

Vilayət İsmayilov

Azərbaycan Əmək və Sosial Münasibətlər Akademiyası

e-mail: ivir6@rambler.ru

DAŞIMADA NƏQLİYYAT AQRƏQATININ ƏN QISA MARŞRUTUNUN TƏYİN EDİLMƏSİNİN ŞƏBƏKƏ MODELİ

Məqalədə kənd təsərrüfat yükünün anbar və satış məntəqələri arasında paylanması optimal marşrutun müəyyən edilməsinə şəbəkə ilə verilmiş nəqliyyat məsələsi kimi baxılmışdır. Məhdudiyyət şərtləri əsasında qapalı dövrə qurularaq nəqliyyat vasitəsinin ən qısa marşrutunu təmin edən iqtisadi-riyazi model qurulmuşdur. Modelin tətbiqi imkan verir ki, bu tip nəqliyyat məsələlərinin həlli zamanı daşıma xərclərinin və qət edilən məsafənin optimal variantı seçilsin.

Daşımanın iqtisadi-riyazi məsələləri və problemlərinə xammalın sifariş mənbəyinin və daşıma vasitələrinin xarakteristikası, tələbatın proqnozlaşdırılması, daşıma vasitələrinin seçilməsi, dislokasiyanın xarakteristikası, modelin etibarlılığının təmin edilməsi mərhələləri aiddir.

Xammalın sifariş mənbəyinin xarakteristikası dedikdə istehsalın həcmının müəyyən edilməsi, daşımanın dövrüliyi, ardıcılığı və kompleksləşdirilməsi, sifariş mənbəyinin təyin edilməsi, istehsalın mövsümliliyi və s. başa düşülür.

Daşıma vasitələrinin xarakteristikalarına marşrutlaşdırma, yəni əlverişli-optimal marşrutun təyini, maksimal axının həcmi, məhsulun çatdırılması, nəqliyyat vasitələrinin yüklənməsi, qabların geri qaytarılması və s. aiddir.

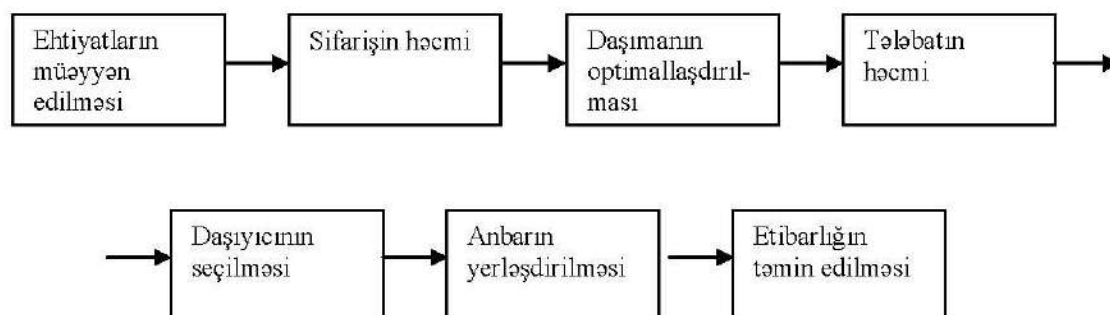
Tələbatın proqnozlaşdırılması tələbatın dinamikasını, trendlər və məlumatların səlisləşdirilməsini, tələbatın mövsümliliyini, uzunmüddətli proqnozların tərtib edilməsini əhatə edir.

Daşıma vasitələrinin seçilməsinə sifariş mənbələrinin, texnika və avadanlıqların, proqram təminatının, daşıma zəncirinin ardıcılığının, maliyyələşdirmənin seçilməsi aiddir.

Dislokasiyanın xarakteristikası dedikdə aralıq və mərkəzi anbarların, anbarların yerləşmə yerinin, xidmət məntəqələrinin müəyyən edilməsi və yerləşdirilməsi aiddir.

İstehsalın, xammalın mövcudluğunun etibarlılığının qiymətləndirilməsinə proseslərin etibarlılığının normalaşdırılması, daşıma zəncirinin rezervləşdirilməsi, daşıma zəncirinin sxem və funksional etibarlılığı aiddir.

Beləliklə, daşımanın iqtisadi-riyazi modelləşdirilməsinin struktur sxemini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:



Şəkil 1. Daşımanın iqtisadi-riyazi modelləşdirilməsinin struktur sxemi

Daşımanın funksional və funksional-struktur prosesli modelləri vardır. Daşıma zəncirində əməliyyatların təklif edilən modellərinə malların planlaşdırılması, alınması və daşımasını birləşdirən, malları gətirənlərlə, istehsalçı və sonuncu istifadəçi arasında əlaqələrin qurulması və çatdırıl-

masının səmərəli idarə edilməsini təşkil etməyə imkan verən standart qaydaların geniş spektri daxildir [2, s.124-132].

Daşımının modeləşdirilməsinə modellərin qurulması, öyrənilməsi və tətbiq edilməsi daxildir. Burada optimal parametrlərin, rejimlərin istifadə şərtlərinin təyin edilməsi nəzərdən keçirilir.

Məsələn, satış mərkəzinin yerləşdirilməsi məsələsində Reyli modelinə əsasən tələbat mərkəzi ilə satış mərkəzi arasında əlaqə əhalinin sayı ilə (N) düz, onlar arasında olan məsafənin (L_i) kvadratı ilə tərs mütənəsbdir [1, s.4]:

$$\frac{N_1}{L_1^2} = \frac{N_2}{L_2^2} \quad (1)$$

Yəni, (1) şərti doğrudur, başqa sözlə

$$N_1 L_2^2 = N_2 L_1^2 \quad (2)$$

Deməli, istehsalın həcmi və yerləşmə məsafəsi istehsal müəssisəsinin yerləşmə yerini müəyyən edən əsas parametrlərdir. Tələbedicilərin satış mərkəzi əhalinin sayının çox olduğu yerə yaxın yerləşdirilməlidir ki, daşıma xərcləri minimal olsun.

İqtisadi-riyazi modeləşdirmədə əsas mərhələlərdən biri nəqliyyat məsələsidir. Nəqliyyat məsələləri klassik və çox nomenklaturalı nəqliyyat məsələlərinə ayrılır. Klassik nəqliyyat məsələsinin mahiyyəti anbarlarda (n_i) olan müxtəlif növ (A_i) xammalın ehtiyatlarının (a_i) bu xammala (B_j) olan ehtiyacının (b_j) tələbedicilər (m_j) arasında paylanmasıdır. Bu zaman xammal vahidinin i -ci anbardan j -ci tələbedicilərə daşınmasının dəyəri C_{ij} məlum olmalıdır. Bu məlumatlar məhsulun istehsalı və satışı qiymətlərinin trendindən, yəni bu kəmiyyətlərin dəyişməsinin qanunauyğunluqlarından müəyyən edilir [4].

Məsələnin həllində tələb edilir ki, anbarlardan tələbedicilərə xammal daşınmasının ehtimalı (X_{ij}) tapılmalıdır ki, bu zaman daşıma xərcləri ən az – minimal olsun.

Bu məsələnin optimal həllində tələb-təklifin balans şərti gözlənilməlidir:

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^m b_j \quad (3)$$

Məqsəd funksiyası

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min \quad (4)$$

Daşımaya sifarişlərin ödənilməsində ehtiyatların tam daşınması $\sum X_{ij} = a_i$, $\sum X_{ij} = b_i$ və həcm planının mənfi olmaması şərti $X_{ij} \geq 0$ ödənilməlidir.

Bu məsələnin müvafiq proqramda həlli mümkündür.

Çox nomenklaturalı nəqliyyat məsələlərində klassik məsələlərdən fərqli olaraq qeyri-bircins yükün daşınmasından söhbət gedir. Bu anbarlardan göndərilənlərə uyğunlaşmayandır.

Məsələnin qoyuluşuna görə j -ci anbarda olan k -cı növ məhsulun Q_{jk} ehtiyatı, i -ci tələbedicinin k -cı növ məhsula olan ehtiyacı q_{jk} təşkil edir. i -ci tələbediciyə j -ci anbardan daşınan k -cı növ məhsulun həcmi X_{ijk} , daşımanın tarifi C_{ijk} təşkil edir.

Anbarlardan (m_i) müxtəlif ehtiyata malik olan malların (p_i) tələbediciyə (n_i) daşınmasının ehtimalı tapılmalıdır ki, xərclər minimal olsun.

Məqsəd funksiyası və məhdudiyyətlər aşağıdakı kimi verilir:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{ijk} C_{ijk} &\rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^p X_{ijk} &\leq Q_{jk} \\ \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{ijk} &\leq q_{jk} \\ X_{ijk} &\geq 0. \end{aligned} \quad i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; k = \overline{1, p}. \quad (5)$$

Matrisin diaqonal damalarının şərti $C_{ijk} = \infty$ təşkil edir.

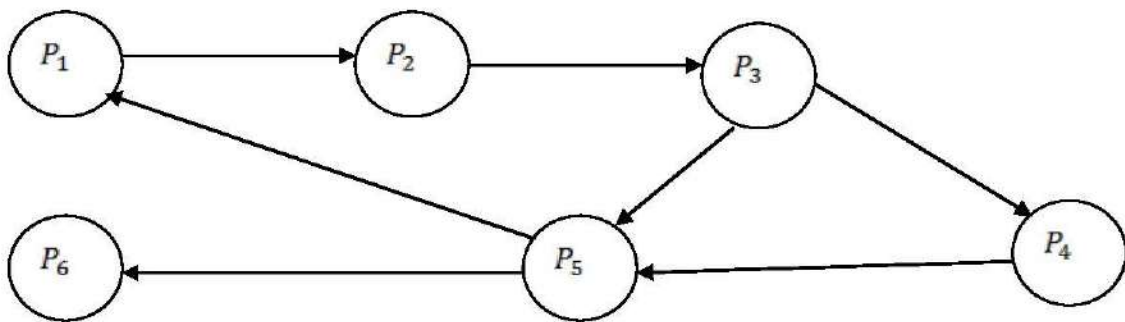
Eyni zamanda, tələbin təklifi üstələməsinə yol verilmir, yəni:

$$\sum_{j=1}^m Q_{jk} \geq \sum_{i=1}^n q_{jk}, \quad k = \overline{1, p} \quad (6)$$

Xətti proqramlaşdırmanın A anbarlı və B tələbedicili klassik nəqliyyat məsələsində B -məntə-qəsindən A anbarına yükün daşınması mümkün deyil. Çünki burada məsələ yükün ancaq anbardan tələbediciyə daşınmasını nəzərdə tutur.

Lakin təcrübədə, xüsusilə kənd təsərrüfatında bəzi tələbat məntəqələri eyni zamanda daşıma məntəqəsi ola bilər. Başqa sözlə, onlara nə isə daşınmaqla onlardan da nə isə daşınır. Məsələn, yükün qablaşdığı taraların boşaldıqdan sonra geriye daşınması. Bu halda ümumi şəkildə söhbət məntə-qələr arasında yük daşımının şəbəkəsindən gedir.

Nəqliyyat məsələsi şəbəkə təsvirində daha əyani olduğu üçün yaxşı başa düşülür.



Şəkil 2. Nəqliyyat məsələsinin şəbəkə təsviri

Şəbəkə modelləri formasında daşımının ən qısa və ya əlverişli marşrutun yolunun axtarılıb tapılması məsələsi həll edilir. Şəbəkə ilə verilmiş nəqliyyat məsələsinin həllinin metodologiyasının əsasında qraflar nəzəriyyəsi durur [5].

Hazır məhsulun satış mərkəzindən məntəqələr n arasında paylanması məsələsini nəzərdən keçirək. Məntəqələr arasında məsafələrin matrisi $\{L_{ij}\}$ ümumi şəkildə aşağıdakı kimi verilir.

Həlqəvi marşrutların planlaşdırılması zamanı xüsusi ədəbiyyatda istifadə edilən “Tacir məsələsi” xarakterikdir [3].

Məsələnin mürəkkəbliyinə əmin olmaq və vəziyyəti aydınlaşdırmaq üçün altı məntəqəyə məhsulun paylanmasında məntəqələri keçmə ardıcılığının mümkün 720 variantı olmasını qeyd etməliyik.

Məntəqələr arasında ən qısa marşrutu seçən zaman, məsafələrin matrisi tərtib edilərkən qraflar nəzəriyyəsinə görə yükün daşındığı məntəqələri qrafın təpələri (m, V) kimi təsvir etmək olar. Burada m - yükü daşıyan zaman nəqliyyat vasitəsinin gətirdiyi məntəqələrin çoxluğudur. V - aralarında avtomobil yolları ilə birləşdirilmiş məntəqələrin çoxluğudur. Məntəqələr arasındakı qövsləri $l'(i, j)$ işarə edib, mövcud olan (m_j, m_i) qövslərindən mütləq (m_j, m_i) qövslərinin mövcudluğu yaranır.

Hazır məhsulun satış mərkəzindən n məntəqə arasında paylanması məsələsini nəzərdən keçirək. Məntəqələr arasında məsafələrin matrisi $\{L_{ij}\}$ ümumi şəkildə aşağıdakı kimi verilir.

Nəqliyyat aqreqatının ən qısa həlqəvi marşrutunun təyin edilməsi tam sonlu qrafda ən az uzunluğa malik hamilton yolunun tapılması deməkdir [5]:

$$L'(t) = \sum_{i,j=0}^m l'(i, j) \rightarrow \min \quad (7)$$

Burada $l'(i, j)$ - i -ci məntəqədən j -ci məntəqəyə keçid məsafəsidir, km;
 $i, j = 0, 1, 2, \dots, m$ - matrisin sütunları və sətirləri üzrə məntəqələrin nömrəsidir;
 m - kənd təsərrüfatı yükünü paylayan zaman gedilən məntəqələrin sayıdır;
 Məsafələrin nümunəvi matrisi cədvəl 1-də verilmişdir.

Nəqliyyat aqreqatının məntəqələr arasında gediş məsafələrinin matrisi

Cədvəl 1.

Məntəqələrin nömrəsi	0	1	2	3	...	$j-1$	j
0	∞	$l'(0,1)$	$l'(0,2)$	$l'(0,3)$	...	$l'(0, j-1)$	$l'(0, j)$
1	$l'(1,0)$	∞	$l'(1,2)$	$l'(1,3)$	...	$l'(1, j-1)$	$l'(1, j)$
2	$l'(2,0)$	$l'(2,1)$	∞	$l'(2,3)$	...	$l'(2, j-1)$	$l'(2, j)$
3	$l'(3,0)$	$l'(3,1)$	$l'(3,2)$	∞	...	$l'(3, j-1)$	$l'(3, j)$
...	...	...	...	...	...	...	...
$i-1$	$l'(i-1,0)$	$l'(i-1,1)$	$l'(i-1,2)$	$l'(i-1,3)$	...	∞	$l'(i-1, j)$
i	$l'(i,0)$	$l'(i,1)$	$l'(i,2)$	$l'(i,3)$	...	$l'(i, j-1)$	∞

0 – hərəkətin başlanğıc məntəqəsidir.

Aşağıda nəqliyyat vasitəsinin həlqəvi marşrut üzrə hərəkəti zamanı onun getdiyi yolun ən qısa məsafəsinin müəyyən edilməsinin sxemi verilmişdir.

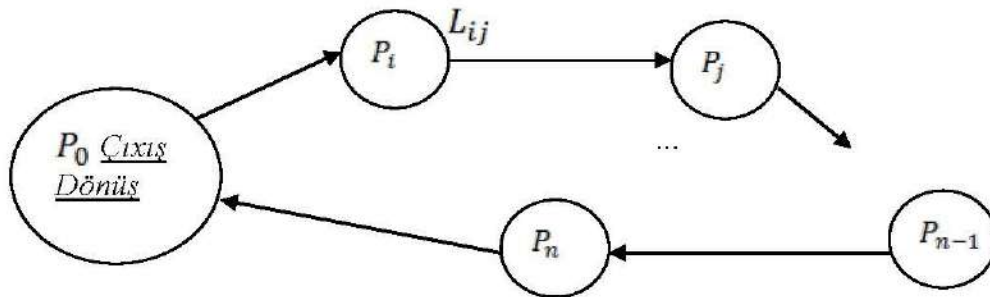
Məsələnin algoritmi:

1. Binar dəyişənlərin daxil edilməsi:

$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{nəqliyyat vasitəsi } P_i \text{ dən } P_j\text{-yə keçir,} \\ 0, & \text{keçməyəndə.} \end{cases}$

2. Daşıma zamanı nəqliyyat vasitəsinin bütün məntəqələrdə olmaqla hərəkət yolunun uzunluğunun minimallığını təmin edən məqsəd funksiyası:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n L_{ij} X_{ij} \rightarrow \min \quad (8)$$



Şəkil 2. Həlqəvi marşrutda nəqliyyat vasitəsinin ən qısa yolunun müəyyən edilməsi

3. Məhdudiyyətlər:

3.1. Nəqliyyat vasitəsi hər məntəqədən ancaq bir dəfə çıxıb bilər:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1, i = \overline{1, n}, \quad (9)$$

3.2. Nəqliyyat vasitəsi hər məntəqəyə ancaq bir dəfə daxil ola bilər:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1, j = \overline{1, n}, \quad (10)$$

3.3. Qapalı dövrənin qurulmasını tələb edən məhdudiyyət şərti:

$$U_i - U_j + n X_{ij} \leq n - 1, i, j = \overline{2, n}, i \neq j. \quad (11)$$

$U_i, U_j - X_{ij}$ kimi ixtiyari tam ədədlərdir və təyin edilməlidir.

“Milla” süd məhsulları istehsal edən zavodun anbarından süd məhsullarının Bakı, Sumqayıt şəhərlərində və Abşeron rayonunda yerləşən $n = 6$ satış məntəqəsinə daşınması məsələsində ən qısa məsafənin MS Excel proqramında təyin edilməsini nəzərdən keçirək.

İstənilən halda məhdudiyyətlərin – bərabərsizliklərin ümumi sayı aşağıdakı ifadədən təyin edilir:

$$m = (n - 1)(n - 2)$$

Baxılan halda $m = 20$ alınır.

Satış məntəqələri arasındakı məsafələrin matrisi L_{ij} aşağıdakı kimidir:

Satış məntəqələri arasındakı məsafələrin matrisi

Cədvəl 2.

Satış məntəqələri	1	2	3	4	5	6
1	∞	21	37	20	14	42
2	15	∞	12	3	25	9
3	22	12	∞	31	7	28
4	19	6	24	∞	17	13
5	8	41	23	15	∞	6
6	16	4	8	11	5	∞

Matrisdə məntəqələr arasındakı məsafələrin gedişdə və gəlişdə fərqli olması şəhər daxili küçələrdə hərəkət istiqamətindən asılıdır, odur ki, $L_{ij} \neq L_{ji}$ olur.

X_{ij} dəyişənlərin qiymətlər çoxluğu aşağıdakı kimidir:

X_{ij} dəyişənlərin qiymətlər çoxluğu

Cədvəl 3.

X_{ij}	X_{1i}	X_{2i}	X_{3i}	X_{4i}	X_{5i}	X_{6i}	Cəmi
X_{1j}	0	0	0	1	0	0	1
X_{2j}	0	0	0	0	0	1	1
X_{3j}	0	0	0	0	1	0	1
X_{4j}	0	1	0	0	0	0	1
X_{5j}	1	0	0	0	0	0	1
X_{6j}	0	0	1	0	0	0	1
Cəmi	1	1	1	1	1	1	1

Qapalı dövrənin qurulmasını tələb edən məhdudiyyət şərtinə (11) əsasən bütün məntəqələr üçün məhdudiyyət şərtləri təyin edilir.

Ümumi halda keçilən $n - 1 = 5$ məntəqə üçün 20 məhdudiyyət şərti hesablanmalıdır. Hər məntəqə üçün 4 məhdudiyyət şərtindən nümunə kimi birini (11) məhdudiyyət şərtinə görə hesablasaq:

$$U_2 - U_3 + 6 X_{2,3} \leq -3, \text{ (2-ci məntəqədən 3-cü məntəqəyə);}$$

$$U_3 - U_4 + 6 X_{3,4} \leq -4, \text{ (3-cü məntəqədən 4-cü məntəqəyə);}$$

$$U_4 - U_5 + 6 X_{4,5} \leq -5, \text{ (4-cü məntəqədən 5-ci məntəqəyə);}$$

$$U_5 - U_2 + 6 X_{5,2} \leq 4, \text{ (5-ci məntəqədən 2-ci məntəqəyə);}$$

$$U_6 - U_3 + 7 X_{6,3} \leq 5, \text{ (6-cı məntəqədən 3-cü məntəqəyə).}$$

Beləliklə, bütün keçilən məntəqələr üçün məhdudiyyət şərtlərini MS Exceldə hesablayırıq:

6 daşıma məntəqəsi ($n - 1 = 5$) halı üçün (11) məhdudiyyət şərtlərinin qiymətləri

Cədvəl 4.

$U_i - U_j + n X_{ij}$	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	$j = 4$	$j = 5$	$j = 6$
$U_2 - U_j + 6 X_{2j}$		0	- 3	1	- 4	4
$U_3 - U_j + 6 X_{3j}$		3	0	4	5	1
$U_4 - U_j + 6 X_{4j}$		5	- 4	0	- 5	- 3
$U_5 - U_j + 6 X_{5j}$		4	1	5	0	2
$U_6 - U_j + 7 X_{7j}$		2	5	3	- 2	0

Beləliklə, nəqliyyat vasitəsinin ən qısa hərəkət marşrutu, $1_{...} \rightarrow 5_{...} \rightarrow 3_{...} \rightarrow 6_{...} \rightarrow 2_{...} \rightarrow 4_{...} \rightarrow 1$ məntəqələrindən keçən marşrut olacaqdır, yəni nəqliyyat vasitəsinin məntəqələrdə olma ardıcılığı aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$l_1 \rightarrow l_5 \rightarrow l_3 \rightarrow l_6 \rightarrow l_2 \rightarrow l_4 \rightarrow l_1$$

Bu halda marşrutun ümumi uzunluğunun $\sum L_{ij} = 58 \text{ km}$ olduğu müəyyən edilir.

Açar sözlər: yük daşıma, marşrut, nəqliyyat, kənd təsərrüfatı

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Дыбская В. В. Логистика складирования (учебник). М.: ИНФРА-М, 2012, 559 с.
2. Исмаилов В.И. Выявление резервов увеличения производство сельскохозяйственной продукции с использованием математических методов / XX Международная научно-практическая конференция на тему «Россия и регионы: социальные ориентиры политического и экономического развития». Челябинск: 2003, с. 293-301.
3. Мудров В.И. Задача о коммивояжере, М.: Знание, 1969, 66 с.
4. Мур Дж., Уэдерфорд Л. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. М.: Вильямс, 2004, 1024 с.
5. Оре О. Теория графов. М.: 1980, 336 с.
6. <http://gendocs.ru/v12241/?cc=4>

Виляят Исмаилов

СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРОТКОГО ПУТИ ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ

Резюме

Распределение сельскохозяйственных грузов между складом и центр торговли при определении оптимального маршрута в статье рассмотрена задача как сетевая. На основе условий ограничение перевозки с построением замкнутой цепи дано модель обеспечивающий самый короткий путь этого маршрута. Применение таких типа моделей дает возможность при решении транспортных задач выбрать оптимального варианта перевозки с минимальными расходами и расстояниями.

Ключевые слова: перевозка грузов, маршрут, транспорт, сельское хозяйство

Vilayat Ismayilov

NETWORK MODEL IN THE DETERMINATION OF THE SHORTEST ROUTE OF TRANSPORT AGGREGATE IN THE TRANSPORTATION

Summary

The distribution of agriculture goods between the warehouse and sales points in the determination of optimal route is considered as a network issue. A closed circle on the basis of restricted conditions is established and economic-mathematical model providing the shortest route of transport vehicle is created. The application of such types of models makes it possible while solving transport issues to choose the optimal variant of transportation with minimal costs and distance.

Keywords: cargo transportation, route, transport, agriculture