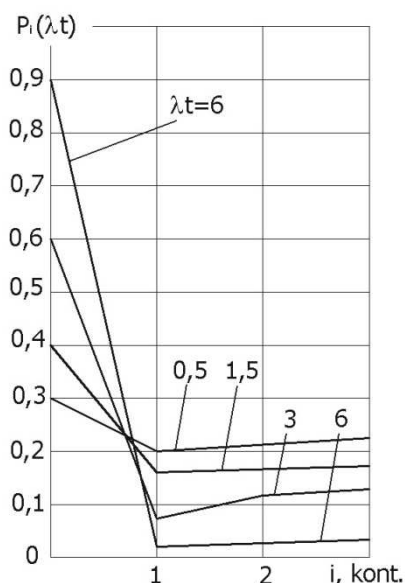
Turklāt

$$\sum_{i=0}^{q-1} P_i^*(t) = 1 \quad (9)$$

Atzīmējot laika posmus, kuros ieejošo plūsmu var izskatīt kā stacionāru, un pieļaujot, ka $P_i^*(t) = P_i(t)$, pēc vienādojuma sistēmas (8) var aprēķināt dažādu stāvokļu varbūtības. Iegūto vienādojumu sistēmu atrisināšana ļauj iegūt konteineru daudzuma sadalījumu, kas paliek KKS pēc kārtējā kravu nosūtīšanas plānošanas perioda. 1. attēlā ir attēloti dažādi konteineru skaita sadalīšanas varianti, izvedot tos ar autotransportu, ja ir dažādas λt vērtības un vismazākās kravas partiju izmēru robežvērtības $q = 4$ notiekošajam pārvadājumam.

Konteineru vidējais daudzums, kas palicis pēc kārtējā izvešanas plānotā perioda, ir:

$$\bar{Q}(t) = \sum_{i=0}^{q-1} P_i(t) i \quad (10)$$



1. att. Uz KKS palikušo konteineru daudzuma sadalījums

Konteineru vidējais daudzums, kas nav paredzēts izvešanai kārtējā plānotā periodā, tiek noteikts ar λt lielumiem.

$R_i(t)$ varbūtība, ka ienākošo konteineru daudzums un to pārpalikums uz KKS summā iegūst vērtību $Q_c(t) + Q_c^*(t) = i$, tiek noteikts pēc vienādojumu sistēmas (5) aprēķina rezultātiem no izteiksmēm:

$$R_i(t) = P_i(t), i = 1, 2, \dots, q-1 \quad (11)$$

$$R_i(t) = P_0(t)p_i(t) + P_1(t)p_{i-1}(t) + \dots + P_{q-1}(t)p_{i-q+1}(t), i = q + j, j \geq 0$$

Turklāt

$$P_0(t) = R_0(t) + R_q(t) + R_{q+1}(t) + \dots \quad (12)$$

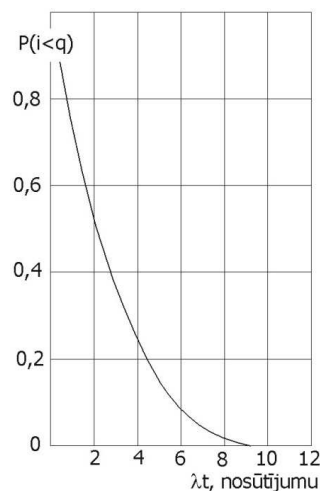
tad

$$R_0(t) = P_0(t) - [R_q(t) + R_{q+1}(t) + \dots] \quad (13)$$

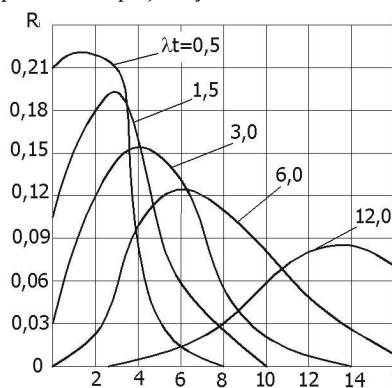
Pārvadāšanai piedādīto konteineru dažādu partiju varbūtību sadalījums, kas aprēķināts pēc vienādojumiem, ir parādīts 2. attēlā.

Kravu partiju uzkrāšanas varbūtība, mazākām par q , pārvadājumam pieņemto konteineru daudzumam nosaka ar attiecību:

$$P(i < q) = \sum_{i=0}^{q-1} R_i(t) \quad (14)$$



3. att. Kravu partiju uzkrāšanas varbūtība, kuras izmēri ir mazāki par intermodālai pārvadāšanai pieņemtajiem



2. att. Pārvadāšanai piedādīto konteineru dažādu partiju varbūtējs sadalījums

Tā viennozīmīgi tiek noteikta ar skaitliskām vērtībām λt (3. att.).

Jebkuram $R_i(t)$ sadalījumam atbilst dažādu transporta līdzekļu veidu izmantošanas varbūtību matrica, kam ir atšķirīga kravnesība.

TRANSPORTA TERMINĀLA KRAVU PLŪSMU OPTIMIZĀCIJAS RĀDĪTĀJI

Termināla loģistikās sistēmas ieejošā materiāla plūsma dabiskā izteiksmē pēc atsevišķa tipa vai kravas grupas, vienam vai otram sistēmas posmam vai sistēmai kopumā tiek raksturota ar diskreto gadījuma lielumu P^{ieej} , kurš var pieņemt noteiktas vērtības (P_1^{ieej} , P_2^{ieej} , P_3^{ieej} , ..., P_n^{ieej}) noteiktos laika posmos (T_1, T_2, T_3 , ..., T_n), kur n – tādu laika posmu daudzums, kuri kopumā veido laika periodu T (T – diennakts, mēnesis, gads utt.).

Analoģiski, no loģistikas sistēmas izejošā plūsma tiek raksturota ar diskreto gadījuma lielumu P^{iz} (P_1^{iz} , P_2^{iz} , P_3^{iz} , ..., P_n^{iz}).

Vidējie lielumi
 $\bar{P}^{ieej} = (P_1^{ieej} + P_2^{ieej} + P_3^{ieej} + \dots + P_n^{ieej}) / n$ un
 $\bar{P}^{iz} = (P_1^{iz} + P_2^{iz} + P_3^{iz} + \dots + P_n^{iz}) / n$ raksturo attiecīgi
 ieejošo un izejošo plūsmu intensitāti laika periodā T .

Aprēķināsim mūsu pētījuma mērķiem un loģikai svarīgu ierobežojumu

$$\bar{P}^{ieej} \geq \bar{P}^{iz} \quad (15)$$

t.i., izejošās plūsmas dabisko apjomu laika periodā T , ko izskata tajā apjoma daļā, kurā tas bija tajā pašā laika periodā par ieejošās plūsmas dabiskā apjoma sastāvdaļu (kas nosaka $\bar{P}^{ieej} > \bar{P}^{iz}$) vai ieejošās plūsmas apjomu kopumā (ja $\bar{P}^{ieej} = \bar{P}^{iz}$), bet neatradās līdz laika perioda T sākumam jau sistēmas robežās uzkrājuma stāvoklī.

Plūsmu procesu optimālais režīms, to ritmiskums un stabilitāte tiek sasniegti ar noteikumu, ja ieejošās ($P_1^{ieej}, P_2^{ieej}, P_3^{ieej}, \dots, P_n^{ieej}$) un izejošās ($P_1^{iz}, P_2^{iz}, P_3^{iz}, \dots, P_n^{iz}$) plūsmu vērtības attiecīgi nokļūst intervālos $\bar{P}^{ieej} \pm \sigma^{ieej}$ un $\bar{P}^{iz} \pm \sigma^{iz}$, kur

$$\sigma^{ieej} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (P_t^{ieej} - \bar{P}^{ieej})^2}{n}} \quad \text{un} \quad \sigma^{iz} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (P_t^{iz} - \bar{P}^{iz})^2}{n}} \quad (16)$$

– vidējās kvadrātnovirzes, kuras raksturo apjomu vērtību fluktuāciju, atbilstoši ieejošām un izejošām plūsmām pret to vidējām vērtībām. Gadījuma vērtībām P^{ieej} un P^{iz} ir normāls statistiskais sadalījums, kurš ir dots ar attiecīgiem parametriem ($\bar{P}^{ieej}; \sigma^{ieej}$), ($\bar{P}^{iz}; \sigma^{iz}$) un ar blīvumu:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (17)$$

kur a un σ – attiecīgi matemātiski cerētā un normālā sadalījuma vidējā kvadrātnovirze.

Matemātiski cerētais a empīriskai rindai jānovērtē ar gadījuma lieluma vidējo aritmētisko vērtību – šajā gadījumā ar materiālās plūsmas $\bar{P}$ intensitātes vērtību. Turklāt absolūto loģistisko līdzsvaru saprotam kā pašu optimālāko (no maksimālās sabalansētības un ieejošo un izejošo plūsmu sinhronizācijas T periodā viedokļa) loģistisko plūsmu procesu režīmu:

$$\bar{P}^{ieej} \pm \sigma^{ieej} = \bar{P}^{iz} \pm \sigma^{iz} \quad (18)$$

Tā kā tā ir praktiski nereāla transporta sfēras situācija atšķirībā no diezgan iespējamās intensitāšu vienlīdzības:

$$\bar{P}^{ieej} = \bar{P}^{iz} \quad (19)$$

tad pieņemts uzskatīt par optimālu režīmu kaut vai aptuveno vienlīdzību:

$$\bar{P}^{ieej} \pm \sigma^{ieej} \approx \bar{P}^{iz} \pm \sigma^{iz} \quad (20)$$

bet ar nosacījumu, ka ieejošā un izejošā plūsmu intensitāte ir vienāda.

Bet, kā rāda prakse, vairumā gadījumu norādītās vienlīdzības pieņem nevienlīdzību formu kā mikro, tā arī makrolīmenī. Tieši ieejošo un izejošo materiālo plūsmu asinhronums un kvantitatīvā nesabalansētība ir par iemeslu daudzām negatīvām parādībām transporta termināļu (kas saistīti ar neracionālu un nevienmērīgu transporta līdzekļu, noliktavu laukumu, darba resursu izmantošanu, kā arī krājumu uzkrāšanā) darbības jomā.

Matemātiski doto parādību esamības negatīvo pakāpi var aprakstīt, attiecinot loģistiskās sistēmas materiālo plūsmu ieejošos un izejošos parametrus. Izmantojot to intensitātes lielumus, t.i., $\bar{P}^{ieej}$ un $\bar{P}^{iz}$, izveidosim koeficientu, kurš raksturo ieejošo un izejošo plūsmu disbalansi (disbalanses koeficients):

$$k_d = \frac{\bar{P}^{ieej} - \bar{P}^{iz}}{\bar{P}^{ieej}} \quad (21)$$

skaidri redzams, ka, ņemot vērā pieļauto ierobežojumu (15), k_d pieņem vērtības no intervāla 0 līdz 1. Pie tam līdzsvarotām loģistiskām sistēmām, kuras tiek raksturotas ar noteikumiem (18), (19) vai (20), ir atbilstoši: $k_d = 0$ vai $k_d \approx 0$.

Materiālo plūsmu disbalanss, negatīvi ietekmējot transporta loģistiskās sistēmas funkcionēšanas tendences, pirmkārt tieši preču un materiālu fiziskās pārvietošanas jomā, lielā mērā ietekmē arī tās darbības finanšu rezultātus, korigējot tos finanšu stabilitātes pazemināšanai.

Izveidosim rādītājus, kuri raksturo transporta loģistisko sistēmu atmaksāšanos, izejot no iepriekš minētajiem līdzsvarotības aspektiem. Pietiekami korekti, mūsdiā, ir parādīts transporta termināļu tehnoloģisko sistēmu atmaksāšanās perioda rādītāja T_A aprēķins, kas veikts pēc kapitālo ieguldījumu tipiskas laika atmaksāšanās metodikas aprēķina principa, kuru izsaka kā attiecību:

$$T_A^{(j)} = \frac{K^{(j)}}{C_P^{(j)} - C_E^{(j)}} \quad (22)$$

kur $K^{(j)}$ – kapitālie ieguldījumi termināļa j -tā tipa tehnoloģiskās sistēmas izveidošanā, kuru apjoms ir tieši atkarīgs no prognozējamās ieejošo plūsmu intensitātes; $C_P^{(j)}$ – pakalpojumu izmaksas, kuras piedāvā terminālis j -tā tipa tehnoloģiskās sistēmas apstākļos; $C_E^{(j)}$ – ekspluatācijas un citi izdevumi, kuri saistīti ar j -tā tipa tehnoloģiskās sistēmas funkcionēšanas nodrošināšanu.

Apzīmējot i -tā veida terminālās tehnoloģiskās sistēmas kravu ieejošo un izejošo plūsmu intensitātes, atbilstoši caur $\bar{P}_i^{ieej}$ un $\bar{P}_i^{iz}$, vidēji nosvērto pakalpojumu vērtību un ekspluatācijas izdevumus i -tā veida kravai atbilstoši caur $C_{Pi}^{(j)}$ un $C_{Ei}^{(j)}$, īpatnējos kapitālos ieguldījumus j -tā tipa

tehnoloģiskās sistēmas termināļa izveidošanā i -tā veida kravas pārstrādāšanai caur $K_i^{(j)}$, bet preču daudzuma veidus caur m (t.i., $i = 1, 2, 3, \dots, m$), noformulēsim:

vienindeksa

$$T_{Ai}^{(j)} = \frac{\bar{P}_i^{ieej} K_i^{(j)}}{\bar{P}_i^{iz} (C_{Pi}^{(j)} - C_{Ei}^{(j)})} \quad (23)$$

saudzindeksu

$$T_{Ai}^{(j)} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{P}_i^{ieej} K_i^{(j)}}{\sum_{i=1}^m \bar{P}_i^{iz} (C_{Pi}^{(j)} - C_{Ei}^{(j)})} \quad (24)$$

transporta loģistikas sistēmu (T_A) atmaksāšanās laika perioda modeļus, kuri norāda, pēc kāda T -periodu daudzuma, kam ir vienādi vidējie apjomi un cenu parametri (izmantoti (23) un (24)), no kopējās iegūtās peļņas atmaksās sākotnēji ieguldītos līdzekļus tehnoloģiskās sistēmas izveidošanā.

Lielu ietekmi uz loģistikas sistēmu atmaksāšanās rādītāju vērtību veidošanu rada ieejošo un izejošo plūsmu intensitātes lielumi, uz kuriem balstās disbalansa koeficienta aprēķins (21).

Izmaksu parametru $\min T_A$ attiecība, kura izveidojās T laika periodā, sasniedzama pie nulles disbalansa, t.i., līdzsvarotās sistēmās. Šajā gadījumā $\bar{P}^{ieej} = \bar{P}^{iz}$ un atbilstoši

$$\min T_A^{(j)} = \frac{K^{(j)}}{C_P^{(j)} - C_E^{(j)}} \quad (25)$$

Starpību starp faktisko atmaksāšanās periodu vērtību, kas aprēķināta pēc formulām (23) vai (24), un atbilstošo potenciālo vērtību $\min T_A$, katrā konkrētā gadījumā var aprēķināt loģistikas transporta sistēmu $R(T_A)$ atmaksāšanās perioda rezervi, kura raksturo iespējamo laika ekonomijas lielumu (T -periodos) sistēmas robežās:

$$R(T_A) = T_A - \min T_A \quad (26)$$

Jo tuvāk rādītājs $R(T_A)$ ir nullei, jo optimālāks loģistikās sistēmas robežās ir materiālo plūsmu režīms un efektīvāka ir laika izmantošana.

Interesi izraisa arī loģistikas sistēmu atmaksāšanās rādītāju atkarības izpēte no ieejošo un izejošo plūsmu disbalansa koeficienta:

$$T_A = f(k_d) \quad (27)$$

Dotais pētījums ļauj noteikt, kādā veidā ir savstarpēji saistītas loģistikas sistēmas ieejošo un izejošo plūsmu materiālo apjomu atmaksāšanās un sabalansētība (pa atsevišķiem kravas veidiem, kravas vienībām, sistēmai kopumā vai tās atsevišķos posmos un elementos) laika periodā T .

Veiktajai analīzei par izejas datiem kalpo, kā izriet no vienādojumiem (21) – (24), ieejošo un izejošo plūsmu apjomu variāciju rindas. Uz to pamata, atmaksāšanās un disbalansa rādītāju aprēķinam veic atbilstošu lielumu aprēķinus, kuri sastāda mainīgo salikumu. Pēc šādiem novērojumu rezultātiem izveido vērtību k_d un T_A rindas, kas ļauj realizēt statistisko modeli (27).

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. **Peterlini Eduardo.** Innovative Technologies for Intermodal transfer Points. Annex 1: Survey on intermodal transfer technologies. – European Project Report, 2000. - 86 pp.
2. **Urbahs A., Cerkovņuks A.** Intermodālie konteineru pārvadājumi. – R.: Rīgas Tehniskā universitāte, 2003.- 496 lpp., ISBN 9984-32-008-1.
3. **Милославская С.В., Плужников К.И.** Мультимодальные и интермодальные перевозки : Учеб.пособие.- М.: РосКонсульт, 2001.-368 с.
4. **Mahoney John H.** International freight transportation connection. – Westpoint, Connecticut, USA.

Aleksandrs Cerkovņuks, RTU student of doctoral studies, M. sc. ing. Riga Technical University, Institute of Transport Machine Technology
Managing Director of Rigas Autoriepas Ltd.Address: 2, Ziepniekkalna Str., LV 1004, Riga, Latvia
Phone: +371 29166554, Fax: +371 67808506
E-mail: aleksandrs@tyres.lv

Aleksandrs Cerkovņuks. Simulation and optimization of service system of the container terminal

In work the analysis the basic principles of simulation and optimization of container terminal services. Proposed decisions of problems which are offered arise at management of the container terminal (for example, distribution of places, scheduling of reloading mechanisms, strategy of storage and transfer operation).

Modeling of processes of formation of sendings in the conditions of the container terminal is made. Parameters of streams and their characteristic (initial and final points, way geometry, length of a way, speed and movement time, intensity of deliveries and others) are considered. Conditions when probably to provide transportation of a certain part of containers under constant schedules are defined. Receptions on improvement of degree of service and increase of economic efficiency of functioning of the terminal are generalized. Indicators of optimization of cargo streams of the transport terminal are considered. Generalized techniques to improve the degree of care and improve the economic efficiency of the operation of the terminal. The given work allows to define in what kind mutually concerned logistical systems of a recoupment and steadiness of material volumes of entering and proceeding streams (by separate kinds of cargoes, cargo units, for system as a whole or for its separate sites and elements) during the certain period of time.

Александр Церковнюк. Моделирование и оптимизация системы обслуживания контейнерного терминала

В работе рассмотрены основные принципы моделирования и оптимизации системы обслуживания контейнерного терминала. Предложены приемы решения проблем, которые возникают при управлении контейнерным терминалом (например, распределение мест, планирование работ перегрузочных механизмов, стратегия хранения и операции по пересылке). Сделано моделирование процессов формирования отправок в условиях контейнерного терминала. Рассмотрены параметры потоков и их характеристики (начальные и конечные точки, геометрия пути, длина пути, скорость и время движения, интенсивность поставок и другие). Определены условия когда возможно обеспечить перевозку определенной части контейнеров по постоянным графикам. Обобщены приемы по улучшению степени обслуживания и повышению экономической эффективности функционирования терминала. Рассмотрены показатели оптимизации грузовых потоков транспортного терминала. Данная работа позволяет определить, в каком виде взаимосвязаны логистические системы окупаемости и уравновешенности материальных объемов входящих и исходящих потоков (по отдельным видам грузов, грузовым единицам, для системы в целом или для ее отдельных участков и элементов) в определенный период времени.