

УДК 517.954

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ГАЗ ТАСЫМАЛДАУ МӘСЕЛЕСІН СЫЗЫҚТЫҚ БАҒДАРЛАМАЛАУ ӘДІСТЕРІМЕН ШЕШУ

Елемес Алмат Серікұлы

elemes.almat2709@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Іргелі математика кафедрасының студенті,

Нұр-Сұлтан қаласы, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Д.Сейлханова

Газды тасымалдау Қазақстан экономикасын дамыту міндеттерін шешуде маңызды рөл атқарады. Табиғи газ Қазақстанда магистральдық құбыр жүйесі арқылы тасымалданады, ол сегіз өңірден өтеді және тармақталған су асты құбырларын қоса алғанда, 10 000 км-ге созылған. Бүгінгі уақытта халықты газбен қамтамасыз ету толықтай жетілдірілмеген. "Нұр Отан" партиясының съезінде Елбасының тапсырмасы бойынша өңірлердің инфрақұрылымын дамыту шеңберінде 2019-2021 жыл кезеңінде газбен қамтамасыз ету мәселесі қойылды. Осыған орай менде осы мәселені шешуде сызықтық бағдарламалаудағы тасымалдау есебін қолдануды жөн көрдім. Бұл мәселені шешу үшін алдымен тасымалдау есебіне тоқталайық.

Тасымалдау есебінің жалпы тұжырымдамасы біршама біртекті жүктерді m жөнелту пунктінен n қабылдау пунктіне, яғни $A_1, A_2, \dots, A_m$ нүктелерінен $B_1, B_2, \dots, B_n$ нүктелеріне дейін тасымалдаудың оңтайлы жоспарын анықтаудан тұрады. Бұл жерде оңтайлы критерийі ретінде әдетте барлық жүктерді тасымалдаудың ең аз бағасы немесе оны жеткізудің ең аз уақыты алынады. Оңтайлы критерийі ретінде барлық жүкті тасымалдаудың минималды құны болатын тасымалдау есебін қарастырайық. c_{ij} – i -ші жөнелту пунктінен j -ші қабылдау пунктіне дейін бірлік жүкті тасымалдау тарифі, a_i – i -ші жөнелту пунктіндегі жүк қорлары, b_j – j -ші қабылдау пунктіндегі жүктің қажеттілігі, ал x_{ij} – i -ші жөнелту пунктінен j -ші қабылдау пунктіне дейін тасымалданатын жүк бірліктерінің саны болсын. Сонда тасымалдау есебінің математикалық түрде қойылуы келесі шарттар

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = \overline{1, n}), \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = \overline{1, m}), \quad (2)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad (i = \overline{1, m}), \quad (j = \overline{1, n}), \quad (3)$$

орындалған кезде төмендегі функцияның

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (4)$$

ең кіші мәнін анықтаудан тұрады.

$x_{ij} (i = \overline{1, m}), (j = \overline{1, n})$ айнымалылары (1) және (2) сызықты теңдеулер жүйесін қанағаттандырады және (3) теріс еместігі орындалып, жүктердің қажетті бөлігін әрбір қабылдау пунктіне жеткізу, барлық жөнелту пунктіндегі сыртқа тасымалдау, сондай-ақ кері тасымалдау қарастырылады.

1. Анықтама. (1) және (2) сызықты теңдеулер жүйесінің барлық теріс емес және келесі $X = (x_{ij}) (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n})$ матрицасымен анықталған шешімдері тасымалдау есебінің жоспары деп аталады.

2. Анықтама. $X^* = (x_{ij}^*) (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n})$ жоспарына сәйкес (4) функциясы өзінің ең кіші мәнін қабылдайды. Осы жоспарды тасымалдау есебінің оптималды жоспары деп аталады.

Әдетте тасымалдау есебінің бастапқы деректері келесі кесте түрінде беріледі.

<u>Жөнелту пункті</u>	<u>Қабылдау пункті</u>					<u>Қорлар</u>
	B_1	...	B_j	...	B_n	
A_1	c_{11} x_{11}	...	c_{1j} x_{1j}	...	c_{1n} x_{1n}	a_1
...	...	...	...	...	...	...
A_i	c_{i1} x_{i1}	...	c_{ij} x_{ij}	...	c_{in} x_{in}	a_i
...	...	...	...	...	...	...
A_m	c_{m1} x_{m1}	...	c_{mj} x_{mj}	...	c_{mn} x_{mn}	a_m
<u>Қажеттіліктер</u>	b_1	...	b_j	...	b_n	

Жеткізушілердің тауарларының жалпы ұсынысы $\sum_{i=1}^m a_i$ - тең, ал қабылдау пункттері бойынша

тауарлардың сұранысы $\sum_{j=1}^n b_j$ - ға тең. Егер қабылдау пунктіндегі тауарлардың сұранысымен

жеткізу пунктіндегі тауарлардың ұсыныстары тең, яғни

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (5)$$

теңдігі орындалатын болса, онда мұндай тасымалдау есебінің моделі жабық деп аталады. Егер де жоғарыдағы теңдік орындалмаса, онда мұндай тасымалдау есебінің моделі ашық деп аталады.

Теорема. Тасымалдау есебінің шешімінің бар болуы үшін оның қабылдау пунктіндегі тауарлардың сұранысымен жеткізу пунктіндегі тауарлардың ұсыныстары тең болуы, яғни (5) теңдігі орындалуы қажетті және жеткілікті.

Енді осы газ тасымалдау мәселесін шешуді қарастырайық. Бұл есепті шығару үшін қолымызда бар келесі мәліметтерді пайдаланайық. a_i – Қазақстандағы i -ші өңірдегі табиғи газ қорлары болсын. 2018 жылдың 11 айында табиғи газ өндіру 50,6 млрд текше метрді құрады. Бұл мәліметтер келесі кестеде анығырақ көрсетілген.

Табиғи газды сұйық немесе газ тәрізді күйінде өндіру қаңтар-қараша 2018 млн.куб.м						
БҚО	Атырау обл	Ақтөбе обл	Маңғыстау обл	Қызылорда обл	Жамбыл обл	ШҚО
18217,2	21494,6	6254,7	2848,6	953,7	318,7	484,8

b_j – Қазақстандағы j -ші өңірдегі тұтынушыларға жіберілген газ мөлшері болсын. 2018 жылы тұтынушыларға жіберілген газ көлемі төмендегі кестеде көрсетілген.

2018 жылы Қазақстандағы өңірлерде тұтынушыларға жіберілген газ мөлшері Өлшем бірлігі: млн.куб.м										
БҚО	Атырау обл	Ақтөбе обл	Маңғыстау обл	Қызылорда обл	Жамбыл обл	ШҚО	Алматы обл	Қостанай обл	Түркістан обл	Алматы қаласы
711,3	649	1406,8	636,6	422,2	1338,2	0,1	350,9	547,5	860,4	1253,8

Бізде Қазақстандағы табиғи газ қорлары мен тұтынушыларға жіберілген газ мөлшері болғанымен, бір өңірден екінші бір өңірге газ тасымалдау тарифі жоқ. Сондықтан бұл есепті шешудің басты мәселелерінің бірі болды. Қазіргі уақытта газ тасымалдаудың бірнеше әдістері бар және соларға тоқталатын болсақ.

1.LNG (Liquified Natural Gas) – сұйытылған табиғи газ. Табиғи газды -160°C температураға дейін салқындату кезінде алынады. Бұл ретте газ көлемі бойынша 600 есе сығылады, ал оның салмағы газ тәрізді жай-күймен салыстырғанда екі есе азаяды.

2.CNG (Compressed Natural Gas) - сығылған табиғи газ (метан): жер қыртысында түзілетін газ тәрізді көмірсутектер, жоғары экономикалық энергетикалық отын. Бұл ретте LNG-ға қарағанда CNG-мен тасымалдаған тиімді келеді. CNG пайдалану кезінде 500 км еңсеруге шамамен 6 доллар жұмсалады. Ендігі мәселе бұл бір өңірден екінші бір өңірге дейінгі арақшықтық керек болады. Бұл арақшықты есептедім және оны төмендегі кестеден көруге болады.

Өлшем бірлігі: км											
	БҚО	Атырау обл	Ақтөбе обл	Маңғыстау обл	Қызылорда обл	Жамбыл обл	ШҚО	Алматы обл	Қостанай обл	Түркістан обл	Алматы қаласы
БҚО	100	285	529	599	1045	1734	2168	2129	958	1508	2104
Атырау обл	285	100	489,44	423,14	961,11	1577,14	2165,3	1990,46	957,24	1372,19	1982,94
Ақтөбе обл	529	489,44	100	619,41	567,9	1135,25	1675,93	1607,02	504,71	978,82	1530,76
Маңғыстау обл	599	423,14	619,41	100	822,67	1440,36	2163,22	1893,78	1118,37	1182,28	1841,91
Қызылорда обл	1045	961,11	567,9	822,67	100	626,43	1363,49	1071,63	695,43	416,22	1032,97
Жамбыл обл	1734	1577,14	1135,25	1440,36	626,43	100	875,78	467,27	998	299,6	406,95
ШҚО	2168	2165,3	1675,93	2163,22	1363,49	875,78	100	505,75	1278,28	1167,06	713,37

Осы арақашықтықтар арқылы бір өңірден екінші бір өңірге газ тасымалдауының тарифін анықтауға болады және де газ тасымалдауының бастапқы деректері жазылған кестені төменде көрсетілген.

Бағасы: теңге/ мың.куб.м												
	БҚО	Атырау	Ақтөбе	Маңғыстау	Қызылорда	Жамбыл	ШҚО	Алматы обл	Қостанай	Түркістан	Алматы қ.	Қорлар/ млн.куб.м
БҚО	455,4	1297,89	2409,066	2727,846	4758,93	7896,636	9873,072	9695,466	4362,732	6867,432	9581,616	18217,2
Атырау	1297,89	455,4	2226,906	1926,342	4376,394	7181,658	9859,41	9062,46	4358,178	6248,088	9030,582	6254,7
Ақтөбе	2409,066	2226,906	455,4	2818,926	2586,672	5168,79	7632,504	7318,278	2299,77	4458,366	6972,174	21496,6
Маңғыстау	2727,846	1926,342	2818,926	455,4	3747,942	6557,76	9850,302	8643,492	5091,372	5382,828	8388,468	2848,6
Қызылорда	4758,93	4376,394	2586,672	3747,942	455,4	2850,804	6207,102	4881,888	3165,03	1894,464	4704,282	953,7
Жамбыл	7896,636	7181,658	5168,79	6557,76	2850,804	455,4	3989,304	2131,272	4544,892	1361,646	1853,478	318,7
ШҚО	9873,072	9859,41	7632,504	9850,302	6207,102	3998,412	455,4	2304,324	5820,012	5314,518	3247,002	484,8
Қажеттіліктер млн.куб.м	1406,8	350,9	649	711,3	1338,2	547,5	422,2	636,3	860,4	0,1	1253,8	

Енді осы бастапқы берілген деректер арқылы газ тасымалдануға кететін ең аз шығынды есептеу керек. Бұны есептеу үшін теорема бойынша алдымен Қазақстандағы газ қорларымен тұтынушыларға жіберілген газ мөлшері тең болуы қажет. Бұл теңдік орындалатындай етіп фиктивті бағанды қостым және ол келесі кестеде көрсетілген.

	БҚО	Атырау	Ақтөбе	Маңғыстау	Қызылорда	Жамбыл	ШҚО	Алматы обл	Қостанай	Түркістан	Алматы қ.	Фиктивті(экспорт)	Қорлар/ млн.куб.м
БҚО	455,4	1297,89	2409,066	2727,846	4758,93	7896,636	9873,072	9695,466	4362,732	6867,432	9581,616	15000	18217,2
Атырау	1297,89	455,4	2226,906	1926,342	4376,394	7181,658	9859,41	9062,46	4358,178	6248,088	9030,582	15000	6254,7
Ақтөбе	2409,066	2226,906	455,4	2818,926	2586,672	5168,79	7632,504	7318,278	2299,77	4458,366	6972,174	15000	21496,6
Маңғыстау	2727,846	1926,342	2818,926	455,4	3747,942	6557,76	9850,302	8643,492	5091,372	5382,828	8388,468	15000	2848,6
Қызылорда	4758,93	4376,394	2586,672	3747,942	455,4	2850,804	6207,102	4881,888	3165,03	1894,464	4704,282	15000	953,7
Жамбыл	7896,636	7181,658	5168,79	6557,76	2850,804	455,4	3989,304	2131,272	4544,892	1361,646	1853,478	15000	318,7
ШҚО	9873,072	9859,41	7632,504	9850,302	6207,102	3998,412	455,4	2304,324	5820,012	5314,518	3247,002	15000	484,8
Қажеттіліктер млн.куб.м	1406,8	350,9	649	711,3	1338,2	547,5	422,2	636,3	860,4	0,1	1253,8	42397,8	50574,3

Бұл тасымалдау есебін шығару үшін Симплекс әдісін Microsoft Excel программасын қолдана отырып шығарады және оны төмендегі кестеден көруге болады.

	БҚО	Атырау	Ақтөбе	Маңғыстау	Қызылорда	Жамбыл	ШҚО	Алматы обл	Қостанай	Түркістан	Алматы қ.	Фиктивті(экспорт)	Қорлар/ млн.куб.м
БҚО	1406,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16810,4	18217,2
Атырау	0	350,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5903,8	6254,7
Ақтөбе	0	0	649	0	1338,2	167,6	0	0	860,4	0	935,1	17546,3	21496,6
Маңғыстау	0	0	0	711,3	0	0	0	0	0	0	0	2137,3	2848,6
Қызылорда	0	0	0	0	0	379,9	0	573,7	0	0,1	0	0	953,7
Жамбыл	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	318,7	0	318,7
ШҚО	0	0	0	0	0	0	422,2	62,6	0	0	0	0	484,8
Қажеттіліктер													655024285,9
млн.куб.м	1406,8	350,9	649	711,3	1338,2	547,5	422,2	636,3	860,4	0,1	1253,8	42397,8	млн

Қорытындылай келе Симплекс әдісін Microsoft Excel программасын қолданып тасымалдау есебінің оптималды жоспары анықталды. Бұл әдіс арқылы Қазақстандағы газ тасымалдануының ең тиімді жоспарын алдық. Бұл жоспар арқылы тасымалдауға кеткен бір жылдық шығын 6550274285,9 млн теңгені құрайды. Бұл тапқан шығынның мәні Қазақстандағы газ өнімдерін тасымалдаудың ең минималды мәнін құрайды. Ақтөбе облысы, жоғарыда көріп тұрғандарыңыздай, 649 млн.куб.м өз аумағына, 1338,2 млн.куб.м Қызылорда облысына, 167,6 млн.куб.м Жамбыл облысына, 860,4 млн.куб.м Қостанай облысына, 935,1 млн.куб.м Алматы қаласына тасымалдайды, ал қалған 17546,3 млн.куб.м экспортқа шығарады. Ақтөбе облысы арқылы тасымалдаудың бұл түрі Қазақстан үшін, осы мәліметтерге сәйкес ең тиімді тасымалдау түрі болып табылады. Дәл сол сияқты қалған өңірлердің де біздің еліміз үшін ең тиімді тасымалдау түрін анықтадық.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Математическое программирование в примерах и задачах, Акулич И.Л., 2011.
2. <http://www.kp.kz/14325-eksport-gaza-v-kazakhstane-uvelichilsya-na-15https://www.gaas.ee/ru/kommercheskomu-klientu/cng/>