ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

AQLLI SHAHAR SHAROITIDA MAISHIY CHIQINDILARNI YIG‘ISH MARSHRUTLARINI TARMOQLAR VA CHEGARALAR USULI ASOSIDA OPTIMALLASHTIRISH

Mamatova Zilolaxon Xabibulloxonovna
Farg‘ona davlat universiteti dotsenti, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
E-mail:mamatova.zilolakhon@gmail.com
Raximova Gulsanam Nabijon qizi
Farg‘ona davlat universiteti talabasi
E-mail:abdurasulovagulsanam16@gmail.com

Annotatsiya. Hozirgi zamonda global urbanizatsiya va “Aqlli shahar” konsepsiyasining jadal rivojlanishi shahar infratuzulmasining samarali boshqarishda zamonaviy logistik yechimlarni talab qilmoqda. Shu qatorida, maishiy chiqindilarni yig‘ish va tashish jarayoni katta transport va vaqt resurslarini sarflaydigan strategik soha hisoblanadi. Mavjud mashrutlarning samarasizligi yoqilg‘i xarajatlarining ortishiga, tirbandliklarga va atrof-muhitga salbiy ta’sirning kuchayishiga olib kelmoqda. Ushbu maqolaning maqsadi Komivayajor masalasi doirasida maishiy chiqindilarni yeg‘ish va texnikalarning harakat mashrutlarini optimallashtirish orqali transport harajatini va vaqtini minimallashtirishdan iborat.

Kalit so‘zlar: Aqlli shahr, maishiy chiqindi logistikasi, Kommivayajor masalasi, Tarmoqlar va chegaralar usuli, dinamik dasturlash.

Аннотация. В настоящее время глобальная урбанизация и стремительное развитие концепции “Умный город” требуют современных логистических решений для эффективного управления городской инфраструктурой. Наряду с этим, процесс сбора и транспортировки бытовых отходов является стратегической отраслью, требующей больших транспортных и временных ресурсов. Неэффективность существующих маршрутов приводит к росту расходов на топливо, пробкам и усилению негативного воздействия на окружающую среду. Цель данной статьи заключается в минимизации транспортных расходов и времени за счет сбора бытовых отходов и оптимизации маршрутов движения техники в рамках задачи Комиваяжор.

Ключевые слова: Умный город, логистика бытовых отходов, задача коммивояжера, метод сетей и границ, динамическое программирование.

Abstract. In the modern era, global urbanization and the rapid development of the “Smart City” concept require modern logistical solutions for the effective management of urban infrastructure. Alongside this, the process of collecting and transporting household waste is a strategic sector that consumes significant transport and time resources. The inefficiency of existing routes leads to increased

ISSN 3030-3907

fuel costs, traffic congestion, and increased negative environmental impact. The objective of this article is to minimize transportation costs and time by collecting household waste and optimizing vehicle routes within the framework of the Komivayajor problem.

Keywords: Smart city, household waste logistics, Commivoyager problem, Network and boundary method, dynamic programming.

KIRISH.

Zamonaviy dunyoda urbanizatsiya jarayonlarining jadal sur'atlari shahar infratuzilmasining boshqarish tizimiga yangicha yondashuvlarni talab qilmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkilotining prognozlariga ko‘ra, 2050- yilga kelib dunyo aholisining qariyb 68 foizi shaharlarda iste'qomat qiladi. Aholi zichligining ortishi va turmush darajasining yuksalishi, o‘z navbatida hosil bo‘ladiga maishiy chiqindilar hajmining keskin oshishiga olib keladi. Jahon banki ma'lumotlariga ko‘ra global miqyosda har yili 2 milliard tonnadan ortiq qattiq maishiy chiqindilar hosil bo‘ladi va bu ko‘rsatkich 2050- yilga kelib 3,4 milliard tonnaga yetishi kutilmoqda.

Ushbu sharoitda, “Aqlli shahar” konsepsiyasining joriy etilishi shahar xizmatlari samaradorligini oshirishning asosiy drayveriga aylandi. Aqlli shahar logistikasi doirasida maishiy chiqindilarni yig‘ish va tashish jarayoni o‘ta muhim strategik ahamiyatga ega. Kommunal xizmatlar byudjetining sezilarli qismi (ayrim hollarda 40% dan 70% gacha) aynan chiqindilarni yig‘ish va transportirovka qilish xarajatlariga to‘g‘ri keladi.

O‘zbekiston Respublikasida ham so‘nggi yillarda chiqindilarni boshqarish tizimini isloh qilishga davlat darajasida katta e'tibor qaratilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining farmon va qarorlari, xususan, “2019-2028-yillarda O‘zbekiston Respublikasida qattiq maishiy chiqindilar bilan ishlash strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi qarori sohada samarali tizim yaratishning huquqiy asoslarini belgilab berdi. Biroq, respublikamizning yirik shaharlarida chiqindi yig‘ish logistikasini optimallashtirish bo‘yicha qator hal etilmagan muammolar mavjud. Operativ ma'lumotlarning yetishmasligi va marshrutlarni rejalashtirishda zamonaviy matematik modellarning yetarli darajada qo‘llanilmasligi kommunal xizmatlar samaradorligini cheklab qo‘ymoqda.

Kommivoyajor masalasi (Traveling Salesman Problem - TSP) kombinatorli optimallashtirishning klassik va eng ko‘p o‘rganilgan muammolaridan biri bo‘lib, u logistika va transport marshrutlarini rejalashtirishda keng qo‘llaniladi. TSP NP-murakkab (NP-hard) sinfiga mansub bo‘lganligi sababli, tugunlar soni ortishi bilan barcha ehtimoliy yechimlarni to‘liq qidirib chiqish (brute-force) amalda imkonsiz

ISSN 3030-3907

bo‘ladi. Shuning uchun, ilmiy adabiyotlarda TSPni yechish uchun ko‘plab evristik va meta-evristik algoritmlar taklif etilgan.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — “Aqlli shahar” konsepsiyasi doirasida maishiy chiqindilarni yig‘ish marshrutlarini optimallashtirish orqali transport xarajatlari va vaqt sarfini minimallashtirishdir.

Masalaning matematik qo‘yilishi. Tadqiqot obyekti sifatida shahardagi 1 ta markaziy chiqindi poligoni (0-tugun) va 4 ta asosiy maishiy chiqindi yig‘ish shoxobchalari (1, 2, 3, 4-tugunlar) tanlab olindi. Masalaning maqsadi — maxsus transport vositasi poligondan chiqib, barcha 4 ta nuqtani faqat bir martadan aylanib o‘tishi va eng qisqa masofani bosib o‘tib, yana poligonga qaytishini ta’minlashdan iborat.

Kommivoyajor masalasi (TSP) yo‘naltirilgan graf G = (V, A) ko‘rinishida ifodalanadi, bu yerda V = {0, 1, 2, 3, 4 } – tugunlar (shaharlar) to‘plami, A = {(i, j) : i, j € V, i ≠j} – yoylar to‘plami. Har bir (i, j) yoyga c_{ij} masofa qiymati biriktiriladi.

Tadqiqot uchun tanlangan obyektlarning asimmetrik masofalar matritsasi quyidagicha shakllantiriladi (qiymatlar kilometrda):

	0	1	2	3	4
0	∞	10	15	20	25
1	10	∞	35	25	10
2	15	35	∞	30	5
3	20	25	30	∞	15
4	25	10	5	15	∞

Endi jadvalni keltirish tushunchasini kiritamiz. Buning uchun, avval jadval satrlari keltiriladi, ya’ni jadvalning har bir satr elementlaridan shu satrning kichigi mos ravishda ayirib tashlanadi. Shundan song jadval ustunlariga nisbatan ham xuddi shu amal bajarilib, jadval ustunlari keltiriladi. Barcha satrlari va ustunlari keltirilgan jadval keltirilgan deb ataladi. Demak, ravshanki, keltirilgan jadvalning har bir satri va ustunida kamida bitta nol element ishtirok etgan bo‘ladi. Jadval satr va ustunlari eng kichik elementlarining yig‘indisi h bilan belgilanib, u jadvalning keltirish koeffitsiyenti deyiladi.

	0	1	2	3	4	
0	∞	0	5	10	15	10
1	0	∞	25	15	0	10
2	10	30	∞	25	0	5
3	5	10	15	∞	0	15
4	20	5	0	10	∞	5

ISSN 3030-3907

	0	1	2	3	4
0	∞	0	5	0	15
1	0	∞	25	5	0
2	10	30	∞	15	0
3	5	10	15	∞	0
4	20	5	0	0	∞
	0	0	0	10	0

Endi keltirilgan jadvalning nol elementlari darajalari aniqlanadi. Buning uchun nol turgan satr va ustun elementlarining eng kichiklari qo‘shiladi. Keyin bu darajalar asosida tarmoqlash amalga oshiriladi.

	0	1	2	3	4
0	∞	$0^{(5)}$	5	$0^{(0)}$	15
1	$0^{(5)}$	∞	25	5	$0^{(0)}$
2	10	30	∞	15	$0^{(10)}$
3	5	10	15	∞	$0^{(5)}$
4	20	5	$0^{(5)}$	$0^{(0)}$	∞

$c(2,4) = 0^{(10)}$, $c(4,2) = \infty$

$h = 10+10+5+15+5+10=55$ $h' = 55+10=65$

Endi esa jadval o‘lchami bittaga kamaytiriladi va avval bajarilgan ishlar qaytadan takroriy bajariladi. Yani jadvaldan 2 – satr va 4 – ustun olib tashlanib yangi jadval tuziladi.

	0	1	2	3
0	∞	0	5	0
1	0	∞	25	5
3	5	10	15	∞
4	20	5	∞	0

Jadval keltirilgan jadvalga olib kelinadi.

	0	1	2	3	
0	∞	0	5	0	0
1	0	∞	25	5	0
3	0	5	10	∞	5
4	20	5	∞	0	0

	0	1	2	3
0	∞	0	0	0
1	0	∞	20	5
3	0	5	5	∞
4	20	5	∞	0
	0	0	5	0

	0	1	2	3

ISSN 3030-3907

0	∞	$0^{(5)}$	$0^{(5)}$	$0^{(0)}$
1	$0^{(5)}$	∞	20	5
3	$0^{(5)}$	5	5	∞
4	20	5	∞	$0^{(5)}$

Demak bu yerda $c(0, 1) = 0^{(5)}$ $c(1,0) = \infty$ $h_1 = h+5+5=65$ $h_1' = 65 + 5 = 70$

	0	2	3
1	∞	20	5
3	0	5	∞
4	20	∞	0

	0	2	3	
1	∞	15	0	5
3	0	5	∞	0
4	20	∞	0	0

	0	2	3
1	∞	10	0
3	0	0	∞
4	20	∞	0
	0	5	0

	0	2	3
1	∞	10	$0^{(10)}$
3	$0^{(20)}$	$0^{(10)}$	∞
4	20	∞	$0^{(20)}$

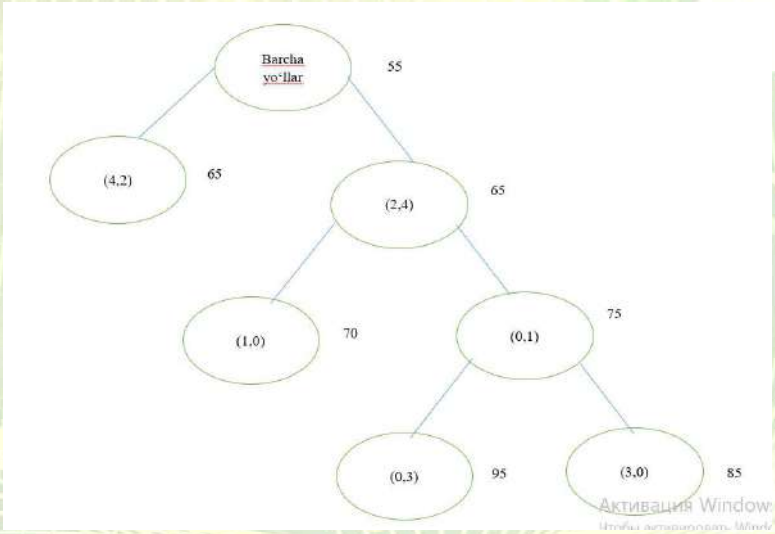
Bu yerda $c(3,0) = 0^{(20)}$ $c(0,3) = \infty$ $h_2 = h_1+5+5 = 75$ $h_2' = 75 +20 =95$

	2	3
1	10	∞
4	∞	0

	2	3	
1	0	∞	10
4	∞	0	0

Bu yerda $h_3 = 85$

Endi masala graflar ko'rinishida tasvirlanadi.



Javob: 0 – 1 – 2 – 4 – 3 – 0. Demak transport quyidagi mashrut bilan yursa 85 km yol bosib o'tar ekan. Lekin bu yechimni eng optimal yechim deb bolmaydi. Endiki maqsad mashrutni optimallashtirish.

ISSN 3030-3907

	0	1	2	3	
0	∞	0	5	10	10
1	0	∞	25	15	10
3	0	5	10	∞	20
4	15	0	∞	5	10

	0	1	2	3
0	∞	0	0	5
1	0	∞	20	10
3	0	5	5	∞
4	15	0	∞	0
	0	0	5	5

	0	1	2	3
0	∞	$0^{(0)}$	$0^{(5)}$	5
1	$0^{(10)}$	∞	20	10
3	$0^{(5)}$	5	5	∞
4	15	$0^{(0)}$	∞	$0^{(10)}$

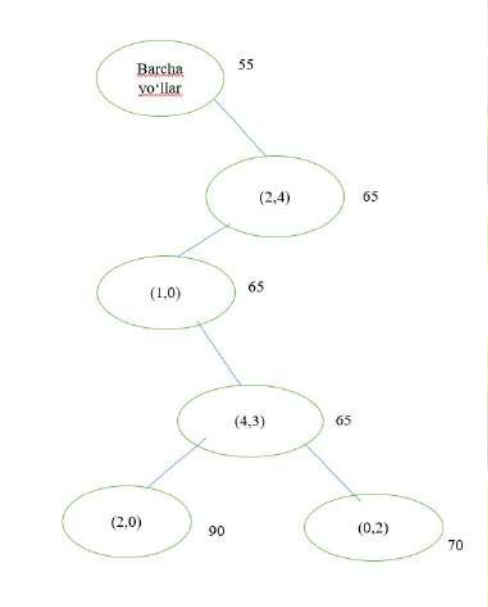
	0	1	2
0	∞	$0^{(5)}$	$0^{(20)}$
1	$0^{(20)}$	∞	20
3	$0^{(5)}$	5	∞

H = 10 +10+20+10+5+5 = 60

G = c(2,4) = 5 H' = 60 +5 = 65

	0	1
1	0	∞
3	∞	5

	0	1	
1	0	∞	0
3	∞	0	5



Javob: optimal yechim: 0 – 2 – 4 – 3 – 1 – 0. Transport quyidagi mashrut bilan yursa 70 km yo‘l yuradi.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI. Tadqiqot jarayonida "Tarmoqlar va chegaralar" usuli (Little algoritmi) orqali maishiy chiqindilarni yig‘ish marshrutlarini qadam-baqadam optimallashtirish amalga oshirildi. Kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, agar logistika jarayonlarida maxsus transport vositasi marshrutni tasodifiy yoki an’anaviy "eng yaqin qo‘shni" mantiqi bilan

ISSN 3030-3907

tanlasa, umumiy masofa sezilarli darajada ortib ketadi. Masalan, algoritm ishlashining dastlabki bosqichida topilgan va inkor etilgan sub-optimal marshrutlardan biri 0 – 1 – 2 – 4 – 3 – 0 yo‘nalishi bo‘lib, uning uzunligi 85 km ni tashkil etgan edi. Ammo qat’iy matematik qisqartirishlar natijasida topilgan mutlaq optimal marshrut masofani 70 km ga tushirishga muvaffaq bo‘ldi.Bu shuni anglatadiki, to‘g‘ri rejalashtirish bitta to‘liq marshrut aylanmasida (siklida) masofani 15 km ga (taxminan 17.6% ga) qisqartirish imkonini berdi. Agar har bir tugun o‘rtasidagi tafovutlar va murakkabroq shahar infratuzilmasi hisobga olinsa, katta miqyosdagi masalalarda bu tejamkorlik ko‘rsatkichi yanada ortishi ehtimoli yuqori.

Olingan matematik natijalarning amaliyotga joriy etilishi "Aqlli shahar" tizimi uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri iqtisodiy va ekologik manfaatlarni taqdim etadi. Iqtisodiy foyda: Tasavvur qilaylik, chiqindi tashuvchi 1 ta maxsus texnika kuniga 2 marta ushbu marshrut bo‘yicha harakatlanadi. Har bir aylanishda tejalgan 15 km masofa kuniga 30 km, yiliga (300 ish kuni hisobida) esa 9,000 km ortiqcha harakatlanishning oldini oladi. Og‘ir yuk mashinalarining 100 km uchun o‘rtacha 30 litr dizel yoqilg‘isi sarflashi hisobga olinsa, bitta mashina hisobidan yiliga 2,700 litr yoqilg‘i tejaladi. Bu munitsipal byudjet xarajatlarini keskin qisqartiradi hamda ehtiyot qismlarning yemirilish (amortizatsiya) muddatini uzaytiradi. Ekologik foyda: Ekologik nuqtai nazardan, tejalgan har bir litr dizel yoqilg‘isi atmosferaga taxminan 2.68 kg CO_2 ajralib chiqishining oldini oladi. Yuqoridagi misol doirasida, bitta transport vositasi marshrutini optimallashtirish orqali yiliga qariyb 7.2 tonna karbonat angidrid (CO_2) gazining havoga tarqalishi qisqaradi. Bu shaharning barqaror rivojlanish va ekologik toza ko‘rsatkichlarini yaxshilashga bevosita xizmat qiladi.

XULOSA. Ushbu tadqiqot doirasida “Aqlli shahar” (Smart City) ekotizimida maishiy chiqindilarni yig‘ish va tashish logistikasini samarali boshqarish masalasi ko‘rib chiqildi. Muammoning matematik modeli Kommivoyajor masalasi (TSP) asosida qurildi va qat’iy yechimga erishish maqsadida "Tarmoqlar va chegaralar" usuli (Little algoritmi) qo‘llanildi. Olib borilgan algoritmik tahlillar va hisob-kitoblar natijasida quyidagi asosiy xulosalarga kelindi:

Asimmetrik masofalar matritsasiga ega bo'lgan 5 tugunli tarmoq uchun barcha ehtimoliy yo‘nalishlar shajaraviy tarmoqlash orqali baholandi va uzunligi 70 km ga teng bo‘lgan mutlaq optimal marshrut yagonaligi isbotlandi.

Marshrutni tasodifiy yoki an’anaviy yondashuvlarga (masalan, 85 km lik sub-optimal yechimga) nisbatan optimallashtirish birgina siklning o‘zida masofani taxminan 17.6% ga qisqartirish imkonini berdi.

ISSN 3030-3907

Aniqlangan tejamkorlik bitta maxsus transport vositasi misolida yiliga o‘rtacha 2,700 litr dizel yoqilg‘isini iqtisod qilish va havoga 7.2 tonna karbonat angidrid (CO_2) emissiyasi ajralib chiqishining oldini olish imkonini beradi. Bu o‘z navbatida munitsipal xizmatlar byudjetini tejashtiribgina qolmay, shaharning ekologik barqarorligini ham ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 17-apreldagi "2019 — 2028-yillarda O‘zbekiston Respublikasida qattiq maishiy chiqindilar bilan ishlash strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida"gi PQ-4291-son qarori.
2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 18-yanvardagi “Toshkent shahrida «Aqlli shahar» texnologiyalarini joriy etish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi 48-son qarori.
3. Applegate, D. L., Bixby, R. M., Chvátal, V., & Cook, W. J. (2006). The Traveling Salesman Problem: A Computational Study. Princeton University Press. (TSP uchun dunyodagi eng asosiy fundamental kitob).
4. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank. (Kirish qismidagi global chiqindi statistikasi uchun).
5. Han, S. H., & Cudjoe, D. (2020). Solid waste management in smart cities: A review of waste-to-energy as a sustainable solution. Waste Management & Research, 38(11), 1188-1203.

ISSN 3030-3907