

# Теңіз порттарының қоймаішілік жүк ағындарын оңтайлы бөлу мәселесін шешу үшін қойма жүйелері теориясының әдісін қолдану

<sup>1</sup>\*ТАБЫЛОВ Абзал Утеуович, т.ф.к., доцент, tabylov62@mail.ru,

<sup>1</sup>СУЙЕУОВА Набат Базархановна, магистр, аға оқытушы, nsuyeuova@mail.ru,

<sup>1</sup>ЮСУПОВ Асгербек Алиевич, аға оқытушы, askerbek\_usa@mail.ru,

<sup>1</sup>РЗАЕВА Камар Сисеновна, аға оқытушы, sisenkyzy@mail.ru,

<sup>1</sup>БИЛАШОВА Гульмира Исмагуловна, магистр, аға оқытушы, ms.bilashova@mail.ru,

<sup>1</sup>«Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті» КеАҚ, Қазақстан, Ақтау, 32 шағын аудан,

\*автор-корреспондент.

**Аңдатпа.** Зерттеудің мақсаты-қойма жүйелерінің теориясы әдісін қолданып қоймаішілік порт жүк ағындарын ұтымды бөлу арқылы теңіз порттарының қойма шаруашылығының жұмысын оңтайландыру. Қойма қорлары мен қоймалардың сыйымдылығын есептеудің дәстүрлі әдісі жеткілікті дәл емес екендігі анықталды, өйткені ол тек қойма қорларын қалыптастырудың кездейсоқ процестерін ескереді. Осы теория негізінде жасалған қойма ағындарын түрлендіру бойынша порт қойма кешеніндегі артық жүктеменің технологиялық схемасының ерекшеліктері талданды. Ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистиканы қолдануға негізделген жүктердің қоймалық қорларын анықтау әдісімен қоймалық жүк ағындарын оңтайлы бөлуді жүзеге асыру қарастырылады. Қойма ағындарының кіріс және шығыс ағындарының қарқындылығы мен сипаты бойынша өзгеруін ескере отырып, қойма жүйелері теориясының әдісі жүк ағындары мен онымен байланысты қорлардың тербелістеріне терең талдау жасайтыны анықталды. Қойма жүйелері теориясының әдістерін қолдану тәуліктік келу, жөнелту ағындарының кез келген кездейсоқ ауытқулары кезінде жүктерді сақтау қорларын үлкен дәлдікпен есептеуге мүмкіндік береді және жеткізу тізбектеріндегі порт қоймаларындағы қорларды ұтымды басқаруды қамтамасыз етеді деген қорытындыға келді.

**Кілт сөздер:** қойма, жүк ағыны, келу, жөнелту, тауарлық-материалдық құндылықтар, сыйымдылық, ықтималдық, біркелкі емес, жеткізу тізбегі.

## Кіріспе

Су көлігін дамытудың қазіргі жағдайында теңіз порттарының бәсекеге қабілеттілігі көбінесе қойма жүк ағындарын тиімді бөлуді ұйымдастырумен анықталады. Теңіз порттарында оңтайлы көліктік тарату тізбектерін қалыптастыру қазіргі терминал-қойма шаруашылығысыз мүмкін емес.

Ғылыми еңбектерде [1, 2] авторлар бұл салада логистикалық тізбектегі материалдық ағындардың қозғалысын зерттеп, олардың қажетті қорлардың белгілі бір жерлерінде шоғырлануды қажет ететіндігі анықталды, оларды сақтауға арналған тиісті қоймалар тек жоғары деңгейлі жүйенің элементі болып табылады-қойма жүйесіне қойылатын негізгі және техникалық талаптарды қалыптастыратын логистикалық тізбек, оның мақсаттары мен өлшемдерін белгілейді жүкті қайта өңдеу шарттарын белгілейтін оңтайлы жұмыс істеу.

Ғылыми еңбектерде [3-7] келтірілген бұл тәсіл қойманың негізгі функцияларын сәтті орындауды және рентабельділіктің жоғары деңгейіне жетуді қамтамасыз етеді. Қойма арқылы жүк ағындарының қозғалысы тірі және материалдық еңбек шығындарымен байланысты, бұл тауардың құнын арттырады. Осыған байланысты порт қоймасының өндірістік қызметінде қойма жүйелері теориясының әдістерін қолдану бойынша жүргізілген зерттеулердің өзектілігі жеткізу тізбегіндегі порт қоймаларында тауарлы-материалдық құндылықтарды ұтымды басқаруды ұйымдастыру мүмкіндігімен негізделген.

## Материал және әдістер

Жүктердің қойма қорларының көлемін және қойманың қажетті сыйымдылығын анықтау үшін екі негізгі әдіс қолданылады: жүктерді сақтаудың нормативтік мерзімдері негізінде және қойма

жүйелері теориясының әдістері бойынша – жүктердің бұрыннан бар қорын ескере отырып, жүктерді қабылдау және беру ағындарының кездейсоқ үйлесімі ретінде.

Сақтаудың нормативтік мерзімдері негізінде жүктер қорының шамасы және қойманың қажетті сыйымдылығы формула бойынша айқындалады:

$$E = \frac{K_z}{360} Q_r \cdot J_{xp}, \quad (1)$$

мұндағы  $K_z = 1,05 \div 1,3$  – қоймадан жүктердің келуі мен жөнелтілуінің тәуліктік жүк ағындарының кездейсоқ ауытқуы нәтижесінде туындайтын жүктердің қойма қорларының кездейсоқ ауытқуын (қойманы сақтау аймағында бір мезгілде болатын жүктердің саны) ескеретін қорлардың біркелкіеместігінің коэффициенті;  $Q_r$  – келгеннен кейін қойманың жылдық жүк ағыны, т/жыл, т/жыл;  
 $J_{xp}$  – жүктерді қоймада сақтаудың нормативтік мерзімі, тәулік.

Қойма қорлары мен қоймалардың сыйымдылығын есептеудің бұл әдісі жеткілікті дәл емес, өйткені ол тек қойма қорларын қалыптастырудың кездейсоқ процестерін ( $K_z$  коэффициентін қолдана отырып) ескереді.

Қоймаларды жобалау бойынша О.Б. Маликов әзірлеген жүктердің қоймалық қорларын анықтаудың дәлірек әдісі ықтималдық теориясы мен математикалық статистиканы қолдануға негізделген. Бұл әдістің мәні – қоймадан жүктердің келуі мен жөнелтілуінің жүк ағындарының кездейсоқ ауытқу заңдылықтарын біле отырып,  $R$  қоймасының сыйымдылығы есептелетін қорлардың мөлшерін (паллеттерде немесе тоннада) біржақты анықтау. Бұл әдіспен сақтау қорын жүктің өзгертін қорын математикалық күту ретінде немесе белгілі бір сенімділік ықтималдығымен  $\rho$  анықтауға болады.

### Нәтижелер мен талқылау

Жүктердің қоймалық қорларының есептік шамасы  $n$ -ші кездейсоқ оқиға ретінде анықталады, бұл күнделікті келу мен  $Q_i^n$  қоймадан жүктерді берудің  $Q_j^B$  кездейсоқ шамаларының жиынтығы:

$$I_n = I_0 + Q_i^n - Q_j^B, \quad (2)$$

мұндағы  $I_n$  – қоймадан жүктерді қабылдау және беру жүк ағындарының  $n$ -ші үйлесімі кезіндегі қойма қорының шамасы;  $I_0$  – кейбір бастапқы немесе сақтандыру қоры.

Қоймада жүк қорларының  $I_n$   $n$ -ші шамасы болу ықтималдығы формула бойынша анықталады:

$$P(I = I_n) = P(Q_i^n)P(Q_j^B), n = \overline{1, k}; i = \overline{1, k}; j = \overline{1, e}, \quad (3)$$

кайда  $P(Q_i^n)$  – қоймаға жүктердің келу  $Q_i^n$  ықтималдығы;

$P(Q_j^B)$  – қоймадан жүктердің берілу  $Q_j^B$  ықтималдығы.

Жүктердің қойма қорларының есептік ша-

масын айқындау үшін бастапқы деректер ретінде жүктердің келу және берілу шамаларын бөлу (тәулігіне, ауысымына немесе сағатына) беріледі:

$$Q^n = \begin{bmatrix} Q_1^n & Q_2^n & \dots & Q_k^n \\ P(Q_1^n) & P(Q_2^n) & \dots & P(Q_k^n) \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$$Q^B = \begin{bmatrix} Q_1^B & Q_2^B & \dots & Q_l^B \\ P(Q_1^B) & P(Q_2^B) & \dots & P(Q_l^B) \end{bmatrix},$$

мұндағы  $Q_1^n, Q_2^n, \dots, Q_k^n$  – келудің тәуліктік жүк ағындарының мүмкін мәндері ( $k$  – осы мәндердің саны);

$Q_1^B, Q_2^B, \dots, Q_l^B$  – қоймадан жүкті берудің тәуліктік жүк ағындарының мүмкін мәндері ( $l$  – осы мәндердің саны);

$P(Q_1^n), P(Q_2^n), \dots, P(Q_k^n)$  – жүктердің тәуліктік келуінің тиісті шамаларының пайда болу ықтималдығы;

$P(Q_1^B), P(Q_2^B), \dots, P(Q_l^B)$  – қоймадан жүктерді берудің тәуліктік жүк ағынының тиісті шамаларының пайда болу ықтималдығы.

Жабдықтаушы қоймалар үшін жүктердің сақтандыру қорының шамасы  $I_0$  осы шамалардың берілген үлестірулерінен жүктерді берудің  $Q_{\max}^B$  ең жоғары шамасының және қабылдаудың  $Q_{\min}^n$  ең аз шамасының айырмасына тең қабылданады:

$$I_0 = Q_{\max}^B - Q_{\min}^n, \quad (5)$$

$$I_0 = \max(sj, j = 1, 2, \dots, m) - \min(qi, i = 1, 2, \dots, n).$$

Дайын өнім қоймалары мен басқа да ауыстырып тиеу қоймалары үшін:

$$I_0 = Q_{\max}^{n_{\min}}.$$

Ерекше жағдайларда жүктердің сақтандыру қорының шамасы белгілі бір нормативтік төмендетілмейтін қор түрінде берілуі мүмкін:

$$I_0 = I_n.$$

Жүктердің қойма қорларының есептік шамасын анықтаудың сенімділік ықтималдығын (бағалау сенімділігі) қабылдау ұсынылады  $[P] = 0,950$ .

Бұл қойманың сыйымдылығы уақыттың тек 5% – (немесе жылына 13-18 күн) жеткіліксіз болуы мүмкін деген шартқа тең.

Есептеудің ұсынылған әдісі – қоймадан жүктердің келуі мен жөнелтілуінің барлық мүмкін комбинацияларын қарастыру және әр комбинация бойынша жүктерді сақтау қорын және осы қордың ықтималдығын анықтау [8-10].

Жүктердің келуі мен жөнелтілуінің тәуліктік жүк ағындарының әрбір  $k$ -ші үйлесімі үшін паллеттердегі сақтау қорының шамасы формула бойынша айқындалады:

$$I_k = I_0 + q_k - s_k, \quad (6)$$

мұндағы  $I_0$  – жүктің сақтандыру қоры, паллеттер;  
 $q_k$  –  $k$ -ші тәулікке келудің тәуліктік жүк ағыны;  
 $s_k$  –  $k$ -ші тәулікте жөнелтудің тәуліктік жүк ағыны.

$k$ -ші тәулікте жүктерді сақтау ықтималдығы теориясының формуласы бойынша осы оқиғалардың ықтималдығын зерттеуге тең екі тәуелсіз кездейсоқ оқиғалардың ықтималдығы ретінде анықталады:

$$P_k = \alpha(q_k) \cdot \beta(s_k). \quad (7)$$

Тауарларды қоймада сақтаудың қажетті қоры  $nm$  саны болатын жүктердің келуі мен жөнелтілуінің тәуліктік жүк ағындарының барлық ықтимал комбинацияларын математикалық күту ретінде айқындалады. Нормалау шарты  $\sum P_k = 1.00$  қайтадан тексерілуі керек, бұл қаралғандығын барлық  $nm$  қоймадан жүктердің келуі мен жөнелтілуінің ықтимал тіркесімдерің көрсетеді.

Теңіз порт қоймаішілік жүк ағындарының қарқындылығын анықтау және есептеу үшін ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика әдістері бойынша жүктердің қойма қорларының есептік шамасын және қойманың қажетті сыйымдылығын анықтауға сәйкес жүктерді қайта өңдеудің технологиялық схемасын құрайды (сурет), онда көрсеткілер қойманың технологиялық учаскелері арасындағы жүктердің барлық ішкі қозғалысын көрсетеді.

Бірінші жүк ағынының қарқындылығы (келудің сыртқы көлігі – келген жүктерді уақытша сақтау учаскесі),  $Q_{\text{сут}}^{(1)}$  т/тәулік,

$$Q_{\text{сут}}^{(1)} = Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} \cdot \alpha_1, \quad (8)$$

мұндағы  $\alpha_1$  – уақытша сақтау учаскесіне келген кезде түсетін жүктердің үлесі ( $\alpha_1 = 0,08 \dots 0,1$  қабылданады).

Екінші жүк ағынының қарқындылығы (келудің сыртқы көлігі – жөнелтудің сыртқы көлігі),  $Q_{\text{сут}}^{(2)}$  т/тәулік,

$$Q_{\text{сут}}^{(2)} = Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} \cdot \alpha_2, \quad (9)$$

мұндағы  $\alpha_2$  – жөнелту көлігіне бірден келу көлігінен түсіру кезінде шамадан тыс жүктелетін жүктердің үлесі ( $\alpha_2 = 0,1 \dots 0,2$  қабылданады).

Алтыншы жүк ағынының қарқындылығы (жөнелтілетін жүктерді уақытша сақтау учаскесі – тиеу учаскесі және сыртқы көлікке тиеу),  $Q_{\text{сут}}^{(6)}$  т/тәулік:

$$Q_{\text{сут}}^{(6)} = Q_{\text{сут}}^{(5)}. \quad (10)$$

Берілетін жүктерді уақытша сақтау учаскесі бар қойма үшін жетінші жүк ағынының қарқындылығы (сақтау аймағы – тиеу учаскесі және жүктерді сыртқы көлікке тиеу),  $Q_{\text{сут}}^{(7)}$  т/тәулік:

$$Q_{\text{сут}}^{(7)} = Q_{\text{сут}}^{(\text{от})} - Q_{\text{сут}}^{(6)} - Q_{\text{сут}}^{(2)} = Q_{\text{сут}}^{(\text{от})} (1 - \alpha_2 - \beta_1). \quad (11)$$

Егер (11) формула бойынша есептеу кезінде алынған болса, онда  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$  коэффициенттер түзетілуі керек.

Берілетін жүктерді уақытша сақтау учаскесі жоқ және жүк ағыны бар қойма үшін (қабылданып жүктерді уақытша сақтау учаскесі – жөнелту көлігі),  $Q_{\text{сут}}^{(8)}$  т/тәулік:

$$Q_{\text{сут}}^{(8)} = Q_{\text{сут}}^{(\text{от})} \cdot \beta_2, \quad (12)$$

$$Q_{\text{сут}}^{(7)} = Q_{\text{сут}}^{(\text{от})} - Q_{\text{сут}}^{(2)} - Q_{\text{сут}}^{(8)} = Q_{\text{сут}}^{(\text{от})} (1 - \beta_2 - \beta_1), \quad (13)$$

мұндағы  $\beta_2 = 0 \dots 0,1$  – қабылданатын жүктерді уақытша сақтау учаскесінен жөнелту көлігіне бірден тиелетін жүктердің үлесі.

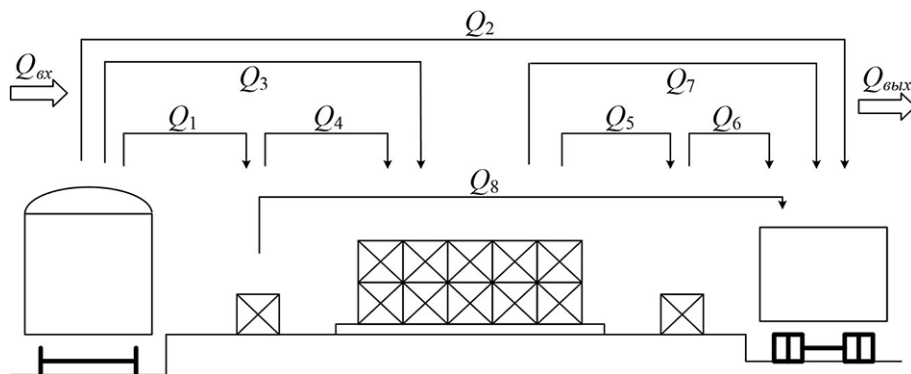
Қоймадағы қойма жұмыстарының технологиясын сипаттайтын көмекші көрсеткіштер ретінде жүктерді қайта өңдеу шамасы  $Q_{\text{пер}}$  және қоймадағы жүктерді қайта өңдеу коэффициенті  $\beta_{\text{пер}}$  анықталуы мүмкін.

Жүк өңдеу көлемі,  $Q_{\text{пер}}$  т/жыл, келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_{\text{пер}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{г}}^{(i)}, \quad (14)$$

мұндағы  $Q_{\text{г}}^{(i)}$  – жылдық қоймаішілік жүк ағындарының шамасы, т/жыл.

Жүктерді өңдеу коэффициенті келесі формула бойынша анықталады:



$Q_1$  – сыртқы көліктен түсіру және сыртқы көлікке беру;  $Q_2$  – сыртқы көліктен уақытша сақтау учаскесіне түсіру;  
 $Q_3$  – уақытша сақтау учаскесінен сақтау аймағына ауыстыру;  $Q_4$  – сыртқы көліктен сақтау аймағына түсіру;  
 $Q_5$  – сақтау аймағынан уақытша сақтау учаскесіне ауыстыру;  $Q_6$  – учаскеден тиеу сыртқы көлікке уақытша сақтау;  
 $Q_7$  – сақтау аймағынан сыртқы көлікке тиеу

Порт қойма кешеніндегі шамадан тыс жүктеменің технологиялық схемасы

$$\beta_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{пер}}}{Q_{\text{г}}}, \quad (15)$$

мұндағы  $Q_{\text{г}}$  – жылдық жүк ағыны, т/жыл.

Әрі қарай, барлық порт ішіндегі жүк ағындары бойынша сағаттық қарқындылық анықталады, яғни, осы жүк ағындарында жүктердің қозғалысын жүзеге асыратын машиналар мен механизмдердің қажетті сағаттық өнімділігі.

Теміржол вагондарын түсіру мен тиеудің белгіленген мерзімдерін қамтамасыз ету қажеттілігіне байланысты сағаттық қарқындылық  $\zeta_i$ , т/сағ, осы операцияларға байланысты барлық жүк ағындары (суретте бұл бірінші, екінші және үшінші жүк ағындары), келесі формула бойынша анықталады:

$$\zeta_i = \frac{m_i \cdot q_{\text{в}}}{\tau_{\text{ж}} - \tau_0}, \quad (16)$$

мұндағы  $m_i$  – жүктер  $i$ -ші жүк ағыны бойынша жіберілетін тиеуге немесе түсіруге бір мезгілде берілген вагондардың (топтың) саны;

$q_{\text{в}}$  – вагонның есептік статистикалық жүктемесі (вагондағы жүктің орташа салмағы);

$\tau_{\text{ж}}$  – жалпыға ортақ пайдаланылмайтын теміржол жолын пайдалануға арналған шартқа немесе вагондарды беруге және жинауға арналған шартқа сәйкес тиеу немесе түсіру кезінде вагондардың белгіленген тоқтап қалу уақыты (2,25 сағ. контейнерлік – дана жүктері бар жабық вагондар үшін, металл прокаты үшін – 2,7-3,2 сағ.);

$\tau_0$  – дайындық – қорытынды операцияларға уақыт – вагондардың есіктерін ашу және жабу, вагондарды түсіргеннен кейін тазалау және т.б. (сағ қабылданады);

$i$  – қарқындылығы анықталатын жүк ағынының нөмірі.

Автомобиль, конвейер, арба көлігін тиеуге немесе түсіруге байланысты сыртқы жүк ағындарының және барлық қойма ішіндегі жүк ағын-

дарының сағаттық қарқындылығы,  $\zeta_j$  т/сағ, келесі формула бойынша анықталады:

$$\zeta_j = \frac{Q_{\text{сут}}^{(j)}}{n_{\text{см}} T_{\text{см}}} k_{\text{ч}}, \quad (17)$$

мұндағы  $j$  – жүк ағынының  $Q_{\text{сут}}^{(j)}$  нөмірі  $j$ -ші тәуліктік жүк ағынының шамасы, т/тәулік;

$n_{\text{см}}$  – жүктерді өңдеудің тиісті кезеңіндегі жұмыс ауысымдарының саны;

$T_{\text{см}}$  – жұмыс ауысымының ұзақтығы, сағ;

$k_{\text{ч}}$  – тәулік бойы жүк ағындарының сағаттық біркелкіздіктің коэффициенті ( $k_{\text{ч}} = 1,1$  тенге 1,5 қабылдайды).

Порт ішіндегі жүк ағындарының қарқындылығын анықтау және есептеу үшін ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика әдісі жеткізу тізбектеріндегі жүк ағындары айнымалы мәндер екенін ескермейтін қолданыстағы есептеу әдістерін қолдану кезінде пайда болатын қорларды анықтаудағы қателіктерді жояды.

### Қорытынды

Қойма ішіндегі жүк ағындарын оңтайлы бөлу мәселесін шешу үшін қойма жүйелері теориясының әдісін қолдану теңіз порттарын қамтамасыз етеді:

- жеткізу тізбегіндегі жүк ағындары айнымалы болып табылатындығын ескермейтін қолданыстағы есептеу әдістерін қолдану кезінде туындайтын қорларды анықтаудағы қателерді жою;

- жүк ағындарының кездейсоқ ауытқу заңдылығын бағалауды ескере отырып, қойманың сыйымдылығы есептелетін қорлардың санын біржақты анықтау, қоймадан жүктердің келуі және жөнелтілуі;

- жеткізу тізбегіндегі порт қоймаларындағы тауарлы-материалдық құндылықтарды ұтымды басқару үшін жүк ағындарының және онымен байланысты қорлардың ауытқуын талдаудың кең мүмкіндіктері.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Дыбская, В.В. Логистика складирования: учебник / В.В. Дыбская. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 559 с.
2. Миротин Л.Б. Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов / Л.Б. Миротин, А.В. Бульба, В.А. Демин. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 408 с.
3. Маликова, Т.Е. Склады и складская логистика: учебное пособие для вузов / Т.Е. Маликова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 157 с.
4. Маликов О.Б. Перевозки и складирование товаров в цепях поставок / О.Б. Маликов. – М.: ФБГОУ «Учеб.-метод. центр по образованию на ж.-д. транспорте», 2014. – 536 с.
5. Маликов О.Б. Склады и грузовые терминалы / О.Б. Маликов. – СПб: Бизнес-пресса, 2010. – 648 с.
6. Маликов О.Б. Складская и транспортная логистика в цепях поставок / О.Б. Маликов. – СПб: Питер, 2015. – 400 с.
7. Маликов О.Б. Деловая логистика / О.Б. Маликов. – СПб: Политехника, 2003. – 240 с.
8. Прокофьева Т.А. Логистические центры в транспортной системе России: учеб. пособие / Т.А. Прокофьева, В.И. Сергеев. – М.: Изд. дом «Экономическая газета», 2012. – 522 с.
9. Логистика и управление цепями поставок на транспорте: учебник для вузов / И.В. Карапетянц [и др.]; Под редакцией И.В. Карапетянц, Е.И. Павловой. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 362 с.
10. Логистика и управление цепями поставок: учебник для вузов / В.В. Щербаков [и др.]; Под редакцией В.В. Щербакова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 582 с.



**Применение метода теории складских систем для решения задачи оптимального распределения  
внутрискладских грузопотоков морских портов**

<sup>1</sup>\*ТАБЫЛОВ Абзал Утеуович, к.т.н., доцент, tabylov62@mail.ru,

<sup>1</sup>СУЙЕУОВА Набат Базархановна, магистр, старший преподаватель, nsuyeuova@mail.ru,

<sup>1</sup>ЮСУПОВ Асгербек Алиевич, старший преподаватель, askerbek\_usa@mail.ru,

<sup>1</sup>РЗАЕВА Камар Сисеновна, старший преподаватель, sisenkyzy@mail.ru,

<sup>1</sup>БИЛАШОВА Гульмира Исмагуловна, магистр, старший преподаватель, ms.bilashova@mail.ru,

<sup>1</sup>НАО «Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова», Казахстан, Актау, 32 микрорайон,

\*автор-корреспондент.

**Аннотация.** Целью исследования является использование метода теории складских систем в целях оптимизации работы складского хозяйства морских портов, путем рационального распределения внутрискладских портовых грузопотоков. Установлено, что традиционный метод расчета складских запасов и вместимости складов недостаточно точен, так как он только ориентировочно учитывает случайные процессы формирования складских запасов. Проанализированы особенности технологической схемы перегрузки на портовом складском комплексе по преобразованию складских грузопотоков, разработанные на основе данной теории. Рассмотрена реализация оптимального распределения складских грузопотоков методом определения складских запасов грузов, основанным на применении теории вероятности и математической статистики. Определено, что с учетом изменения складских грузопотоков по интенсивности и характеру входящих и выходящих потоков, метод теории складских систем выполняет глубокий анализ колебаний грузовых потоков и связанных с ними запасов. Сделан вывод, что применение методов теории складских систем позволяет с большой точностью вычислять запасы хранения грузов при любых случайных колебаниях суточных грузопотоков прибытия, отправления грузов и обеспечивает рациональное управление запасами на портовых складах в цепях поставок.

**Ключевые слова:** склад, грузопоток, прибытие, отправление, запасы, емкость, вероятность, неравномерность, цепь поставок.

**Application of the Warehouse Systems Theory Method to Solve the Problem of Optimal Distribution  
of Intra-warehouse Cargo Flows of Seaports**

<sup>1</sup>\*TABYLOV Abzal, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, tabylov62@mail.ru,

<sup>1</sup>SUYEUOVA Nabat, Master, Senior Lecturer, nsuyeuova@mail.ru,

<sup>1</sup>YUSUPOV Asgerbek, Senior Lecturer, askerbek\_usa@mail.ru,

<sup>1</sup>RZAYEVA Kamar, Senior Lecturer, sisenkyzy@mail.ru,

<sup>1</sup>BILASHOVA Gulmira, Master, Senior Lecturer, ms.bilashova@mail.ru,

<sup>1</sup>NCJSC «Sh. Yessenov Caspian University of Technology and Engineering», Kazakhstan, Aktau, Microdistrict 32,

\*corresponding author.

**Abstract.** The purpose of the study is to use the method of the theory of warehouse systems in order to optimize the work of the warehouse economy of seaports, through the rational distribution of intra-warehouse port cargo flows. It is established that the traditional method of calculating inventory and warehouse capacity is not accurate enough, since it only approximately takes into account random processes of inventory formation. The features of the technological scheme of transshipment at the port warehouse complex for the transformation of warehouse cargo flows, developed on the basis of this theory, are analyzed. The implementation of the optimal distribution of warehouse cargo flows by the method of determining the inventory of goods based on the application of probability theory and mathematical statistics is considered. It is determined that, taking into account changes in warehouse cargo flows by the intensity and nature of incoming and outgoing flows, the method of the theory of warehouse systems performs an in-depth analysis of fluctuations in cargo flows and associated stocks. It is concluded that the application of the methods of the theory of warehouse systems makes it possible to calculate cargo storage stocks with great accuracy for any random fluctuations in daily cargo flows of arrival and departure of goods and ensures rational inventory management at port warehouses in supply chains.

**Keywords:** warehouse, cargo flow, arrival, departure, inventory, capacity, probability, unevenness, supply chain.

## REFERENCES

1. Dybskaya, V.V. Logistika skladirovaniya: uchebnik / V.V. Dybskaya. – Moscow: INFRA-M, 2021. – 559 p.
2. Mirotin L.B. Logistika, tekhnologiya, proektirovanie skladov, transportnyh uzlov i terminalov / L.B. Mirotin, A.V. Bul'ba, V.A. Demin. – Rostov n/D.: Feniks, 2009. – 408 p.
3. Malikova T.E. Sklady i skladskaya logistika: uchebnoe posobie dlya vuzov / T.E. Malikova. – Moscow: Publ. YUrajt, 2022. – 157 p.
4. Malikov O.B. Perevozki i skladirovanie tovarov v cepyah postavok / O.B. Malikov. – Moscow: FBGOU «Ucheb.-metod. centr po obrazovaniyu na zh.-d. transporte», 2014. – 536 p.
5. Malikov O.B. Sklady i gruzovye terminaly / O.B. Malikov. – Saint Petersburg: Biznes-pressa, 2010. – 648 p.
6. Malikov O.B. Skladskaya i transportnaya logistika v cepyah postavok / O.B. Malikov. – Saint Petersburg: Piter, 2015. – 400 p.
7. Malikov O.B. Delovaya logistika / O.B. Malikov. – Saint Petersburg: Politehnika, 2003. – 240 p.
8. Prokof'eva T.A. Logisticheskie centry v transportnoj sisteme Rossii: ucheb. posobie / T.A. Prokof'eva, V.I. Sergeev. – Moscow: Publishing House «Ekonomicheskaya gazeta», 2012. – 522 p.
9. Logistika i upravlenie cepyami postavok na transporte: uchebnik dlya vuzov / I.V. Karapetyanc [i dr.]; Pod redakciej I.V. Karapetyanc, E.I. Pavlovoj. – Moscow: Publ. YUrajt, 2022. – 362 p.
10. Logistika i upravlenie cepyami postavok: uchebnik dlya vuzov / V.V. SHCHerbakov [i dr.]; Pod redakciej V.V. SHCHerbakova. – Moscow: Publ. YUrajt, 2022. – 582 p.