
**КӨЛІКТЕГІ ЛОГИСТИКА, ТАСЫМАЛДАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ
ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК
TRANSPORT LOGISTICS, ORGANIZATION OF TRANSPORTATION**

ӘОЖ 629.12(045)

DOI 10.52167/1609-1817-2022-123-4-105-114

А.Ө. Табылов[✉], **Н.Б. Сүйеуова**, **А.А. Юсупов**, **К.С. Рзаева**, **Г.И. Билашова**
Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті,
Ақтау, Қазақстан
E-mail: tabylov62@mail.ru

**ТЕҢІЗ ПОРТЫНЫҢ АЙЛАҚТАРЫ БОЙЫНША ЖҮК АҒЫНДАРЫН ОҢТАЙЛЫ
БӨЛУ МӘСЕЛЕСІН ШЕШУ ҮШІН СЫЗЫҚТЫҚ БАҒДАРЛАМАЛАУ
ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ**

Андатпа. Мультимодальды тасымалдауды ұйымдастырудың қазіргі жағдайында теңіз порттарының бәсекеге қабілеттілігі мен өткізу қабілеті көбінесе теңіз портының айлақтары бойынша жүк ағындарын бөлуді оңтайландырумен анықталады. Теңіз порттарында материалдық ағындар жүк ағындары түрінде болады, оларға кеңістікте және белгілі бір уақыт аралығында физикалық қозғалыс үшін логистикалық операциялар қолданылады.

Мақалада теңіз портының айлақтарында жүк ағындарының оңтайлы таралуын таңдау кезінде дұрыс шешім табуға мүмкіндік беретін сызықтық бағдарламалау әдістерін қолдана отырып, оңтайландыру мәселесін шешудің ерекшеліктері көрсетілген. Орындау әдістемесі және теңіз портының айлақтары бойынша жүк ағындарының оңтайлы таралуын есептеу мысалы қарастырылады. Теңіз портының айлақтары бойынша жүк ағындарын оңтайлы бөлу мәселесін шешу үшін сызықтық бағдарламалау әдістерін қолдану коммерциялық және жүк операциялары кезінде кемелердің тоқтап қалу сомасын төмендететіні, бірдей мақсатты мақсаты бар бірнеше гетерогенді экономикалық элементтерді қамтитын кешенді шығындардың аз шамасын қамтамасыз ететіні анықталды.

Түйінді сөздер. Сызықтық бағдарламалау, оңтайландыру мәселесі, теңіз порты, айлақтар, жүк ағындары, математикалық модельдеу, уақытты үнемдеу кірістері.

Кіріспе.

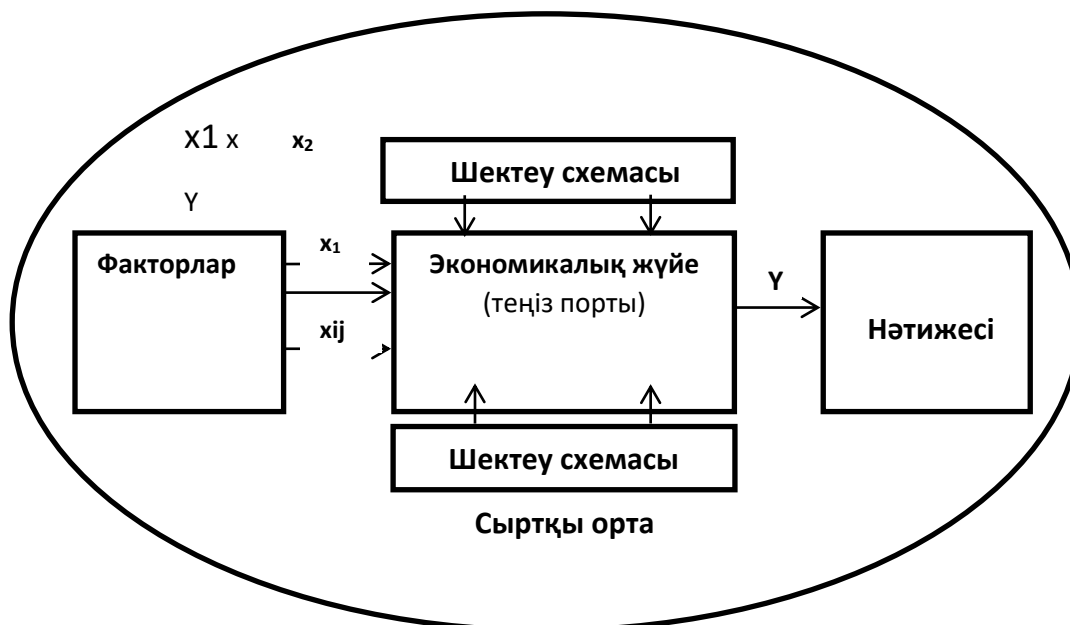
Теңіз көлігінде стивидорлық компаниялардың жұмысын басқару процесінде көбінесе оңтайландыру міндетін шешу қажет, мұнда техникалық ресурстарды немесе басқа құралдарды пайдаланудың бірнеше мүмкін мүмкіндіктерінен оңтайлы таңдау қажет – сапалық сипаттамаларды белгілі бір мәндерге келтіру.

Теңіз көлігіндегі сызықтық бағдарламалаудың негізгі мақсаты жүктер мен жолаушыларды тасымалдау процесінің математикалық моделін құру, теңіз көлігі жүйесінің құрылымдық элементтерінің жұмыс істеуі теңіз болып табылады [1]. Сонымен қатар, көлік қызметін зерттеу қолданбалы математикада қолданылатын әдістерге негізделген – күрделі жүйелерді бөлу теориясы және операцияларды зерттеу.

Материалдар мен тәсілдер.

Математикалық модельдеу - бұл оңтайландыру мәселелерін шешудің теориялық негізі, таңдалған индикатордың максималды сапалық мәніне қол жеткізуді қамтамасыз ететін басқару параметрлерінің маңызды сандық мәндерін анықтау әдістерін зерттейді.

Басқару критерийлерінің бұл мәндері оңтайлы жоспарды анықтайды. 1-суретте оңтайландырудың құрылымдық түрі көрсетілген. Оңтайландыру міндеті ресурстардың шектеулі болуымен туындайды, осылайша оңтайлы жоспар басқару параметрлеріне қолма - қол ресурстар қойған шектеулерді сақтайтын жобалар арасында анықталады.



1 сурет - Оңтайландыру тапсырмасының құрылымдық көрінісі

1 кесте - Порт стивидорлық компанияның жұмысын басқарудың оңтайландыру міндеттерін шешу кезеңдері

Құрылыс кезеңдері	Сипаттама
1	2
<i>1. Бірінші кезең</i>	
<i>Басқару параметрлерін таңдау</i>	Зерттеушінің міндеті - анықтаушы факторлар мен екінші дәрежелі факторларды бөліп көрсету. Жоспарлау мен басқарудың түпкі мақсаты үшін маңызды параметрлерді ғана таңдау маңызды. Басқа, шамалы параметрлерге келетін болсақ, олардың ықтимал әсері туралы жалпы түсінікке ие болу жеткілікті.
<i>2. Екінші кезең</i>	
<i>Сапа көрсеткішін (нысаналы функция) таңдау</i>	Мақсатты функцияны таңдағанда, осы тапсырма қарастырылатын нақты жағдайға сүйену керек. Кейбір жағдайларда оңтайландыруға болатын нәрсе басқаларында тиімсіз болуы мүмкін. Мысалы, жағдай орындалатын жұмыс көлемін (шығарылатын өнім, тасымалдау және т.б.) оңтайландыру қажет екенін түсінуі мүмкін. Бірақ басқа жағдайларда ресурстардың шығындарын (мысалы, олар өте тапшы болған кезде) немесе шұғыл жұмысты орындауға кететін уақытты және т. б. азайтуға әкелуі мүмкін.

<i>3. Үшінші кезең</i>	
<i>Бастапқы ақпаратты дайындау және өңдеу</i>	Оңтайландыру мәселесін шешу үшін теңіз портының қызметтері мен бөлімдерінен аналитикалық ақпаратты алу және өңдеу қажет. Сапалы ақпарат алуда және оны топтастыруда бірыңғай орталықтандырылған дерекқордың болмауына, қызмет қызметкерлерінің жұмыспен қамтылуына, сондай - ақ құжаттардың құпиялылығына, экономикалық және техникалық көрсеткіштерге байланысты үлкен қиындықтар бар [2,3]. Сондықтан, осы кезеңде, егер қажет болса, қосымша автоматтандырылған деректерді жинау жабдығын, қажетті бағдарламалық жасақтама пакеттерін және т. б. сатып алған жөн.
<i>4. Төртінші кезең</i>	
<i>Математикалық бағдарламалау мәселесін шешу үшін әдісті таңдау</i>	Есепті шығарғаннан кейін оны әртүрлі компьютерлік бағдарламалардың көмегімен шешуге болады, мысалы MatLab – «Matrix Laboratory» әртүрлі деңгейдегі математикалық есептеулерді шешуге арналған қуатты бағдарлама, сонымен қатар бағдарламалау тілі; матрицаларға негізделген мәліметтер құрылымы; функциялардың кең спектрі; объектіге бағытталған мүмкіндіктер.
<i>5. Бесінші кезең</i>	
<i>Алынған нәтижелерді талдау және жұмыс бағдарламасын жасау</i>	Бұл кезең тапсырма белгілі бір әдіспен шешіліп, оңтайлы жоспар алынғаннан кейін пайда болады. Бірақ оңтайлы жоспар әрдайым іс жүзінде жүзеге асырыла бермейтінін есте ұстаған жөн. Практикалық қолдану үшін оған жиі түзетулер енгізу қажет: біріншіден, белгілі бір себептермен математикалық модельге енгізілмеген шектеулерді ескеру қажет. Содан кейін оңтайлы жоспар өндіріс немесе көлік процесінің жекелеген буындары бойынша ресурстардың үлкен бөлінуіне әкеліп соқтыруы мүмкін. Алынған оңтайлы жоспар қанағаттандырмайтын осы мақсатқа тән басқа талаптар туындауы мүмкін. Мұның бәрі оңтайлы жоспарды кейбір талдауларға ұшырату қажеттілігіне әкеледі. Нәтижесінде жұмыс бағдарламасы пайда болатын түзетулер енгізу қажеттілігі анықталады; оны іске асыруға ұсынуға болады.

Нәтижелер.

Осылайша, желілік бағдарламалау құралдарының көмегімен порттың жұмысын басқаруды жетілдіруге қол жеткізуге болады, атап айтқанда АҚ «ҰК АТСП» (Ақтау теңіз сауда порты) стивидорлық компаниясының жүк ағындарына айлақтарды неғұрлым ұтымды бекітуді есептеу

Айталық «ҰК «Ақтау теңіз сауда порты» АҚ-да 16, 18 және 20 айлақтарда делік Q₁, Q₂, Q₃, Q₄ (мың тонна) мөлшерінде әртүрлі бағыттағы бас генералдық жүктердің төрт жүк ағынын қайта өңдеу жоспарлануда.

Әрбір бағыттағы жүктерді тасымалдауды белгілі бір техникалық-пайдалану сипаттамалары бар кемелермен жүзеге асыратын болады, ал әрбір айлақта қайта тиеу процесінде белгілі бір технология қолданылатын болады.

Айлақтардың жұмыс уақытының күнтізбелік бюджеті тәулікке сәйкес келеді: $T_1 = t_2 = t_3 = t_4 = 90$ күн. P_{ij} (тәулігіне мың тонна) жүктің белгілі бір түрін қайта тиеу кезінде әрбір айлақтың өткізу қабілеттілігінің көрсеткіштері және C_{ij} (мың ам. долл.) барлық айлақтарында барлық бағыттағы жүктерді қайта өңдеу бойынша тәуліктік шығыстардың кешенді (флот пен порт бойынша) нормативтік көрсеткіштері белгілі [4,5].

Ең аз кешенді шығындарды қамтамасыз ете отырып, айлақтарды жүк ағындарына оңтайлы бекітуді табу ұсынылады. Бастапқы деректер 2-кестеде келтірілген. Әрбір айлақ пен жүк ағыны үшін P_{ij} тордың төменгі сол жақ бұрышында, ал C_{ij} жоғарғы оң жақ бұрышта орналасқан.

Белгілейміз x_{ij} – i -ші айлақтың жұмыс уақыты (күн). j -ші жүк ағынын қайта өңдеуде. Есептің математикалық моделін қалыптастыруды шектеу критерийлерін жазудан бастайық.

Айлақ уақытының бюджеті бойынша шектеулер:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} \leq 90; \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} \leq 90; \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} \leq 90. \end{cases} \quad (1)$$

2 кесте - Бастапқы деректер тапсырмалар

Айлақ	Жүк ағындары								S_i	t_i	$90-t_i$
	1		2		3		4				
16	0	12	0	21	0	4,0	0	5,0	12,35	90	0,0
	0,9	0	0,8	0	1,0	70	0,7	20			
18	5,33	1,2	4,25	22	-1,0	5,0	-0,29	6,0	10,98	84,62	5,38
	1,3	84,62	1,0	0	1,0	0	0,8	0			
20	6,0	14	11,75	25	-2,2	7,0	-0,15	8,0	10,59	75,56	14,44
	1,5	0	1,4	42,86	1,2	0	1,1	32,7			
Q	110		60		70		50				
S_{ij}	13,33		26,25		4,0		7,14				

Осы теңсіздіктердің әрқайсысы барлық жүктерді өңдеудегі бір айлақтың жалпы жұмыс уақыты жоспарланған кезеңдегі айлақтың жұмыс уақытының белгіленген бюджетінен аспауы керек деген шартты көрсетеді.

Қайта өңделетін жүктің саны бойынша шекті шектеулер:

$$\begin{cases} 0,9x_{11} + 1,3x_{21} + 1,5x_{31} = 110; \\ 0,8x_{1,2} + 1,0x_{22} + 1,4x_{32} = 60; \\ 1,0x_{13} + 1,0x_{23} + 1,2x_{33} = 70; \\ 0,7x_{14} + 0,8x_{24} + 1,1x_{34} = 50. \end{cases} \quad (2)$$

Осы теңдіктердің әрқайсысы барлық айлақтарда белгілі бір бағыттағы жүкті толық өңдеу шартын білдіреді.

Теріс емес талап:

$$x_{ij} \geq 0, i=1,2,3; j=1,2,3,4$$

Кешенді шығындарды азайтатын мақсатты функция:

$$Z = 12x_{11} + 21x_{12} + 4x_{13} + 5x_{14} + 12x_{21} + 22x_{22} + 5x_{23} + 6x_{24} + 14x_{31} + 25x_{32} + 7x_{33} + 8x_{34} \rightarrow \min. \quad (3)$$

Бұл мәселені шешу үшін «ең үлкен айырмашылықтар» әдісінің есептеу алгоритмін қолдану қажет:

1. Әр айлақ үшін әртүрлі S_i жүк ағындарын өңдеудің орташа күрделі шығындарының мәндерін формула бойынша анықтайық:

$$S_1 = \frac{12+21+4+5}{0,9+0,8+1,0+0,7} = 12,35 \text{ (ам.долл./т);}$$

$$S_2 = \frac{12+22+5+6}{1,3+1,0+1,0+0,8} = 10,98 \text{ (ам.долл./т);}$$

$$S_3 = \frac{14+25+7+8}{1,5+1,4+1,2+1,0} = 10,59 \text{ (ам.долл./т).}$$

Алынған есептеу мәндері 2-кестеге S_i бағанына енгізіледі.

2. Салыстыру базасы ретінде біз 16 айлақты қабылдаймыз, өйткені:

$$\max \{12,35; 10,98; 10,59\} = 12,35 \text{ (ам.долл./т).}$$

3. 16 айлақ үшін әрқайсысының өңдеу құнын анықтаймыз жүк ағыны:

$$S_1 = \frac{12}{0,9} = 13,33;$$

$$S_2 = \frac{21}{0,8} = 26,25;$$

$$S_3 = \frac{4}{1,0} = 4;$$

$$S_4 = \frac{5}{0,7} = 7,14.$$

Нәтижелерді 2-кестенің S_{ij} жолына енгізейік.

4. Формула бойынша әр ұяшық үшін δ_{ij} бағасының мәнін табамыз:

$$\delta_{11} = 13,33 \cdot 0,9 - 12 = 0$$

$$\delta_{12} = 26,25 \cdot 0,8 - 21 = 0$$

$$\delta_{13} = 4 \cdot 1 - 4 = 0$$

$$\delta_{14} = 7,14 \cdot 0,7 - 5 = 0$$

$$\delta_{21} = 13,33 \cdot 1,3 - 12 = 5,33$$

$$\delta_{22} = 26,25 \cdot 1 - 22 = 4,25$$

$$\delta_{23} = 4 \cdot 1 - 5 = -1$$

$$\delta_{24} = 7,14 \cdot 0,8 - 6 = -0,29$$

$$\delta_{31} = 13,33 \cdot 1,5 - 14 = 6$$

$$\delta_{32} = 26,25 \cdot 1,4 - 25 = 11,75$$

$$\delta_{33} = 4 \cdot 1,2 - 7 = -2,2$$

$$\delta_{34} = 7,14 \cdot 1,1 - 8 = 0,15$$

δ_{ij} мәндерің 2-кестенің әр ұяшығының жоғарғы сол жақ бұрышына енгіземіз.

Бағалаудың оң мәні осы "АТСП" (Ақтау сауда теңіз порты) ҚТЖ айлағында жүктің әрбір түрін қайта өңдеуден шығыстарды үнемдеудің тәуліктік мөлшерін оны №16 айлақта қайта өңдеумен салыстырғанда сипаттайды [6,7]. Мысалы, бағалау $\delta_{21} = 13,33 \cdot 1,3 - 12 = 5,33$ бірінші жүк ағынын қайта өңдеуден бастап 16 емес, 18 айлақ тәулігіне 5,33 мың ам үнемделеді.долл.

Бағалаудың теріс мәні күнделікті шығындарды сипаттайды Бағалаудың теріс мәні күнделікті шығындарды сипаттайды, мысалы, $\delta_{23} = 4 \cdot 1 - 5 = -1$ мың ам. долл.

Бағалау минус 1 мың ам.долл. егер үшінші жүк ағыны №16 емес, №18 айлақта қайта өңделетін болса, тәулігіне шығын мөлшерін көрсетеді. Бағалаудың ең үлкен мәні; $\delta_{32} = 26,25 \cdot 1,4 - 25 = 11,75$; одан жүк ағындарын айлақтарға бекіту жоспарын құруды бастау керек:

$$x_{32} = \min \left\{ 90; \frac{60}{1,4} \right\} = 42,62$$

Демек, екінші жүк ағыны порттың 20-шы айлағы жартылай қайта өңделеді және $90 - 42,86 = 47,14$ күн әлі де қалады., осы айлақта басқа жүктер қайта өңделуі мүмкін.

Әрі қарай, 2-кестенің қалған бөлігінде (2-бағанды қоспағанда, яғни. 2 жүк ағыны) біз торды қайтадан максималды бағамен табамыз $\delta_{21} = 13,33 \cdot 1,3 - 12 = 5,33$.

Бірінші жүк ағынын қайта өңдеу бойынша №18 айлақтың жұмыс уақытын нықтаймыз, яғни:

$$x_{21} = \min \left\{ 90; \frac{110}{1,3} \right\} = 84,62$$

Және т. б. жүк ағындарының барлық көлемі бекітілгенге дейін алынған мәндер 2 - кестеде келтірілген.

Шешім нәтижесінде бізде:

$$x_{13} = 70 \quad x_{14} = 20 \quad x_{21} = 84,62 \quad x_{32} = 42,86$$

Мақсатты функцияны есептейміз:

$$Z = 4 \cdot 70 + 5 \cdot 20 + 12 \cdot 84,62 + 25 \cdot 42,86 + 8 \cdot 32,7 = 2728,54 \text{ мың ам. долл.}$$

Талқылау.

Жүк ағындарын бөлудің ұсынылған әдісін қолдана отырып, 16, 18, 20 айлақтары 70,18 күн жұмыс істейді деп қорытынды жасауға болады. Олар 2728,54 мың ам. шығындар кезінде жүктердің барлық санын өңдеуді қамтамасыз етеді.долл. және жұмсалмаған уақыттың қалдықтары 18-ші (5,38 күн) және 20-шы (14,44 күн) айлақтар. 18-ші және 20-шы айлақтардың үнемделген уақытынан түскен кірісті анықтау үшін біз келесі есептеулерді жасаймыз:

№1 кең пирсте 1 күн үшін қайта өңделген жалпы жүктердің санын табамыз:

$$q = Q_1/365, \quad (4)$$

мұндағы, Q_1 - №1 кең пирстегі қайта өңделген жүктің мөлшері:

Әрі қарай, біз портты 18-ші және 20-шы айлақтарда үнемделген уақыт ішінде қайта өңдей алатын жүктің мөлшерін анықтаймыз [8]:

$$q = 5080800/365 = 13920 \text{ тонна.}$$

Әрі қарай, біз портты 18-ші және 20-шы айлақтарда үнемделген уақыт ішінде қайта өңдей алатын жүктің мөлшерін анықтаймыз:

$$Q_2 = q \times t_{\text{пайдалан.}} \quad (5)$$

$$Q_2 = 13920 \times 19,82 = 275894,4 \text{ тонн.}$$

Бір жыл ішінде: $275894,4 \times 12 = 3310732,8 \text{ т.}$

№1 пирсте қайта өңделетін жүктің жаңа жалпы мөлшерін табамыз:

$$Q_3 = Q_1 + Q_2. \quad (6)$$

Бір жылдағы жалпы жүк айналымының көрсеткіші мәнге ие болады:

$$Q_3 = 3310,7 + 5080,0 = 8390,7 \text{ мың.т.}$$

18-ші және 20-шы айлақтарда үнемделген уақыттан түскен кірісті келесі формула бойынша есептейміз:

$$D = f \times Q_2, \quad (7)$$

мұндағы, f - бір тонна жүкті қайта өңдеу ставкасы, ам. долл./ т.

$$D = 8,97 \times 3310,7 = 29697 \text{ мың дол.}$$

Жалпы кірістер

:

$$D' = D_0 + D, \quad (8)$$

мұндағы, D -бастапқы кірістер, мың тг.;

D -үнемделген уақыттан түскен табыс, мың тг.

$$D' = 45567,6 + 29697 = 75264,6 \text{ мың долл.}$$

Демек, жүктерді айлақтар бойынша ұтымды бөлу және үнемделген уақытты пайдалану есебінен, бұл ең төменгі кешенді шығындарды қамтамасыз етеді, максималды экономикалық нәтижеге қол жеткізіледі.

Қорытынды.

Сызықтық бағдарламалау базасында орындалған теңіз көлігіндегі тасымалдау процесін математикалық модельдеу, порттың жүк ағындарын жүк айлақтары бойынша ұтымды бөлуді іске асыру мақсатында коммерциялық және жүк операциялары кезінде кемелердің тоқтап қалу уақытын барынша азайтуды қамтамасыз етеді, бұл нысаналы мақсаты бірдей кешенді шығыстардың төмендеуінен көрінеді және тұтастай алғанда теңіз порттарының өнімділігінің, өткізу қабілеттілігінің және жұмыс істеу тиімділігінің өсуіне ықпал етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Винников В.В. Системы технологий на морском транспорте (перевозка и перегрузка): Учебное пособие//В. В. Винников, Е. Д. Крушкин, Е. Д. Быкова; под общ. ред. В. В. Винникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ТрансЛит, 2010. — 576 с.

[2] Вепринская Т.А. Применение теории запасов для оптимизации парка контейнеров в портах контейнерной линии. - Спб.: Современные проблемы управления материальными запасами и их роль в повышении общественного производства. - Рукопись депонирована в ЦНИИ ТЭИМСе. 1981. - №10(120). - 6 с.

[3] Ветренко Л.Д. Управление работой морского порта. - СПб.: ЗАО «Строка». 2000. - 264 с.

[4] Воропаева Е.А. Проблемы управления портами в современных условиях//Е.А. Воропаева // Материалы международной научно-технической конференции «П.О.И.С.К.-2009». - Владивосток. 42. - 146-148 с. <http://dalrybvvtuz.ru/files/3039.pdf>

[5] Вильский Г.Б. Управление морским портом//Г.Б. Вильский, И.Н. Гончаров, Ю.Ю. Крук, Е.Д. Крушкин. - Одесса: Фешкс, 2010. - 428 с.

[6] Винокуров В.А. Организация стратегического управления на предприятии. - М.: Центр экономики и маркетинга. 1996. - 160 с.

[7] Махуренко Г.С., Смирнов И.С. Концептуальные модели корпоративного управления морским портом//Методы и способы управления развитием транспортных систем. 2008. - №14. - 62-79 с.

[8] Крушкин Е.Д. Моделирование и оптимизация управления основной деятельностью порта//Развитие методов управления на транспорте. Вып. №25. – Одесса: ОНМУ, 2007. – С. 24–52.

Abzal Tabylov, candidate of technical sciences, docent, Sh. Esenov Caspian State University of Technology and Engineering, Aktau, Kazakhstan, tabylov62@mail.ru

Nabat Suyeuova, senior lecturer, Sh. Esenov Caspian State University of Technology and Engineering, Aktau, Kazakhstan, nsuyeuova@mail.ru

Asgerbek Yusupov, senior lecturer, Sh. Esenov Caspian State University of Technology and Engineering, Aktau, Kazakhstan, askerbek_usa@mail.ru

Kamar Rzayeva, senior lecturer, Sh. Esenov Caspian State University of Technology and Engineering, Aktau, Kazakhstan, sisenkyzy@mail.ru

Гульмира Билашова, senior lecturer, Sh. Esenov Caspian State University of Technology and Engineering, Aktau, Kazakhstan, ms.bilashova@mail.ru

APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING METHODS FOR SOLVING THE PROBLEM OF OPTIMAL DISTRIBUTION OF CARGO FLOWS ALONG THE BERTHS OF THE SEAPORT

Annotation. In modern conditions of the organization of multimodal transportation, the competitive and throughput capacity of seaports is largely determined by the optimization of the distribution of cargo flows along the berths of the seaport. In seaports, material flows exist in the form of cargo flows, to which logistics operations for physical movement in space and in a certain period of time are applied.

The article describes the features of solving the optimization problem using linear programming methods, which allow you to find the right solution when choosing the optimal distribution of cargo flows along the berths of the seaport. The methodology of implementation and an example of calculating the optimal distribution of cargo flows along the berths of the seaport are considered. The methodology of implementation and an example of calculating the optimal distribution of cargo flows along the berths of the seaport are considered. It is determined that the use of linear programming methods to solve the problem of optimal distribution of cargo flows along the berths of the seaport reduces the amount of downtime for commercial and cargo operations, provides a minimum of complex costs, including several heterogeneous economic elements having the same purpose.

Keywords. Linear programming, optimization problem, seaport, berths, cargo flows, mathematical modeling, income from saving time.

Абзал Табылов, к.т.н., доцент, Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова, Актау, Казахстан, tabylov62@mail.ru

Набат Суйеуова, старший преподаватель, Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова, Актау, Казахстан, nsuyeuova@mail.ru

Асгербек Юсупов, старший преподаватель, Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова, Актау, Казахстан, askerbek_usa@mail.ru

Камар Рзаева, старший преподаватель, Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова, Актау, Казахстан, sisenkyzy@mail.ru

Гульмира Билашова, старший преподаватель, Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова, Актау, Казахстан, ms.bilashova@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУЗОПОТОКОВ ПО ПРИЧАЛАМ МОРСКОГО ПОРТА

Аннотация. В современных условиях организации мультимодальных перевозок конкурентно и пропускная способности морских портов во многом определяется оптимизацией распределения грузопотоков по причалам морского порта. В морских портах материальные потоки существуют в виде грузопотоков, к которым применяются

логистические операции по физическому перемещению в пространстве и в определенный промежуток времени.

В статье изложены особенности решения оптимизационной задачи с помощью методов линейного программирования, которые позволяют найти правильное решение при выборе оптимального распределения грузопотоков по причалам морского порта. Рассмотрены методология выполнения и пример расчета оптимального распределения грузопотоков по причалам морского порта. Определено, что применение методов линейного программирования для решения задачи оптимального распределения грузопотоков по причалам морского порта снижает сумму простоев судов под коммерческими и грузовыми операциями, обеспечивает минимум комплексных расходов, включающих несколько разнородных экономических элементов, имеющих одинаковое целевое назначение.

Ключевые слова. Линейное программирование, оптимизационная задача, морской порт, причалы, грузопотоки, математическое моделирование, доходы от экономии времени.
