

References

1. Larionov A.I., Jurchenko T.I. Economic-mathematical methods in planning. — M.: Higher school, 1984. — 248 p.
2. Kozhin A.P. Mathematical methods in planning and management of freight traffic. — M.: Higher school, 1991. — 296 p.

ӘОЖ 656.13.07

Итерациялық әдістің негізінде рационалды маршрутты табу

Finding of rational route on the basis of iterative method

Омаров А.М., Есендаулетова Ж.Т.

Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті (E-mail: dalibiev@mail.ru)

В статье рассматривается одна сетевая задача поставки грузов и нахождения оптимального маршрута на основе итерационного метода. Приведен подробный алгоритм итерационного метода с учетом определенных ограничений, который вызывается конкретными условиями поставленной задачи. Решение задачи определяется методом «сумм», который является частным случаем итерационного метода. На основе приведенного примера детально разобраны два этапа решения задачи метода «сумм».

In article one network problem of delivery of cargoes and a finding of an optimum route on the basis of an iterative method is considered. The detailed algorithm of an iterative method taking into account certain restrictions which is caused by concrete conditions of a task in view is resulted. The problem decision is defined by a method of "Sums" which is a special case of an iterative method. The problem decision is defined by a method of "Sums". This method is a special case of an iterative method. Two stages of the decision of a problem of a method of "Sums" are considered. On the basis of the resulted example it is in details disassembled two stages of the decision of a problem of a method of "Sums".

Әр түрлі кішігірім жүктерді тасымалдауды ұйымдастыру кезінде, ұсынушы бір жіберушіден жүкті қабылдап алып, оны белгілі бір қабылдаушыларға жеткізеді, олардың әрқайсысына жүктің белгілі бір бөлігін қалдырады немесе, керісінше, жүкті бірнеше ұсынушылардан жинап алып, оны пайдаланушыға жібереді, осы жерде жүгіріс пен уақытты қысқарту және пункттерді айналып өту тізбегі мәселесі пайда болады [1, 2]. Осыған қол жеткізу үшін, қозғалмалы құрам маршрутының рационалды қозғалысын жоспарлау, немесе, басқаша айтқанда, жүктерді тасымалдау маршрутизациясын жүргізу керек. Тасымалдау маршрутизациясы — бұл қозғалмалы құрам қозғалысының маршрутын құрастыру, немесе оның корреспонденциялық нүктелер арасындағы тізбектер реті, болып табылады.

Жүктерді тасымалдау маршрутизациясы есептерін қою практикасы мен шешілуі автокөлік және жүктерді тасымалдау жұмыстарының нақты шарттарымен байланысқан көптеген шектеулерді ескереді. Оларға мыналарды жатқызуға болады: берілген жүктердің тұтынушылар мен ұсынушылар пункттерінің жиынтығы, жүктерді тұтынушылар мен ұсынушылардың жүктер айналымының көлемі, жүктердің сипаттамасы, оларды жеткізу уақыты, қозғалмалы құрам паркінің бар болуы мен құрылымы, автотранспорттық мекемелердің орналасуы мен қуаттылығы, автотранспорттық мекемелердің жұмыс режимі мен клиенттері, мақсаттық функцияның минималды бар болатын мәндері [3].

Аз партиялы жүктерді тасымалдаудағы қабылдаушылар немесе жіберушілер арасындағы автокөліктер қозғалысының тізбегі тасымалдаушы немесе жинаушы маршрут деп аталады. Кейбір жағдайда, автокөлік жүктерді тасымалдаумен қатар жинау жұмыстарын да жүргізеді. Мұнда, біріншіден, айырмашылығы болмаса да, есептің шешілуі бірқатар қиындатылады. Егер де автокөлік аз партиялы жүктерді тасымалдаумен қатар жинау жұмыстарын жүргізетін болса, онда маршрут тасымалдаушы-жинаушы деп аталады.

Дамыған жол желілерінің (мысалы, үлкен қалада) шарты бойынша пункттерді айналып өтуде әр түрлі маршруттардың варианттар саны өте үлкен болуы мүмкін, ондай жағдайда ең аз деген

маршрутты таңдау үшін көп уақыт қажет болады, сондықтан оларды қысқарту үшін математикалық әдістеме пайдаланылады.

Осы есепті шешудің бірнеше математикалық әдістері белгілі. Бұл жерде «қосынды» әдісі деп аталатын жуықталған әдіс қарастырылады [3].

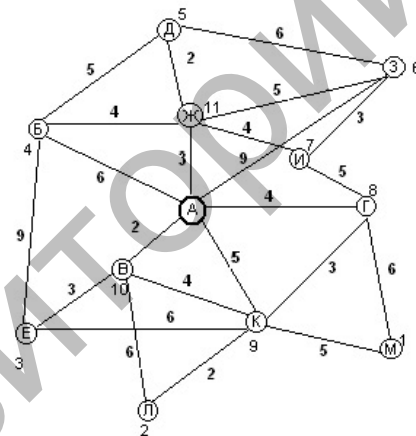
Мысалы, A қоймасынан $B, B, Г, Д, E, Ж, З, И, K, Л, M$ нүктелеріне жүктер жеткізіледі. Қайта осы нүктелерден қоймаға 1-кестеде келтірілген сандар бойынша жүктер түсіріледі.

1 - кесте

Пункттердің жүктер айналымы (жүктің біреуі)

Пунктілер	Енгізу	Шығару
Б	5	5
В	3	10
Г	2	4
Д	4	6
Е	9	-
Ж	7	8
З	2	3
И	5	4
К	4	-
Л	5	5
М	5	6
Барлығы	51	51

Пункттерді байланыстыратын жол желілерінің схемасы төмендегі суретте көрсетілген.



Сур. Жол желілерінің схемасы

Бір автокөліктің сыйымдылығы бірыңғай жүктің 30 бірлігінен аспайтындай болу керек. Тасымалдауды қозғалмалы құрамның жүрісі минималды өлшемге ие болатындай етіп ұйымдастыру қажет болады.

Жол желісінің схемасында сағат бағыты бойынша, ең алыстатылғанынан бастап A нүктесінің концентрлі шеңбер айналасындағы пункттерге номер тағайындайды. A нүктесіне 0 -дік номер тағайындалады.

Осы жерде дайындық жұмысы аяқталады да, бірнеше кезеңнен тұратын есептің шешімін алу басталады.

Бірінші кезең. Бұл кезеңде әрбір маршрутқа арналған пункттерді жинақтау жұмысы жүргізіледі.

1-маршрутқа пункттерді жинақтау 1-пунктінің A нүктесінен өшірілген өзін енгізуден басталады. Содан кейін осы пунктпен байланысқан жол желілерінің буындары қарастырылады.

Қарастырылған мысалда мұндай буындар екеу: 6 км ұзындығы бар — 1–8 және 5 км ұзындығы бар — 1–9. Осы буындар арасынан ең аз буын таңдалынады және оның екінші төбесі 9 бірінші маршрутқа енгізіледі. Әрі қарай осыған дейін маршрутқа енгізілген 1 және 9 пункттермен

байланысты буындар қарастырылады. Сонымен, осыған дейін маршрутқа енгізілген екі байланысқан пункт ескерілмейді.

Маршрутқа 1 және 9 пункттері енгізілгеннен кейін бес буындар: 1–8; 9–8; 9–10; 9–2 және 9–3 ұзындықтарын салыстыру керек. Ең аз ұзындыққа (2 км) 9–2 буыны ие болады. Демек, 2-пункт бірінші маршруттың үшінші пунктісі болады.

Маршрутты толығымен жинақтау үшін, дәл сол сияқты қозғалмалы құрамның жүктерінің сыйымдылық бірлігін максималды пайдалануға мүмкін болатын пункттері таңдалынады. Осыған байланысты маршрутқа пункттерді жинақтау процесінде, автокөлікте орналасқан жүктер саны өзінің сыйымдылығынан аспауын міндетті түрде бақылау керек.

Маршрутты толығымен жинақтау жұмысын ыңғайлату үшін 2-кесте құрастырылады, ондағы маршрутқа енгізілетін пункттер сызылып тасталынады. 1-маршрутқа пункттер жинақталғаннан кейін, 1, 9, 2, 8, 10, 3 пункттері сызылады.

2 - кесте

Пункттер нөмірлері										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Қарастырылып отырған мысалда автокөліктің максималды артылуы жүктің 30 бірлігінен тұрады. Осы шектеулерді ескере отырып, пункттер екі тасымалды-жинақтау маршруты бойынша топталады.

3 - кесте

Пунктінің жүк айналымы, дана	Маршрут пункттері						Барлығы
	1	9	2	8	10	3	
Енгізу	5	4	5	2	3	9	28
Шығару	6	-	5	4	10		25

4 - кесте

Пунктінің жүк айналымы, дана	Маршрут пункттері					Барлығы
	4	11	5	7	6	
Енгізу	5	7	4	5	2	23
Шығару	5	8	6	4	3	26

Белгіленген пунктіге бағытталған барлық жүкті автокөлікке сыйдыра алмағандықтан, маршрутқа пункттерді жинақтау кезінде, алдын ала таңдалған пунктіден ең аз арақашықтықта жатқан қандайда бір пункт маршрутқа енгізілмеуі мүмкін. Мұндай жағдайда берілген пунктіні автокөлікке сыйатын жүк көлемі бар, алдын ала таңдалынған жақын пунктіге ауыстыру керек. Автокөлік жүрісінің кейбір ұлғайюна қарамастан, бұл жүктің автокөлікке сыйымдылығын пайдалануға мүмкіндік береді. 2-кестедегі барлық пункттер сызылып тасталса, онда маршрутқа пункттерді жинақтау аяқталады, ал тасымалдау көлемінің қосындысы берілген өлшемді құрайтын болады (3, 4-кестелер).

Екінші кезең. Бұл кезеңнің мақсаты маршрут пункттері айналып өтудің қысқа жолын табу болып саналады, 0 пунктісінен бастап (А қоймасы). Ол үшін арнайы әрбір маршрут пункттерінің арасындағы арақашықтық матрицалары құрастырылады. Матрица симметриялы болуы мүмкін, егер барлық жол желілер бөліктерінде қозғалыс екі бағытты болатын болса, немесе симметриялы емес, егер желілер бөліктеріндегі қозғалыс бір бағытты болатын болса. Симметриялы және симметриялы емес матрицалар есептеулері бірдей жүргізіледі. Қарастырылып отырған мысалда жол желілеріндегі қозғалыс шектеулері көрсетілмеген, сондықтан арақашықтық матрицалары симметриялы болады. 1-маршрут бойынша арақашықтық матрицасы 5-кестеде келтірілген.

1-маршруттың арақашықтық матрицасы

0	10	5	7	4	2	5
10	1	5	7	6	9	11
5	5	9	2	3	4	6
7	7	2	2	5	6	8
4	6	3	5	8	6	9
2	9	4	6	6	10	3
5	11	6	8	9	3	3
33	48	25	35	33	30	42

Диагональ бойынша маршрут пункттерінің нөмірлері жазылады. i -ші жол мен j -ші бағаналар қиылысуында i және j пункттерінің арасындағы арақашықтық көрсетіледі. Матрицаның қорытынды жолы қосындылар жолы деп аталады. Онда әрбір бағана бойынша қосындылар арақашықтығы көрсетіледі. Басында қосындылар жолындағы ең үлкен мәндер сәйкес келетін үш пунктіні айналып өту маршруты белгіленеді. Кестедегі ең үлкен мәндер 1, 3 және 2-пунктілеріне сәйкес келіп тұр. Бұл 1, 3 және 2-пункттері алғашқы сақиналы маршрутты жасайды: 3–2–1–3. Бұл маршрутқа 4-пункт қосылады, оған қосындылар жолындағы максимумы бойынша қосындылар арақашықтық мәнінің келесісі сәйкес келеді. 0 пунктін алайық. Оны алғашқы маршруттың қандай пункттерінің арасына қою керектігін анықтау үшін, осы пунктінің маршрутына қосылу арқылы шақырылатын, Δ_{i-j} маршруты ұзындығының мүмкін болатын минималды ұлғаятын өлшемін анықтау қажет. Алғашқы маршруттың әрбір көршілес қос пункттері 3–2, 2–1, 1–3 үшін Δ_{i-j} мәні келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta_{i-j} = l_{i-k} + l_{k-j} - l_{i-j},$$

мұндағы l — пункттер арасындағы арақашықтық (км); i — буынның бірінші пунктінің нөмірі; j — буынның екінші пунктінің нөмірі; k — енгізілетін пунктінің нөмірі.

1-маршруттың алғашқы қос 3–2 пункттері үшін:

$$\Delta_{3-2} = l_{3-0} + l_{0-2} - l_{3-2}, \text{ немесе } \Delta_{3-2} = 5 + 7 - 8 = 4 \text{ км.}$$

2–1 пункттері үшін: $\Delta_{2-1} = 7 + 10 - 7 = 10$ км.

1–3 пункттері үшін: $\Delta_{1-3} = 10 + 5 - 11 = 4$ км.

Барлық алынған өсімше мәндердің ішінен ең аз арақашықтықты таңдаймыз және оған сәйкес келетін пункттер арасына 0-ші пунктін қоямыз. Берілген жағдайда минималды өсімше 0-ші пунктіні 2 немесе 1–3 буындарына қосқанда орындалады. Олардың арасынан кез келгенін алайық. Мысалы, 1–3 буыны. Онда маршрут мынадай: 3–2–1–0–3 пункттері тізбегіне ие болады. Маршрут қозғалысы 0-ші пунктіден басталып және өзімен аяқталатындықтан, пункттерді айналып өту тізбегі келесі түрде келтіріледі: 0–3–2–1–0. Содан кейін 5-кестеден қосындылар жолындағы арақашықтық өлшемі мәнінің кемуі бойынша келесісіне сәйкес келетін пунктін таңдалады. Ол 8-пункт болып табылады.

Алдындағы маршруттардың барлық буындарын талдай отырып, 8 тәуірлеу рационалдық пунктін 1 және 0 пункттер арасында қосылатынына сенімді бола аламыз. Көрсетілген амалдарды 10 және 9 пункттер үшін қайталау арқылы, 1-маршруттың барлық пункттерін рационалды айналып өту ретін аламыз, ол мынадай: 0–10–3–9–2–1–8–0.

2-маршрутты пунктін айналып өту тізбегін анықтау үшін, алдын ала 2-маршруттың арақашықтық матрицасын құрып, ұқсас есептеулерді жүргізу керек.

Сонымен, математикалық жоспарлау әдісінің көмегімен құрастырылған, қозғалмалы құрамның рационалды маршрут бойынша жұмысы, келтірілмейтін аралықты минимумға дейін қысқартуға және соның арқасында жүктерді ең аз транспорттық шығынмен тасымалдауды іске асыруға мүмкіндік береді.

References

1. Larionov A.I., Jurchenko T.I. Economic-mathematical methods in planning. — M.: Higher school, 1984. — 248 p.
2. Akulich L.I. Mathematical programming in examples and problems. — M.: Higher school, 1986. — 496 p.
3. Kozhin A.P. Mathematical methods in planning and management of freight traffic. — M.: Higher school, 1991. — 296 p.