

Е.Ж. Жанбиров¹, Ғ.Ж. Жанбиров²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан

E-mail: erbol.zhanbirov@mail.ru

АВТОКӨЛІКПЕН ЖҮК АҒЫНДАРЫН ТИІМДІ ТАСЫМАЛДАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ МОДЕЛДЕРІ

Андатпа. Көліктік маршруттау арналары мен логистикалық желілері бойынша жүктердің оңтайлы ағынын ұйымдастырудың тиімді тәсілі. Ұтымды бағыттарды құру аумақтық және уақытша бөліктерде жүк тасымалдау көлемін дәл анықтауға, жүк ағынын қамтамасыз ету үшін қажетті көлік құралдарының санын есептеуге, тиеу және түсіру кезінде жылжымалы құрамды жеңілдетуге мүмкіндік береді. Бұдан басқа, тасымалдау көлемін сақтай отырып және көлік-экспедиторлық қызметтердің сапасын арттыра отырып, қозғалысты маршруттаудың оң жағын көрсетті. Егер ұтымды маршруттар анықталып, пайдаланылса және жеткізу мерзімі қатаң болса, онда логистикалық процестерге қатысушылардың резервтері 1,5-2 есе азайтылуы мүмкін. Көлік логистикасында материалдық ағындарды басқару үшін аралас көліктегі тапсырмалардың бірнеше модельдері қолданылады. Мақалада ең оңтайлы үш жағдайдағы модельдері ұсынылады.

Түйінді сөздер. Көлік, логистика, жүк ағындары, ұтымды маршруттар, тиімділік, модель.

Кіріспе.

Автомобиль көлігін, атап айтқанда жүк автомобильдерін пайдалану тиімділігі нарық сұранысының көлеміне және парк жұмысының дұрыс ұйымдастырылуына байланысты. Соның ішінде тиімді пайдалану ұғымы мыналарды қамтиды: тапсырыстарды уақтылы орындау; автомобильдің жүк көтергіштігін барынша пайдалану және пайдалану мүмкіндіктері; маршруттағы қозғалыс кестесін сақтау дәлдігі және кәсіпорынның табыстылығын қамтамасыз ету.

Қазіргі нарықтық экономика шығарылатын өнім мен көрсетілетін көлік қызметтерінің сапасына түбегейлі жаңа талаптар қояды. Логистикадағы көлікті басқару көбінесе тауар ағындарын ұйымдастырудың және таратудың әртүрлі формаларын қолданумен байланысты [1,2].

Кейбір көрсеткіштер логистикада макро-деңгейдегі тауар ағындарын жоспарлаудың тиімділігін арттыру үшін қолданылады. Олардың негізгілері: қозғалыс тығыздығы, қозғалыс қарқындылығы, көлік шеңберінің ауқымы [3].

Қозғалыс тығыздығы - көлік желілерінің өткізу қабілетін пайдалану көрсеткіші. Ол белгілі бір уақыт кезеңінен өткен көлік құралдарының санын қашықтыққа бөлу арқылы есептеледі [4,5].

Тасымалдау тығыздығы - маршрут аумағы арқылы өтетін жүктердің саны (темір жол, тас жол, ішкі су жолы және т.б.), белгілі бір кезең ішіндегі санымен белгіленеді.

Саралау негізінде бұл көрсеткіштер былайша жүзеге асырылады:

1) Көлік тарифтерінің тығыздығы.

Ол тауарлардың тарифтік айналымын желінің пайдалану ұзындығына бөлу арқылы анықталады.

2) Көліктің пайдалану тығыздығы.

Таза жүктеме желінің пайдалану ұзындығын жүк ағынына бөлу арқылы анықталады.

3) Жалпы көлік тығыздығы.

Бұл көрсеткіш жалпы жүк айналымының желінің жұмыс ұзындығына қатынасы ретінде есептеледі.

Жалпы көлік жүйелерінде тасымалдауды жоспарлау жүктер ағындарының тасымалының тиісті көлемдері мен бағыттарын айқындауға негізделеді. Жүктер ағындары дегеніміз-белгілі бір уақыт аралығында белгілі бір бағытта қозғалатын жүктердің көлемі немесе саны [6,7]. Логистикадағы көлікті басқару көбінесе тауар ағындарын ұйымдастырудың және таратудың әртүрлі формаларын қолданумен байланысты [8].

Материалдар мен тәсілдер.

Теориялық және әдістемелік болып іргелі және қолданбалы ғылымдардың негіздері қабылданды. Көліктік логистикасының жүйесін басқаруының, көліктік-логистика тасымалдауды орталықтан басқару, көліктік-логистика жүйесінің тізбегіндегі аралық техникo-технологиялық үрдістерін талдау және оларды модельдеу. Автокөлікпен тасымалдау тізбегін зерттеу кезінде құрамдық және жүйелік, жалпы ғылыми негіздегі әдістемелер, модельдеу мен статистикалық мәліметтерді өңдеу, жүйелеу және болжау әдістері қолданылады.

Жоспарлау бағыттарының бірі - жүк тасымалдау маршруттарының қалыпты сызбаларын құру болып табылады [9]. Бұл арнайы құжат, онда жүктерді тасымалдауға рұқсат етілген жолдар немесе учаскелер көрсетіледі. Кәдімгі бағыттардың қозғалыс сызбалары көлік міндеттері негізінде жасалуы мүмкін. Ұтымды сызбаларды жасау кезінде жолдардың өткізу қабілетін ескеру және көлік шығындарын азайту қажет.

Нәтижелер.

Оңтайлы жүк ағындарын жоспарлау мәселелерін шешу үшін қолданылатын негізгі математикалық модель сызықтық көліктік бағдарламалау міндеті деп аталады.

Мұндай міндет - барлық тұтынушылардың d_i - қажеттіліктерінің қосындысы, барлық жеткізушілердің b_j - ресурстарының қосындысына тең болуы тиіс, яғни мынандай шарт орындалады:

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

Жоғарыдағы (1) шарт орындалатын тасымалдаулар немесе тапсырмалар «жабық» деп аталады. Бұл модель тең ресурстар мен қажеттіліктер болмаса «ашық» деп айтылады. Бұл модельде шектеулер ережелерді бұзу түрінде көрінеді. Бұл мәселеде екі жағдай болуы мүмкін [10]:

1) Ресурстар сұраныстан асып түседі және міндет көлік шығындарын азайту үшін қай жеткізушілерді және қанша өнімді қалдыру керектігін анықтау болып табылады.

2) Ресурстар жетіспесе бұл жағдайдағы міндет -көлік шығындарын азайту кезінде тұтынушылардың қайсысы және қанша өнім алу керектігін анықтау.

Көліктік міндеттің жоғарыда аталған моделі көліктік логистикада тікелей жүк тасымалдарын басқару және жоспарлау үшін қолданылады. Алайда, іс жүзінде жүк ағындары көбінесе жинақталған жерінен соңғы нүктеге аралық үрдістер арқылы

тасымалданады. Бұл жағдайда логистикада «желілік өндірістегі көлік міндеті» қолданылады [5].

Көлік логистикасында материалдық ағындарды басқару үшін аралас көліктегі тапсырмалардың бірнеше модельдері қолданылады. Төменде ең оңтайлы үш жағдайдағы моделдері ұсынылады.

Бір ауыстырып тиеумен жүк ағындарының моделі.

Жүкті соңғы тұтынушыға беру екі көлік құралымен, берілген нүктеде бір ауыстырып тиеумен жүзеге асырылады.

Бұл модель мынадай анықтамаларға ие:

i - жүк ағындарын генерациялау көзі;

n - жүк ағындарын генерациялау көздерінің саны;

j - жүк ағынының межелі пункті;

m - жүк ағынының межелі пункттерінің саны;

k - қайта тиеу нүктесі (қайта тиеу орталығы);

K -тиеу пункттерінің (трансформациялау орталықтарының) саны;

r -жүктеме түрі;

R - Жүк түрлерінің саны;

C_r —генерациялау көзіндегі r -ші жүктің саны;

d_{kr} —жүктің r -түрін тасымалдау бойынша ауыстырып тиеу пунктінің өткізу қабілеті;

b_{kr} — j -ші межелі пунктінде жүктің r -ші түріне қажеттілік;

c_{ijk} —бас генерациялау көзінен j - ші межелі пунктіне k -ші ауыстырып тиеу пункті арқылы жүктің r -ші түрінің бірлігін тасымалдау құны;

x_{ijk} —генерацияның бас көзінен j -ші пунктіне k -ші ауыстырып тиеу пункті арқылы жүк ағынының r -ші түрінің қуаты.

Бұл мәселенің математикалық моделі мыналардан тұрады:

$x_{ijk} > 0$ ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, K; r = 1, 2, \dots, R$), ең төменгі шығындарды қамтамасыз ету:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K \sum_{r=1}^R c_{ijk} x_{ijk} \rightarrow \min. \quad (2)$$

Және төмендегі барлық шарттар орындалады:

Жүк ағындарын қалыптастыру үшін

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^m x_{ijk} = d_{ir}, \quad (3)$$

$$(i = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, R).$$

Түсіру пунктінің өткізу қабілеті бойынша

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ijk} \leq d_{kr} \quad (k = 1, 2, \dots, K; r = 1, 2, \dots, R). \quad (4)$$

Жүктерді тасымалдауға арналған межелі пункттер

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K x_{ijk_r} = b_{ir} \quad (j = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, R). \quad (5)$$

Бұл мәселе көп мақсатты көлік мәселесі ретінде шешіледі. Қабылданған шешімнің нәтижесі жүк тасымалдаудың оңтайлы жоспары болды. Айта кету керек, жүк тасымалы (c_{ijk_r}) оны тасымалдауға тікелей шығындарды ғана емес, сонымен қатар тиеу-түсіру операцияларына байланысты шығындарды да қамтиды.

Көп сатылы тасымалдары бар жүк ағындарының моделі.

Іс жүзінде көбінесе материалдық құралдарды тасымалдау үшін көліктің екі түрі қажет. Содан кейін жүк ағындарын оңтайландыру тұрғысынан жүк ағындарының бірнеше қозғалысын ескеру қажет.

Бұл модельде келесі белгілер бар:

t — жүк ағынын ауыстырып тиеу кезеңі;

T — ауыстырып тиеудің барлық кезеңдерінің саны;

u — g -ші кезеңдегі ауыстырып тиеу пунктінiң (трансформациялық орталықтың) нөмірі;

u_i — i -ші кезеңінің барлық ауыстырып тиеу пункттерінің (трансформациялық орталықтардың) саны;

k — ауыстырып тиеудегі $(g + 1)$ – кезең пунктінiң нөмірі;

u_{t+1} — барлық ауыстырып тиеу $(g + 1)$ – кезең пункттерінің (трансформациялық орталықтардың) саны;

d''_r — жүктің бірінші түрін тасымалдау бойынша t -ші кезеңнің бірінші тиеу g -пунктінiң (трансформациялық орталықтың) өткізу қабілеті;

$d_{(t+i)r}$ — ауыстырып тиеу пунктінiң өткізу қабілеті (трансформацияланған орталық) $(g+1)$ - жүк түрін тасымалдаудың бірінші кезеңі;

c_{tr}^{uk} - бас генерациялау көзінен бас k g -кезеңнің ауыстырып тиеу пунктiне (трансформациялық орталыққа) жүктің бірінші түрінiң бірлігін тасымалдау құны;

c_{Tr}^{uj} - жүкті ауыстырып тиеудің бірінші пунктiнен (трансформациялық орталықтан) жүктің бірінші түрінiң бірлігін тасымалдау құны- k -ші пунктiне $(g + 1)$ - кезең;

c_{or}^{ik} - жүктің бірінші түрінiң бірлігін соңғы кезеңнің екінші j - пунктiнен тасымалдау құны;

x_{Tr}^{uj} - генерацияның бас көзінен жүк ағынының бірінші түрінiң осы кезеңнің ауыстырып тиеу пунктiне қажетті қуаты;

X_{tr}^{uk} - t -кезеңнің ауыстырып тиеу k -ші пунктiнен ауыстырып тиеу k -ші пунктiне $(t+2)$ кезеңіндегі жүк ағынының g -ші түрінiң қажетті қуаты;

x_{or}^{ik} - соңғы кезеңнің ауыстырып тиеу пунктiнен (трансформациялық орталықтан) j -ші межелі пунктiне жүк ағынының g -ші түрінiң қажетті қуаты).

Бұл мәселенің математикалық моделі келесідей: тасымалдаудың жалпы құнының минимумын табыңыз:

$$\sum_{i=1}^u \sum_{k=1}^{u_i} \sum_{r=1}^R c_{or}^{ik} x_{or}^{ik} + \sum_{i=1}^{T-1} \sum_{u=1}^{u_i} \sum_{k=1}^{u_{i+1}} \sum_{r=1}^R c_{tr}^{uk} X_{tr}^{uk} + \sum_{j=1}^m \sum_{u=1}^{u_{r+1}} \sum_{r=1}^R c_{Tr}^{uj} x_{Tr}^{uj} \rightarrow \min. \quad (6)$$

Келесі төмендегі шарттар сақталуы керек:

- жүк ағындарын генерациялау бойынша

$$\sum_{k=1}^{u_i} x_{or}^{ik} = d_{tr}^u \quad (i = 1, 2, \dots, u; r = 1, 2, \dots, R); \quad (7)$$

- ауыстырып тиеу пункттерінің (трансформациялық орталықтардың) өткізу қабілеті бойынша

$$\sum_{u=1}^{u_i} x_{tr}^{uk} \leq d_{(r+1)r}^k \quad (k = 1, 2, \dots, u; r = 1, 2, \dots, R); \quad (8)$$

$$\sum_{k=1}^{u_{i+1}} x_{tr}^{uk} \leq d_{tr}^u \quad (u = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T - 1; r = 1, 2, \dots, R); \quad (9)$$

- әрбір ауыстырып тиеу пунктінде (трансформациялық пунктте) жүктерді тасымалдау балансы бойынша

$$\sum_{u=1}^{u_{ti}} x_{tr}^{uk} = \sum_{u=1}^{n_{i+1}} x_{(t+1)r}^{uk} \quad (k = 1, 2, \dots, n_{i+1}; r = 1, 2, \dots, R; t = 1, 2, \dots, T - 1); \quad (10)$$

- соңғы пункттердегі жүктерге қажеттілік бойынша

$$\sum_{u=1}^{u_i} x_{Tr}^{uj} = b_{jr} \quad (i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, R); \quad (11)$$

- шарттардың орындалуы бойынша үйлесімділік

$$\sum_{u=1}^{u_i} d_{tr}^u \geq \sum_{k=1}^{u_{i+1}} d_{(t+1)r}^k \geq \sum_{j=1}^m b_{jr} \quad (r = 1, 2, \dots, R; t = 1, 2, \dots, T). \quad (12)$$

Тасымалдауды басқарудың бұл моделі сызықтық бағдарламалау мәселелеріне жатады және компьютердің көмегімен шешіледі.

Маршруттар бойынша көліктерді бөлу моделі.

Мысал келтіру үшін келесі таңбаларды жазыңыз:

S - типті көлік құралы;

S - әртүрлі көліктер саны; J - маршрут түрі; m - маршрут түрлерінің саны;

b_i - J -бағыты бойынша қызмет көрсету көлемі;

b_{sj} - бір автомобильмен тасымалданатын жүктің саны, j -ші маршрут бойынша;

a_s - s -ті үлгісіндегі көлік құралдарының саны;

P_{sj} - j - бағыты бойынша жұмыс істейтін автомобильді пайдаланудан түсетін пайда;

x_{sj} - j - бағыт бойынша жұмыс істейтін s -ті үлгісіндегі көлік құралдарының қажетті саны.

Содан кейін автомобильдердің бағыттар бойынша таралу моделі осындай шамалардың таралуын білдіреді $x_{sj} > 0$ ($s = 1, 2, S; j = 1, 2, m$), осы жағдайда түсер пайда мөлшері жоғары болады.

Ол үшін келесі шарттар сақталуы керек::

$$\sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^m P_{sj} x_{sj} \rightarrow \max. \quad (13)$$

Автокөліктер саны бойынша:

$$\sum_{j=1}^m x_{sj} \leq a_s \quad (s = 1, 2, \dots, S). \quad (14)$$

Тасымалдау көлемі бойынша:

$$\sum_{j=1}^s b_{sj} x_{sj} \geq b_i \quad (j = 1, 2, \dots, m). \quad (15)$$

Бұл модель мақсатты тапсырмалар класына жатады. Олардың мәні-жұмысты қайталау және мердігерлерді жалдау кезінде белгілі бір жұмыс санын сол мердігерлерге бөлген дұрыс.

Талқылау.

Орталықтандырылған автомобиль көлігін дамыту, көлік кәсіпорындарын кеңейту, жүк тасымалының өткізу қабілетін арттыру, сондай-ақ логистиканы басқару процесін жетілдіру жеке жұмысшылардың субъективті сипаттамаларына емес, объективтілікке негізделген жүйенің ұғымдарына негізделген материалдық ағындарды жылжытуды ұйымдастыру әдістерін қолдануды талап етеді [11]. Бұл әдістер ағымдағы процестерді басқарудың математикалық және экономикалық тәсілін көрсетеді.

Нарықтық жағдайда автомобиль тасымалын ұйымдастырудың оңтайлы нұсқасын таңдағанда қарапайым есептеу әдістеріне сүйенуге болмайды [12,13].

Логистикада маршруттау әдістерін тез және тиімді таңдау мәселелерін тек математикалық әдістер мен компьютерлердің көмегімен шешуге болады [14,15]. Айта кету керек, бұл тек осы типтегі міндеттерге қатысты. Мысалы, автомобиль көлігі үшін сызықтық бағдарламалауды қолдану: Берілген уақыт болған кезде маршруттардың оңтайлы санын табу (жұмыс уақытының ысырабын азайтуға бағытталған міндеттер) [16].

Өндіріс көздерінен межелі орындарға дейін біртекті жүк ағындары қозғалысының оңтайлы нұсқаларын айқындау (көлік шығындарын төмендету міндеті).

Тасымалдаушыларды клиенттердің белгілі бір тобына бағдарлаудың оңтайлы стратегияларын әзірлеу (логистикалық қызметтер нарығының бөлінген сегменті). Бұл іске қосуды нөлге дейін азайту мәселелерін шешуге көмектеседі.

Қорытынды.

Мұндай мәселелерді шешкен кезде орындаушылардың өнімділігінің қосындысына тең жалпы өнімділіктің максималды жағдайын анықтайтын оңтайлы мақсат ізделеді. Әр орындаушының өнімділігі кез-келген ыңғайлы жұмысты орындау барысында алдын-ала

анықталады. Тапсырмалар нақты көлік міндеттері болып табылады және сызықтық бағдарламалау міндеттеріне негізделген.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд. / Пер. с англ. М.: ЗАО “Олимп-Бизнес”, 2005.
- [2] Будшевський В. А., Гутаревич В. О., Кислун В. О., Нтолайчук В. Э. Транспортно-технологична логистика енергоемких виробництв: Учебное пособие. Донецк, Изд-во Донецького національного технічного університету, 2003.
- [3] Ефремов А. А. Логистическая координация операций бартерного обмена / Научн. ред. д-р экон. наук, проф. В. В. Щербаков. СПб.: Изд-во СПб ГУЭФ, 2004.
- [4] Шепелев А. Ф., Печенежская И. А. Транспортное обеспечение коммерческой деятельности: Учебное пособие. Серия “Экономика и управление”. Ростов-н/Д: ИЦ “МарТ”, 2001.
- [5] Зеваков А. М., Петров В. В. Логистика производственных и товарных запасов: Учебник СПб.: Изд-во Михайлова В. А., 2002.
- [6] Козловский В. А., Козловская Э. А., Савруков Н. Т. Логистический менеджмент: Учебное пособие. 20-е изд., доп. СПб.: Лань, 2002.
- [7] Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / Под общ. ред. В. С. Лукинського. СПб: Питер, 2004.
- [8] Круилевский А. В. Справочник по экономико-математическим моделям и методам. Киев: Техника, 1982.
- [9] Лукинский В. С. Логистика автомобильного транспорта: концепция, методы, модели / В. С. Лукинский, В. И. Бережной, Е. В. Бережная и др. М.: Финансы и статистика, 2000.
- [10] Миротин Л. Б., Некрасов А. Г. Логистика интегрированных цепочек поставок: Учебник. М.: Экзамен, 2003.
- [11] Николайчук В. Е. Заготовительная и производственная логистика. СПб.: Питер, 2001.
- [12] Николайчук В. Е. Транспортно-складская логистика: Учеб. пособие. М.: ИТК “Дашков и К”, 2005.
- [13] Омельченко В. Я. и др. Управление материальными потоками в микроэкономике переходного периода: Монография / В. Я. Омельченко, А. П. Омельченко, В. Г. Кузнецов; Под общей научной редакцией доц. Омельченко В. Я. Севастополь: “Вебер”, 2003.
- [14] Сток Дж. Р., Ламберт Д. М. Стратегическое управление логистикой: Пер. с 4-го англ. изд. М. Инфра-М, 2005.
- [15] Транспортно-технологична логистика енергоємних виробництв. Пш ред. В. О. Бушчевського, А. О. Суліми. Донецк: РВА ДонНТУ, 2003.
- [16] Хэндфилд, Роберт Б., Николс, мл., Эрнест Л. Реорганизация цепей поставок. Создание интегрированных систем формирования ценности.: Пер с англ. М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003.

Erbol Zhanbirov, master's degree, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, erbol.zhanbirov@mail.ru

Galymzhan Zhanbirov, master's degree, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, 7997709@mail.ru

MODELS OF ORGANIZATION OF EFFICIENT TRANSPORTATION OF CARGO FLOWS BY ROAD

Annotation. Transport routing is an effective way to organize optimal cargo flows through channels and logistics networks. The creation of rational routes allows you to accurately determine the volume of cargo transportation in the territorial and temporary parts, calculate the number of vehicles required to ensure cargo flows, and simplify rolling stock loading and unloading. In addition, traffic routing has shown a positive side, while maintaining the volume of transportation and improving the quality of freight forwarding services. If rational routes are defined and used, and delivery times are strict, then the reserves of participants in logistics processes can be reduced by 1.5-2 times. In transport logistics, several models of mixed transport tasks are used to manage material flows. The article presents models in the three most optimal conditions.

Keywords. Transport, logistics, cargo flows, rationality, routes, efficiency, model.

Ербол Жанбирев, магистр, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, erbol.zhanbirov@mail.ru

Галымжан Жанбирев, магистр, Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан, 7997709@mail.ru

МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОПОТОКОВ АВТОТРАНСПОРТОМ

Аннотация. Эффективный способ организации оптимального потока грузов по каналам транспортной маршрутизации и логистическим сетям. Создание рациональных маршрутов позволит более точно определить объемы перевозок грузов в территориальных и временных отсеках, рассчитать количество транспортных средств, необходимых для обеспечения грузопотока, разгрузить подвижной состав при погрузке и выгрузке. Кроме того, сохранив объемы перевозок и повысив качество транспортно-экспедиторских услуг, показала положительную сторону маршрутизации движения. Если определены и использованы рациональные маршруты, а сроки доставки жесткие, то резервы участников логистических процессов могут быть уменьшены в 1,5-2 раза. Для управления материальными потоками в транспортной логистике используется несколько моделей задач на смешанном транспорте. В статье представлены модели в трех наиболее оптимальных условиях.

Ключевые слова. Транспорт, логистика, грузопотоки, рациональные маршруты, эффективность, модель.
