УДК 519.682.1

ТРАНСПОРТТУ МАРШРУТТОО МАСЕЛЕЛЕРИН ЧЫГАРУУДА МЕТАЭВРИСТИКАЛЫК АЛГОРИТМДЕР

Абдылдаев Муратали, кенже илимий кызматкер, Кыргыз-Түрк “Манас” университети
<muratali.abdildaev@manas.edu.kg>

МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА

Абдылдаев Муратали Маматкабылович, мл. научный сотрудник, Кыргызско-Турецкий университет «Манас» <muratali.abdildaev@manas.edu.kg>

METAHEURISTIC ALGORITHMS FOR SOLVING VEHICLE ROUTING PROBLEMS

Abdyldaev Muratali, research assistant, Kyrgyz-Turkish Manas University
<muratali.abdildaev@manas.edu.kg>

Abstract

Vehicle Routing Problem is the most important problem in distribution systems and it has lots of application. Basically, exact and heuristic methods are used to solve such problems. Heuristic methods for solving the Vehicle Routing Problems are divided into two main groups; classical heuristic and meta-heuristic methods.

In this paper, a metaheuristic method described and the results of this research shows that presenting the “Use and practice of metaheuristic algorithms for solving vehicle routing problems”.

Keywords: vehicle routing problem, exact solution methods, heuristics, meta heuristics.

Аннотация

Маршрутизация транспортных средств, являясь наиболее важной проблемой в системах распределения, имеет множество областей применения. В основном для решения проблем маршрутизации используются точные и эвристические методы. Эвристические методы, в свою очередь, делятся на две основные группы: классические эвристические и метаэвристические методы.

В данной работе описан метаэвристический метод и представлены результаты исследования в рамках докторской диссертации на тему «Использование и практика метаэвристических алгоритмов для решения задачи маршрутизации транспорта».

Ключевые слова: задача маршрутизации транспорта, точные методы, эвристические методы, метаэвристические методы.

Кириш сөз

Кандайдыр бир ишкананын товар жеткирүү иш аракеттеринде эффективдүү колдонулбаган траспорттору ишканага ашыкча чыгымдарды алып келет. Башкача айтканда, кандайдыр бир илимий метод колдонулбастан түзүлгөн таркатуу маршруттары убакыттан уттурууга, ашыкча транспорт колдонууга, товар жеткирүүдө кечигүүлөргө, ашыкча жол жүрүүгө жана башка чыгымдарга жол ачышы мүмкүн. Таркатуу маршруттарын аныктоодо илимий методдорду колдонгон ишканалар жогоруда айтылган логистикалык чыгымдарын үнөмдөө аркылуу атаандаштарына салыштырмалуу кээ бир артыкчылыктарга ээ боло алышат. Бул багытта Транспортту маршруттоо маселелерин (Vehicle Routing Problem) чечүүдө колдонулуп келе жаткан математикалык методдорду колдонуу менен бул артыкчылыктарга жетүү мүмкүн.

Бул изилдөөдө логистика тармагында орчундуу орду болгон Транспортту маршруттоо маселелеринин мааниси, аларды чечүүдө колдонулган метаэвристикалык методдор каралды жана Бишкектеги бир ишканада жүргүзүлгөн изилдөөнүн жыйынтыктарына орун берилди.

Транспортту маршруттоо маселелери

Транспортту маршруттоо маселесине (ТММ) алгачкы жолу Данциг жана Рамсер (Dantzig and Ramser, 1959) токтолушкан. Алардын эмгегинде реалдуу жашоонун тажрыйбасында май куюуучу жайларга бензин таркатуу маселеси каралып, аны чечүү үчүн математикалык программалоо модели жана алгоритмдик мамиле сунушталган. Мындан бираз убакыт өткөндөн кийин, башкача айтканда 1964-жылы Кларк жана Райт (Clarke and Wright, 1964) бул маселелерге сезимталдык мамилени сунуш кылышкан, тактап айтканда Дантциг жана Рамсердин методун өнүктүрүп, классикалык үнөмдөө методун сунушташкан. Ушул эки жол көрсөтүүчү эмгекти улай, ТММнин түрдүү версияларын оптималдуу жана жакындаштырылган чыгарууга карата жүздөгөн модель жана алгоритмдер сунушталган.

ТММ маселесин Саякаттоочу сатуучу маселесинин (Traveling Salesman Problem, TSP) кеңейтилген түрү катары кароого болот. Саякаттоочу сатуучу маселесинде (ССМ) бир сатуучу өзүнүн шаарынан баштап башка бардык шаарларды ((n-1) шаар)) кыдырып, кайра өз шаарына кайтуу аралыгын минимум кылууну максат кылат. Басылып өтүлгөн жол, шаарларга кайсыл ирээт менен кайрылаарына (бара тургандыгына) жараша өзгөрөт. ТММ, ССМге бирден көп транспортту жана чектөөлөрдү кошуу менен анын кеңейтилген абалы катары кароого болот. Бирдей сандагы кардар же болбосо шаарга ээ ТМ маселесин чыгаруу, ССМни чыгарууга салыштырмалуу бир канча татаал. (Demircioglu, 2009: 2).

Транспортту маршруттоо маселелерин чечүүдө колдонулган методдор.

Азыркы күнгө чейин транспортту маршруттоо маселелерин (ТММ) чечүү үчүн колдонулган көптөгөн методдор иштелип чыкканын илимий макалалар жана китептерден көрүүгө болот. Бул методдорду классификациялоодо алардын оптималдуу жыйынтыкка жетүүсүнө карата так чечүүчү методдор жана эвристикалык методдор катары эки топко бөлүүгө болот. Транспортту маршруттоо маселелерин чечүүдө колдонулган негизги методдор төмөндөгүдөй:

1. **Так чечүүчү методдор**	2. **Эвристикалык методдор:**
- Бутак жана чек методу	a) Классикалык эвристикалык методдор
- Бутак жана кесүү методу	- Айлампа куруучу методдор
- Динамикалуу программалоо	- Эки этаптуу методдор
	b) Мета эвристикалык методдор
	- Генетикалык алгоритм
	- Кумурска колонияларынын алгоритми
	- Бөлүкчө үйүр оптимизациясы
	- Тыюуу салуу менен издөө
	- Басаңдатууга окшоштуу методу
	- Жасалма нейрондук тармактар

Булагы: Toth and Vigo, 2002.

Так чечүүчү методдор деп, аты айтып тургандай, маселенин мүмкүн болгон бардык жоопторунун арасынан эң оптималдуусун табууга багытталган жана так жыйынтык берген методдор болуп саналат. Бул методдор аркылуу эң оптималдуу жыйынтыкка жетүү мүмкүн болгону менен аябай көп убакытты талап кылат. Анын үстүнө бул методдор кичинекей өлчөмдөгү маселелер үчүн ыңгайлуу жана маселенин өлчөмү чоңойгон сайын бул методдор аркылуу маселени чыгаруу мүмкүн болбой турган деңгээлге жетет.

Ал эми Эвристикалык методдор, көлөмдүү маселелерде азыраак операция жана эсептөө менен эң жакшы жыйынтыкка жакын, жакшы сапаттагы жыйынтыктарды чыгарат. ТММ үчүн эвристикалык методдор; классикалык эвристикалык методдор жана мэта эвристикалык методдор аты менен эки негизги топко бөлүнөт.

Классикалык эвристикалык алгоритмдер негизинен мүмкүн болбогон дайындоолор менен маселени чыгарууну баштаган жана ар жолкусунда эки түйүн арасына бир бутак кошуп мүмкүн болгон жоопко жеткен айлампа куруучу (конструктивдүү), мүмкүн болгон бир жоопту баштапкы жооп катары алган жана ал жоопту өнүктүргөн айлампа өнүктүрүүчү жана биринчи этапта дайындоо экинчи этапта болсо маршруттоо жасалган эки этаптуу эвристикалык алгоритмдер болуп үч топко бөлүнөт. (Yücenur ve Demirel, 2011: 343).

Ал эми Мета эвристикалык алгоритмдер болсо, комбинатордук маселелер үчүн иштелип чыккан жалпы оптимизациялоо ыкмалары болуп саналат. Бул методдордун эң маанилүү өзгөчөлүгү болуп жалгыз гана бир түрдөгү маселени чечүү үчүн эмес, бардык комбинатордук маселелерди чыгаруу ийкемдүүлүгүндө ээ болуусу. Ушул себептен литературада бул ыкмалардын артыкчыларын баяндаган бир канча эмгекти жолуктурууга болот. Мета эвристикалык алгоритмдин жакшы жыйынтык берүүсү үчүн жасалуусу керек болгон алгачкы кадам, методдун негизги түшүнүктөрүн чыгарылуучу маселеге ылайыкташтыруу болуп эсептелет (Hertz and Widmer, 2004).

Транспортту маршруттоо маселелеринде колдонулган Мета Эвристикалык методдор

Метаэвристикалык методдор, транспортту маршруттоо маселелеринде эң көп колдонулган методдор болуп эсептелет. Бул методдор так чечүүчү методдордун жардамы менен белгилүү бир убакыт ичинде чыгарууга мүмкүн болбогон комплекстүү маселелерди чыгарууга жардам берет. Табияттагы кээ бир жаныбарлардын кыймыл аракеттери жана жаратылыштын кубулуштарына байкоо жүргүзүү менен түзүлгөн алгоритмдер ушул топто орун алат. Генетикалык алгоритм, кумурска колонияларынын алгоритми, «жыйын»дын жүрүм турум алгоритми, тыюу салуу менен издөө (Tabu Search) жана башка алгоритмдер азыркы күндө өтө актуалдуу темалардан болуп келүүдө (Урдалетова жана Абдылдаев, 2015: 65).

Акыркы жылдары ТМ маселелери үчүн иштелип чыккан мета эвристикалык методдордон эң көп колдонулгандары; Гентикалык алгоритм, жасалма нейрондук тармактары, Тыюуу салуу менен издөө жана басаңдатууга окшотуу алгоритмдери. Бул методдор атайын ыкмалар менен жооп мейкиндигин изилдешет. Негизинен бул методдор классикалык эвристикалык методдорого караганда жакшыраак жыйынтыктарды бергени менен маселени чыгаруу көп убакытты талап кылат.

ТМ маселелерин изилдөө 1990-жылдары тездеген. Биринчи кезекте микрокомпьютерлердин өзгөчөлүктөрү жана жеткиликтүүлүгүнүн жардамы менен изилдөөчүлөр, дагы да татаал издөө алгоритмдерин иштеп чыгышкан жана практикада колдоно алышкан. Ошол мезгилдерде ТМ маселелерин жана башка комбинатордук маселелерди чыгаруу үчүн издөө алгоритмдерине мета эвристика аты берилген. Бул методдордун кээ бирлерине токтоло кетсек;

Генетикалык алгоритм. Эвристикалык негизде колдонууга мүмкүн болгон издөө ыкмаларынын бири катары Генетикалык алгоритмди айтууга болот. Генетикалык алгоритмдер эң жакшынынын коргонуусу жана табигый тандалуу принцибинин окшоштуруу жолу менен компьютерлерде ишке ашырылуусу натыйжасында жетишилген издөө методу болуп эсептелет (Goldenberg, 1989). Литературада Генетикалык алгоритм менен чыгарылган бир канча ТММни жолуктурууга болот.

Тыюуу салуу менен издөө. Тыюуу салуу менен издөө алгоритми, алгачкы жолу Гловер (1989), тарабынан комбинатордук маселелерди чыгаруу үчүн сунушталган мета эвристикалык ыкмалардын бири болуп эсептелет. Бул методдун иштөө принциби адамдын эс-тутумуна таянат. Локалдуу издөөгө таянган бул ыкма, ырааттуу чыгарылыштарды эске тутуу жана чыгаруу тенденциясын убакыттын өтүшү менен өзгөртүү өзгөчөлүгү менен билинет. (Glover and Laguna,1997; Nabiyev, 2003). Тыюуу салуу менен издөө процесси, баштапкы чыгарылыш менен башталат жана коңшу чыгарылыштар арасынан максат

функциясына эң көп пайдасы болгон, башка бир чыгарылышка тыюуу салбаган бир кыймыл менен жолун улайт (Çalışkan v.d., 2009: 23).

Кумурска колонияларынын алгоритми. Колония абалында жашашкан кумурскалар, маселе чыгаруу темасында үлгү алынуучу жүрүм-турум өзгөчөлүктөрү болгон жаныбарлар болуп эсептелинет. Кумурскалар уюгунан тамак-аш булагына жана тамак-аш булагынан уюгуна чейинки жаткан эң кыска жолду таап алуу өзгөчөлүгүнө ээ. Кумурскалар, уюк менен тамак-аш булагынын ортосундагы жолдун бузулуусунан улам пайда болуучу жаңы шарттарга ылайыкташуу менен эң кыска жаңы жол курууга жөндөмдүү келишет. Бул эң кыска жолду табуу үчүн кумурскалар тарабынан колдонулган жана кумурскалар ортосунда байланышты камсыз кылуучу зат «феромон» деп аталат. Кумурскалар, кыймылдап бара жатышканда жолго белгилүү бир санда феромон затын таштап кетишет. Баруу үчүн тандай турган багыттын аныкталышында феромон санынын мааниси чоң. Кумурскалардын феромон саны көп болгон багыттарды тандоо ыктымалдуулугу, феромон саны аз болгон багыттарды тандоо ыктымалдуулугунан жогору. Ушундан улам кумурскалар эң ылайыктуу жолду эң кыска убакыт ичинде таба алышат. (Tokaylı, 2005:46).

Нейрондук тор. Жасалма нейрондук тор, адам мээсинин өзгөчөлүктөрүнүн бири болгон үйрөнүү жолу менен жаңы маалыматтарды чыгара билүү, түзө билүү жана таба билүү сыяктуу жөндөмдүүлүктөрдү эч кандай жардам албастан автоматтык түрдө жүзөгө ашыра билүү максатында иштелип чыккан компьютердик системдери болуп эсептелет. Бул жөндөмдүүлүктөрдү салттуу программалоо методдору менен ишке ашыруу өтө татаал же болбосо мүмкүн эмес. Ушундан улам, жасалма нейрондук тор илим тармагынын, программалоо татаал болгон же болбосо мүмкүн болбогон кубулуштар үчүн иштелип чыккан ыңгайлашуучу маалыматты иштеп чыгуу менен алектенген бир компьютердик илим тармагы катары айтууга болот. (Öztemel, 2012: 14).

Бөлүкчө үйүр оптимизациясы. Бөлүкчө үйүр оптимизациясы (БҮО) 1995-жылы Джеймс Кеннеди жана Руссел Эберхарт тарабынан табылган популяцияга негизделген, эволюциялык бир оптимизация алгоритми болуп эсептелет (Kennedy, J. and Eberhart, 1995). Бул алгортим куш жана балык үйрүнүн тамак-аш издөө жана коркунучтардан сактануу учурундагы топтук кыймылдарына салыштыруу менен моделденген. БҮО, жыйынтыкты тез чыгаруу, аз сандагы параметр талап кылуусу жана локалдык оптимумдарга такалуу рискинин аз болуусу себебинен башка бир канча издөө алгоритмдерге караганда артыкчылыгы бар.

Басаңдатууга окшотуу методу. Басаңдатууга окшотуу алгоритми, Киркпатрик жана кесиптештери (Kirkpatrick et.al, 1983) тарабынан оптимизация маселелеринде колдонулган локалдуу издөө алгоритми болуп эсептелет. Каттуу бир заттын энергиясын минимумга түшүргөн физикалык системдердеги басаңдатуу процесси менен комбинациялык оптимизация маселелерин чыгаруу процесси ортосундагы окшоштукка таянат (Söke ve Bingül, 2005: 26).

Бишкек мисалында изилденген бир мисал

Бул изилөө ишинде Транспорттук маселенин эң белгилүү түрү болгон Транспорттун жүк көтөрүү мүмкүнчүлүгүн чектеген транспорттук маселе каралды жана эвристикалык метод менен чыгарылды. Изилдөө жүргүзүү үчүн Бишкек шаарында чарба жүргүзгөн «Яшар» фирмасы тандалып алынды. Аталган фирма 1997-жылы курулуп, азыркы күнгө чейин сапатуу ун жана ун азыктарын, макарон, кесме жана башка продукцияларды өндүрүп келет.

Маалыматтарды топтоо

Ишканын Бишкек шаары ичинде майда дүң соода борборлоруна жана дүкөндөрүнө товар жеткирүүдө колдонгон транспортторунун саны жалпысынан 4 даана болуп, ар бир транспорттун жүк көтөрүү мүмкүнчүлгүгү 1500 килограммды түзөт. Ал эми ар бир транспортто бирден айдоочу жана бирден экспедитордун жардамы менен товар таркатылат. Ушулар менен кошо эле ар бир транспорт үчүн экиден соода агенти бекитилгени маалым.

Аталган соода агенттери бир күн мурун тийиштүү аймактар боюнча телефон аркылуу же болбосо жүзмө-жүз дүкөндөрдөн буюртмаларды алышат.

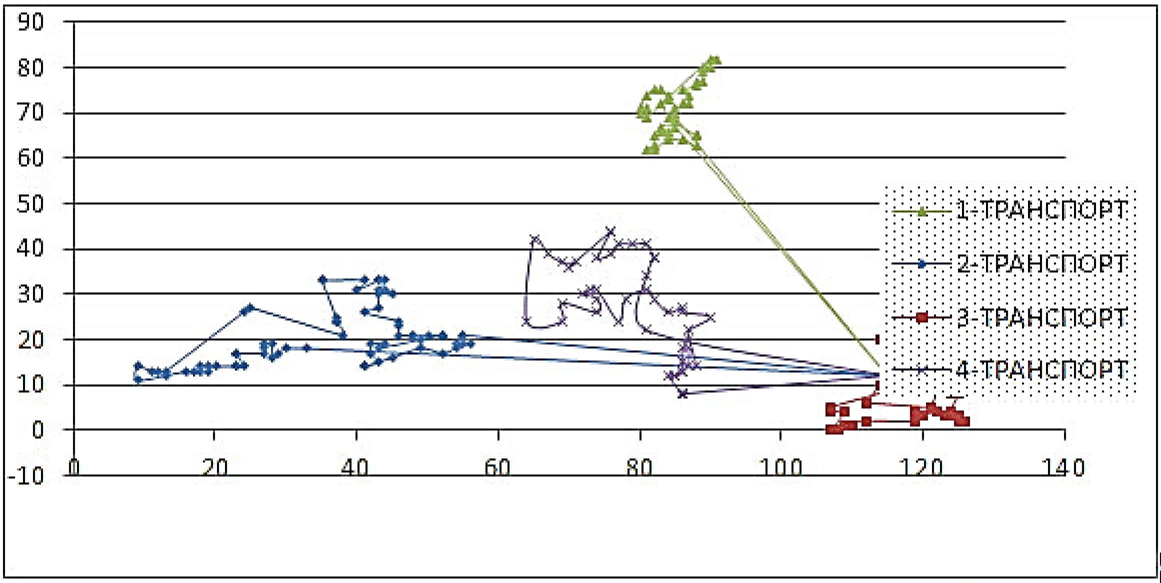
Маалыматтарды топтоо үчүн аталган фирманын жетекчилери менен жолугушуу өткөрүлүп, керектүү маалыматтар аталган ишкананын тийиштүү документтерин изилдөө жолу менен жана байкоо жүргүзүү аркылуу топтолду. Кардарлардын толук адрестери болсо товар таркаткан транспорттор менен ар бир кардарды кыдыруу аркылуу топтолду. Керектүү маалыматтар топтолгондон кийин Бишкек шаарынын картасы жасалып, товар жеткирилген 240 кардардын жана кампанын орду белгиленди жана алардын координаттары алынды. Ишкананын 2016-жылдын 17-февралына карата бир күндүк кардарлардын суроо талаптары боюнча маршруттардын схемалары төмөнкүчө экендиги аныкталды (табл. 1).

Таблица 1 – Учурдагы маршруттун схемасы

Транспорт № (*i*)	*i*-транспорттун таркатуу маршруту	*i* транспорту тарабынан басылып өтүлгөн жол, м	*i* транспорту тарабынан ташылган жүктүн көлөмү, кг
1.	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-1	43788	754
2.	1-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100-101-102-103-104-105-106-107-108-109-110-111-112-113-114-115-116-117-1	58210	736
3.	1-118-119-120-121-122-123-124-125-126-127-128-129-130-131-132-133-134-135-136-137-138-139-140-141-142-143-144-145-146-147-148-149-150-151-152-153-154-155-156-157-158-159-160-161-162-163-164-165-166-167-168-169-170-171-172-173-174-175-176-177-178-179-180-180-182-183-184-185-186-187-188-1	37070	1347
4.	1-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-202-203-204-205-206-207-208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223-224-225-226-227-228-229-230-231-232-233-234-235-236-237-238-239-240-1	45320	1141

Ишкананын колунда болгон 4 тарспорт тарабынан жалпы жүрүлгөн маршруттун узундугу 184388 метрди, ал эми кардарларга жеткирилген товардын жалпы көлөмү 3978 килограммды түзгөн.

Учурдагы маршруттардын схемасы төмөндөгү сүрөткө түшүрүлдү.



Сүрөт 1. Учурдагы маршруттар

Маалыматтардын анализи жана жыйынтыктар

Алынган маалыматтар Sas Wahid Hamzah тарабынан 2014-жылында иштелип чыккан эң жакын коңшуга баруу (Nearest Neighbour Algorithm) эвристикалык методу менен моделденип, Matlab 2013 компьютердик программасынын жардамы менен чыгарылды. Аталган программаны иштетүү үчүн Intel (R) Core(TM) i3-3220 3.30 GHz жана 4 GB эс тутумга ээ компьютеринен пайдаланылды.

Жыйынтыгында программа бизге 3 маршрутту аныктап берди. Жаңы түзүлгөн маршруттарда негизинен транспорттун жүк көтөрүү мүмкүнчүлүгүнө көңүл бургандыгын белгилей кетүү керек. Себеби жогоруда дагы белгилеп кеткендей транспорт батыра алчу жүктүн көлөмү 1500 килограмм болуп, ал чектөөнү эске алган программа бизге биринчи транспортко 1347 килограмм, экинчи транспортко 1486 килограмм, ал эми үчүнчү транспортко болсо 1145 килограмм жүктү бөлүштүрүп берди. Жаңы түзүлгөн маршруттардын схемасы төмөнкү таблицада берилди.

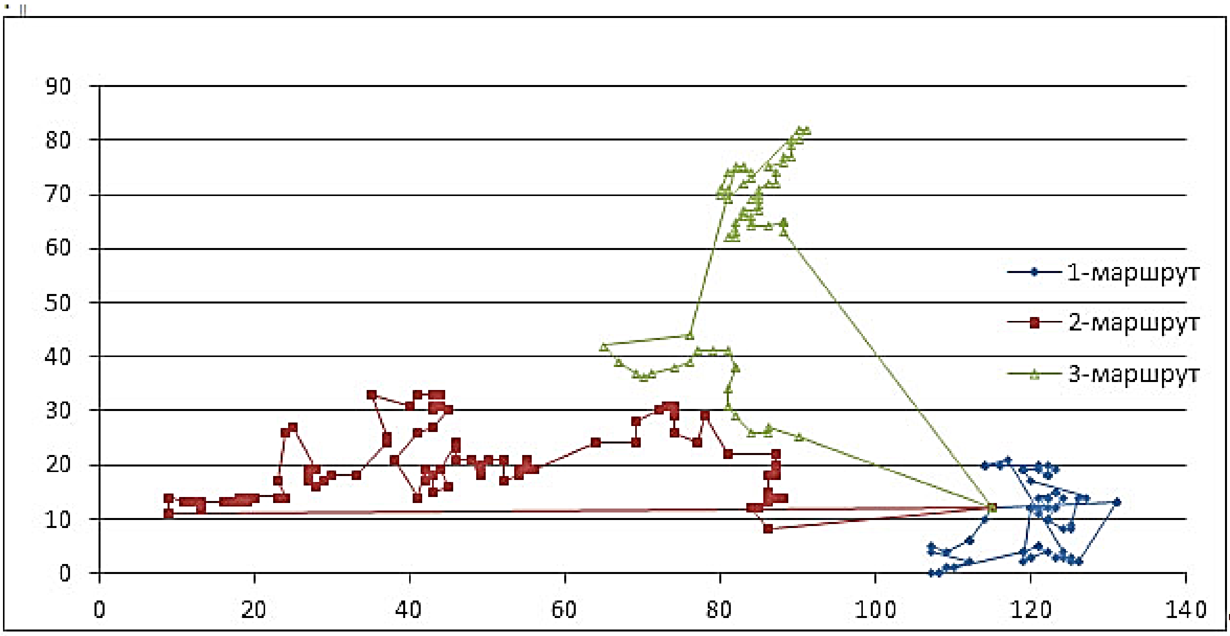
Таблица 2 – Жаңы сунушталган маршруттардын схемасы

Транс-порт № (*i*)	*i*-транспорттун таркатуу маршруту	*i* транспорту тарабынан басылып өтүлгөн жол, м	*i* транспорту тарабынан ташылган жүктүн көлөмү, кг
1.	1-118-119-120-121-158-156-157-164-162-163-160-161-159-166-167-122-123-170-168-169-165-155-187-188-186-183-185-134-132-133-130-131-124-184-181-182-179-178-180-125-126-129-143-144-145-146-147-148-149-138-135-136-137-139-140-141-142-153-150-151-152-154-177-173-174-172-171-175-176-127-128-1	42800	1347
2.	1-189-190-191-192-193-194-195-196-197-198-199-200-201-207-206-202-203-204-205-208-209-241-216-217-222-221-218-219-220-223-224-225-50-47-48-51-49-52-53-64-65-66-67-63-54-68-69-70-71-72-61-55-58-62-59-60-56-57-89-73-74-76-77-78-75-79-80-81-83-82-84-85-86-87-88-117-116-115-114-110-111-112-113-90-91-108-109-	81200	1486

	107-105-106-104-102-103-100-101-99-98-92-97-93-94-95-96-1		
3.	1-35-30-31-32-33-34-36-37-42-44-43-41-40-38-39-45-46-29-2-3-4-5-7-6-8-9-10-11-12-13-15-14-16-17-27-28-18-19-20-21-22-23-25-26-24-231-232-226-227-228-230-229-233-234-235-236-237-238-239-240-215-214-213-211-212-210-1	55100	1145

Ал эми эң жакын коңшу эвристикалык методу менен чыгарылган жаңы сунушталган маршруттар төмөндөгү сүрөттө көрсөтүлдү

.



Сүрөт 2. Жаңы сунушталган маршруттар

Сүрөттө көрсөтүлгөндөй жалпы кардарларга товар жеткирүү үчүн керектелген 3 транспорттун маршруутары чийилди жана ал маршруттарга таандык узундуктар 179100 метрди түзөөрү аныкталды. Жаңы түзүлгөн маршруттардын жалпы узундугу эски маршруттардын жалпы узундугунан 5288 метрге кыска экендиги аныкталды. Ошол эле учурда жаңы сунушталган маршруттардагы транспорт чыгымдары, айдоочуларга жана экспедиторлорго төлөнүүчү айлык акы учурдагы маршруттардыкына салыштырмалуу бир топ аз экендигин белгилей кетүү керек. Тийиштүү эсептерди төмөнкүчө көрсөтсөк:

- Транспортко байланыштуу чыгымдар. Жаңы сунушталган маршруттарды камсыздоо үчүн бир транспортту аз колдонобуз. Айрыкча ишкана үчүн узак мөөнөттөгү чыгымдар маанилүү. Кайсыл гана ишкана болбосун кийинки жыл үчүн транспорт санын белгилөөдө ушул методду колдонуу аркылуу трасннортту сатып алуу чыгымынан үнөмдөй алат. Биздин мисалда колдонуудагы транспорттун орточо баасы 500000 сомдун тегерегинде. Ошол эле учурда транспорт менен байланыштуу оңдоп-түзөө иштерине кеткен чыгымдар, жылына төлөнүүчү салыктарды да айта кетүү керек. Бул түрдөгү чыгымдарды болжол менен жылына 70000 сом деп айтсак болот.
- Персоналга байланыштуу чыгымдар. Жаңы түзүлүүчү маршрутта алынып салынган бир транспорт менен кошо анын айдоочусу, экспедитор жана эки тапшырык алган соода агенти аз колдонулат. Демек, аталган ишканада бир айдоочу же болбосо экспедитор 30000 сом айлык алат десек, анда бир жылда аларга кетчү чыгым 4х30000х12=1440000 сомду түзөт.

Демек, *Транспортко байланыштуу чыгымдар + Персоналга байланыштуу чыгымдар = 2010000 сом*

Ошол эле учурда үч транспортту колдонуу учурунда 5288 метрге аз жол жүрөөрүбүздү айтып кеткенбиз. Бул аралык үчүн күнүмдүк үнөмдөөбүз 100 сомдун тегерегинде болуп, аны бир жыл үчүн эсептей турган болсок: *100x365=36500 сомду* түзөт.

Демек, жалпысынан эсептей турган болсок: *2010000+36500=2046500 сом*

Транспортту маршруттоо менен аталган ишкана таркатуу чыгымдарын белгилүү бир деңгээлге чейин үнөмдөй алат.

Корутунду

Транспортту маршрутто маселелеринин чечүү улам жаңы методдор менен толукталып турууда. Бул методдор ишкана жетекчилери туш келген маселелерди чечүүдө өз жардамын берип келүүдө. Компьютердик программалоонун негизинде өнүктүрүлгөн бул методдор кыска убакыт ичинде чоң өлчөмдөгү маселелерди чыгарууга көмөк көрсөтүүдө. Атап айтсак, метаэвристикалык методдор менен чыгарууга узак жылдарды талап кылган маселелер аз убакыттын ичинде жыйынтыкка жетүүдө. Бирок, бул методдор оптималдуу жыйынтыкты так бербегени менен, оптималдуу жыйынтыкка жакын жыйынтыктарды берээрин да айтып кетүүбүз зарыл.

Изилдөөбүздө, жетишилген жыйынтыктарга жараша ишкананын жаңы маршруттары аныкталып, ал маршруттар үчүн жалпысынан 3 транспорт керектелээри белгилүү болду. Изилдөөбүздүн жыйынтыгында учурдагы таркатуу маршрутуна караганда биз сунуштаган жаңы маршруттар бир топ чыгымдарды үнөмдөөгө шарт түзөөрү аныкталды. Жаңы маршруттарды сунуштоо менен, транспорттордун мүмкүнчүлүктөрүнөн толугу менен пайдалануу аркылуу аз сандагы транспорт колдонуу мүмкүн экени белгилүү болду.

Кыргызстан үчүн колдонууда болбогон бул Транспорттук маселелерди, түрдүү тармактарда практикасын жүзөгө ашыруу зарыл. Атап айтсак, учурдун эң көйгөйлүү маселелеринден бири болгон жол тыгындарын азайтуу үчүн мета эвристикалык методдорду колдонуу. Ошодой эле Бишкек шаарындагы таштандыларды чогултуу үчүн траснпортторду оптималдуу колдонуунун математикалык моделин иштеп чыгуу жана аны мета эвристикалык методдор менен чыгаруу.

Колдонулган адабияттар

1. Clarke, G., Wright, J.W. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points, Operations Research, 1964, c. 12, sf. 568-581.
2. Çalışkan, E., Acar, H., Akay, A.E. Odun Hammadesi Taşımacılığında Meta-Sezgisel Yöntemlerin Kullanımı. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. – 2009. – 10 (1). – S.19-28.
3. Dantzig, G. and Ramser, J. The truck dispatching problem.Management Science. – 1959. – 6(1). – Pp.80-91.
4. Demircioğlu, M. Araç Rotalama Probleminin Sezgisel Bir Yaklaşım İle Çözümlenmesi Üzerine Bir Uygulama. Çukurova Üniversitesi, Doktora Tezi, 2009.
5. Glover, F. and Laguna, M. Tabu search. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1997.
6. Goldenberg, D.E. Genetic Algorithms in Search Optimization, and Machine Learning', Addison-Wesley, New York, USA, 1989. – 411p.
7. Hertz, A., Widmer, M. Guidelines for the Use of Meta-Heuristics ın Combinatorial Optimization // European Journal of Operation Research, 2004.
8. Kennedy, J. and Eberhart, R. Particle swarm optimization. Neural Networks Proceedings IEEE International Conference on, Perth, 1942-1948, 1995.
9. Kirkpatrick, S., Gellat, C.D. and Vecchi, M.P. Optimization by Simulated Annealing // Science, New Series, 1983. –Vol.220, No.4598. – Pp. 671-680.
10. Nabiyev, V.V. Yapay Zeka – Problemler Yöntemler Algoritmalar, Seçkin Yayınevi, Ankara, 2003.
11. Öztemel, Ercan. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2012.

12. Söke, A., Bingül, Z. İki Boyutlu Giyotinsiz Kesme Problemlerinin Benzetilmiş Tavlama Algoritması ile Çözümlerinin İncelenmesi. Politeknik Dergisi. Cilt, 2005. – 8 s.

13. Tokaylı, M.A. Zaman Pencereli Araç Rotalama Problemi için Bir Karar Destek Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 2005.

14. Toth, P., Vigo, D. The Vehicle Routing Problem // Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, 2002.

15. Yücenur, G.N., Demirel, N.Ç. A Hybrid Algorithm with Genetic Algorithm and Ant Colony Optimization for Solving Multi-Depot Vehicle Routing Problems // Journal of Engineering and Natural Sciences. – 2011. – Sigma 29. – Pp. 340-350.

16. Урдалетова, А.Б., Абдылдаев, М.М. М.Рыскулбеков атындагы Кыргыз Экономикалык Университетинин Кабарлары. – Бишкек, 2015. – 4(34). – Б. 63-67.