

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 3, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 2, ISSUE 3

SEPTEMBER, 2025



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 3 SEPTEMBER, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Development of an efficient method for allocating motor vehicles to routes within the capacity constraints of loading (unloading) addresses

M.N. Juraev¹ 

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article discusses the drawbacks of solving the problem of allocating motor vehicles to routes using integer linear programming and proposes a combinatorial method that allows determining discrete solutions for efficient vehicle-to-route allocation. In identifying discrete solutions for efficient route allocation, a mathematical model and algorithms have been developed based on the requirement to satisfy the capacity constraints of loading (unloading) at the routes for all types of motor vehicles. The proposed combinatorial approach aims to ensure the effective and optimal distribution of motor vehicles, thereby enhancing the efficiency of cargo transportation under real-world conditions. The main objective of the models is to fully meet the demands imposed on routes by considering the volumes of cargo shipments and the diverse characteristics of transport vehicles, while minimizing transportation costs. Additionally, the algorithms provide an effective means to handle the complexities that arise in managing a large number of shipments and transport vehicles.

Keywords: Cargo, motor vehicles, route, efficient allocation, assembly, index, combination, transfer

Kichik biznesni rivojlantirishda davlat qo'llab-quvvatlash tizimining roli

Jurayev M.N.¹ 

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada avtomobil transporti vositalarini marshrutlarga taqsimlash masalasini butun sonli chiziqli programlashtirish orqali echishdagi kamchiliklar bayon etilgan va marshrutlarga samarali taqsimlash masalasini diskret echimlarini aniqlashga imkon beruvchi kombinatorik usuli taklif etilgan. Marshrutlarga samarali taqsimlash masalasini diskret echimlarini aniqlashda, barcha avtomobil transporti vositalarini turlari bo'yicha, marshrutdagi yuk jo'natish (qabul qilish) imkoniyatlari doirasida bo'lishlik talabini qondirishning matematik modeli asoslangan va algoritmlari shakllantirilgan. Taklif etilgan kombinatorik yondashuv avtomobil transporti vositalarining samarali va optimal taqsimlanishini ta'minlashga qaratilgan bo'lib, u real shart-sharoitlarda yuk tashishning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Modellarning asosiy maqsadi - yuk jo'natish hajmlari va transport vositalarining turli xususiyatlarini hisobga olib, marshrutlarga qo'yiladigan talablarni to'liq qondirish va transport xarajatlarini kamaytirishdir. Shu bilan birga, algoritmlar ko'p sonli yuklarni va transport vositalarini boshqarishda yuzaga keladigan murakkabliklarni samarali tarzda hal etish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: yuk, avtomobil transporti vositalari, marshrut, samarali taqsimlash, yig'ilma, indeks, birlashma, ko'chirish

1. Kirish

Transport-tashish sohasidagi zamonaviy ishlab chiqarish optimallashtirish usullarini keng qo'llashni talab etadi. Bunday optimallashtirish usullariga, differensial hisob usullari, sonli usullar, shartli bo'lmagan optimallashtirish usullari hamda variantlarni saralash usullari kiradi.

Bugunda keng qo'llaniladigan zamonaviy usullar, ya'ni, chiziqli dasturlash usuli bo'lib, ko'p o'zgaruvchili chiziqli funktsiyani ushbu o'zgaruvchilarni chiziqli cheklovlar mavjudligidagi ekstremal qiymatlarini topishdan iborat bo'ladi [3,7,9]. Chiziqli bo'lmagan dasturlashda, maqsadli funktsiya va cheklovlar chiziqli bo'lmagan funktsiya bo'lishi mumkin. Chiziqli va chiziqli bo'lmagan dasturlashda o'ziga xos xolat, ya'ni optimal echimga butun son bo'lish shartining

qo'yilishidir, bunday masalalar butun sonli dasturlashga kiradi [4,5,6].

2. Tadqiqot metodologiyasi

Taqsimlash masalasini butun sonli chiziqli programlashtirish modellari ko'rinishida ham echish mumkin, lekin, avtomobil transport vositalarini marshrutlarga taqsimlash masalasini chiziqli programlashtirish modellari ko'rinishida echishda quyidagi kamchilik va noqulayliklarga olib keladi [1,10]:

1. Rejalashtirilgan yuk tashishni tashkil etish uchun har bir marshrutga taqsimlangan avtomobil transporti vositalariga xizmat ko'rsatish uchun kerak bo'ladigan ortish-tushirish mexanizmlarining rasional sonini aniqlash kerak bo'ladi.

 <https://orcid.org/0009-0009-2998-3964>



2. Avtomobil transporti vositalarini marshrutlarga taqsimlanish masalasini echimida butun bo'lmagan sonlarni butunlashtirib olish kerak va bu esa echimni optimallik darajasini kamaytiradi.

3. Masalani echimini aniqlashda har bir tashish marshrutida ishlayotgan ortish-tushirish mexanizmlarini kunlik ish vaqti davomida avtomobil transporti vositalari bilan to'liq ta'minlash talabi hisobga olinmaydi. Tashish marshrutida ma'lum kunda ishlayotgan mexanizmlar soni hamisha butun bo'lganligidan ularni kun mobaynida ish bilan to'la ta'minlash uchun shu yo'nalishga ma'lum sondagi avtomobillar ajratish lozim bo'ladi.

Bunday talablarni yuqorida bayon etilgan modellarda hisobga olib bo'lmaydi. Shuning uchun tufayli avtomobil transporti vositalarini marshrutlarga taqsimlash masalasining kombinatorli modellari va uni echishni diskret usullarini ishlab chiqish lozim bo'ladi.

Diskret to'plam elementlari har bir marshrut uchun ajratilishi mumkin bo'lgan ATV sonlaridan iboratdir. Bunda, iste'molchi manzillarni har bir marshrutga taqsimlanishi mumkin bo'lgan ATV soni jo'natuvchi manzilda ATV lariga yuk ortuvchi yoki xizmat ko'rsatuvchi kanallarning sonlariga muvofiq ularni vaqt birligida yuk jo'natish imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Umumiy holda masalani echish – bu har bir marshrutga taqsimlanayotgan ATV lari sonlarini, ularni ma'lum diskret to'plam elementlaridan iborat tarzda aniqlashdan iboratdir[2,8].

Turli yuk ko'taruvchanlikka ega bo'lgan avtomobil transport vositalarini marshrutlarga taqsimlash- bu har bir marshrutda yuk tashish uchun ajratilgan avtomobil transport vositalarini sonini ularni har bir turi bo'yicha aniqlash va har bir ATV ni belgilangan marshrutda bajarilishi lozim bo'lgan tashish hajmlarini belgilashdan iboratdir. Mazkur masalani qo'yilishida uni quyidagi asosiy xossalarini hisobga olish lozim[1].

Birinchidan, tashishga jalb qilingan avtomobil transport vositalarini yuk tashib kirituvchi (yoki chiqaruvchi) marshrutlarga taqsimlash masalasining echimi, mazkur iste'molchi manzillarni tashishga bo'lgan ehtiyojini qondirish darajasini belgilaydi, ya'ni, tashishga chiqarilgan avtomobil transport vositalaridan ko'proq qismini kichikroq uzunlikdagi marshrutlarga taqsimlash, marshrutlarga tashib berilayotgan yuk hajmini oshirishga, aksincha, uzunroq masofali marshrutlarga taqsimlash esa bu hajmni kamaytirishga imkon beradi. Agar tashishga chiqarilgan avtomobil transport vositalari soni kamroq bo'lsa, unda kerakli tashish hajmini bajarish uchun ularni kichikroq uzunlikdagi marshrutlarga, aksincha agar kattaroq sondagi avtomobil transport vositalaridan foydalanib, nisbatan kichikroq ehtiyojni qondirish kerak bo'lsa, unda ATVni ko'proq qismini kattaroq uzunlikdagi marshrutlarga taqsimlash lozim bo'ladi.

Ikkinchidan, turli yuk ko'taruvchanlikka ega bo'lgan avtomobil transport vositalari turli uzunlikdagi marshrutlarda, turli darajadagi yuk tashish tannarxini ta'minlaydi. Avtomobil transport vositalarini marshrutlarga taqsimlashni mumkin bo'lgan ko'plab variantlari ichidan shunday variantini topish kerakki, bunda tashishda foydalanilayotgan ATVdan foydalanib, iste'molchini yuk tashish hajmiga bo'lgan ehtiyoji qondirishga, har bir marshrutdagi yuk jo'natish (qabul qilish) imkoniyatlaridan samarali foydalanishga va ATVni marshrutlarga rasional taqsimlash hisobiga eng kam tashish harajatlarini ta'minlashga imkon bersin.

Uchinchidan, har bir marshrutga taqsimlangan ATV soni uning jo'natish yoki (qabul qilish) manzilida yuk ortish yoki (tushirish)ni ta'minlovchi ma'lum sondagi mashina-mexanizmlarni vaqt mobaynida samarali yuklashni ta'minlashi lozim. Har bir j-marshrutni yuk jo'natish (yoki qabul qilish) manzilida ortish-tushirish ishlariga jalb etilish mumkin bo'lgan mexanizmlar sonlari $\sum_j = \{1, 2, \dots, \sigma_j\}$ ning diskret to'plami ma'lum. Taqsimlash masalasini diskret tabiati shundan iboratki, har bir j- marshrutga taqsimlanuvchi ATV soni jo'natish (qabul qilish) mexanizmini har birini vaqt mobaynida to'la yuklash mezonidan kelib chiqqan holda, rejalashtirilgan avtomobillar soni γ_i ga teng bo'lishi kerak. Shu tufayli avtomobil transport vositalarini marshrutlarga taqsimlash masalasini mumkin bo'lgan echimlarining elementlari ma'lum bir diskret to'plamga tegishli bo'lishi lozim.

Masalani qo'yilishida, har bir j-tashish marshrutga taqsimlanayotgan avtomobil transport vositalari(ATB) soni $X_{j\sigma_j}^i$ ni ularni har bir i-turi uchun ishlatilayotgan ATB dan samarali foydalanish va ma'lum σ_j - sondagi jo'natish (yoki qabul qilish) mexanizmlarini rasional yuklangan variantlarda va berilgan ATB (A_j^i) dan samarali foydalanib, eng kam harajatlarda iste'molchini tashib hajmlariga bo'lgan ehtiyoji qondirilsin hamda yuk jo'natish (qabul qilish) mexanizmlarini vaqt mobaynida ish bilan samarali yuklashga erishish talabi qo'yiladi.

Ekspluatatsiyaga chiqariluvchi avtomobil transport vositalarining kun mobaynida to'laqonli foydalanish uchun A_j^i sondagi ATVni marshrutlarga to'la taqsimlanishi, ya'ni tegishli $X_{j\sigma_j}^i$ ATV ni yig'ilmasi ko'rinishida taqsimlanishi lozim. Shu tufayli avtomobil transport vositalaridan to'la foydalanish talabiga javob beruvchi – talab doirasidagi ATV ni (mg) yig'ilmasi tushunchasini kiritamiz. ATVni i- turi bo'yicha talab doirasidagi (mg) yig'ilma deb quyidagi shartga javob beruvchi yig'ilмага aytiladi:

$$\sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^i = A_j^i, X_{j\sigma_j}^i \in G_{j\sigma_j(M)}, i \in I \quad (1)$$

bu yerda, $G_{j\sigma_j(M)}$ – $X_{j\sigma_j}^i$ elementlarni mumkin bo'lgan yig'ilmalar to'plami.

A_j^i – i- turdagi ATV soni;

Qo'yilgan masalani echimi- bu ATV ni talab doirasidagi yig'ilmalari

($X_{j\sigma_j}^i$) ni uning barcha $i \in I$ turlari bo'yicha shunday birlashmasini aniqlash lozimki, bu birlashma uchun quyidagi shart bajarilsin:

$$Q \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{j\sigma_j}^{img} \cdot Q_{ij} \leq Q_{j\sigma_j}^{img} \quad (2)$$

bu yerda, $X_{j\sigma_j}^{img}$ – talab doirasidagi yig'ilma elementlari;

$G_{j\sigma_j}^{img}$ – talab doirasidagi yig'ilmalar to'plami;

Q_{ij} – i- turdagi ATVni j- tashish marshrutida tonnalaridagi kunlik ish unumdorligi;

Q_{min} , Q_{max} - iste'molchi manzilni yuk tashish hajmiga bo'lgan ehtiyojini minimal va maksimal darajasi.

Yuqoridagi ishlanmalarda $X_{j\sigma_j}^i$ elementlarni talabga doir yig'ilmalari va yig'ilmalar birlashmalarini (1) va (2) shartga muvofiq shakllantirishi ko'rsatib o'tildi. Bunda, $X_{j\sigma_j}^i$ elementlar yig'ilmalari ATVlarini har bir i turi bo'yicha ekspluatatsiyaga chiqarilgan avtomobillardan to'laqonli foydalanishga qaratilgan, mazkur yig'ilmalarni barcha $i \in I$ va $i \in J$ to'plamlari bo'yicha iste'molchi manzilga (dan) etkazib berilishi (yoki tashib chiqishi) lozim bo'lgan yuk hajmini



ma'lum chegaraviy qiymatlar ichida ta'minlanishiga oid (2) shartlarga muvofiq shakllantiriladi. Ammo, bunda, real tashish parametrlarida yuzaga chiqadigan yana bir muhim cheklash talabi, ya'ni har bir j -marshrutga taqsimlanayotgan barcha $i \in I$ turdagi ATVni umumiy soni marshrutdagi mavjud yuk jo'natish imkoniyatidan oshib ketmasligi talabi hisobga olinmagan. Shu tufayli taqsimlash masalasini echimida quyidagi qo'shimcha talablar vositasida tekshirilishi va lozim bo'lsa qayta shakllantirilishi kerak bo'ladi.

- 1) har bir marshrutga taqsimlangan ATVni barcha turlari bo'yicha umumiy soni shu marshrutni yuk jo'natish (yoki qabul qilish) imkoniyatlariga mosligi tekshirib ko'riladi;
- 2) agar avtomobillarni umumiy soni marshrutda yuk jo'natish (qabul qilish) imkoniyatlariga mos kelmasa, unda olingan birlashma yig'ilmalarida shunday o'zgartirishlarni amalga oshirish lozimki, natijada mazkur nomuvofiqlik bartaraf etilsin;
- 3) o'zgartirishlar asosida qayta shakllantirilgan birlashma yo'qoridagi shartni bajarilishini tekshirish.

Yuqoridagi tekshirish va qayta shakllantirish jarayonlarida, birinchi navbatda, yuqoridagi shart – ATVni barcha turlari bo'yicha umumiy soni marshrutdagi yuk jo'natish (qabul qilish) imkoniyatlari doirasida bo'lishi lozimligini matematik modelini asoslash lozim bo'ladi.

j -raqami marshrutda yuk jo'natish (qabul qilish) imkoniyati ishlatilayotgan mexanizm (mashina)lar soni σ_j ga bog'liq va bu marshrutda σ_j ni mumkin bo'lgan eng katta qiymati σ_j^{max} bo'lsin. Shunday qilib, $\sigma_j \in \{1, 2, \dots, \sigma_j^{max}\}$ bo'lib, $\sigma_j = 1$ bo'lganda mexanizm xizmat ko'rsatishi (yuk o'rishi yoki tushirishi) mumkin bo'lgan ATV lari soni γ_i . Aytaylik, j -marshrutga taqsimlangan ATV lari sonlari ularning barcha $i \in \{1, 2, \dots, I\}$ turlari bo'yicha ma'lum, ya'ni $X_{j\sigma_j}^{i=1}, X_{j\sigma_j}^{i=2}, \dots, X_{j\sigma_j}^{i=I}$ berilgan. Bunda, marshrutga taqsimlangan turli sondagi yuk ko'taruvchanlikka ega bo'lgan ATVlarida yuk jo'natishiga xizmat ko'rsatishi lozim bo'lgan mexanizmlar sonlari quyidagicha aniqlanadi:

$\sigma_{j\sigma_j}^{i=1} = X_{j\sigma_j}^{i=1} / \gamma_{i=1}; \sigma_{j\sigma_j}^{i=2} = X_{j\sigma_j}^{i=2} / \gamma_{i=2}$ ba hokazo. Bu qiymatlar yig'indisiga qo'yiladigan talabni matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\sigma_{j\sigma_j}^{i=1} + \sigma_{j\sigma_j}^{i=2} + \dots + \sigma_{j\sigma_j}^i \leq \sigma_j^{max} \quad \text{ya'ni,}$$

$$\frac{X_{j\sigma_j}^{i=1}}{\gamma_{i=1}} + \frac{X_{j\sigma_j}^{i=2}}{\gamma_{i=2}} + \dots + \frac{X_{j\sigma_j}^{i=I}}{\gamma_{i=I}} \leq \sigma_j^{max} \quad \text{yoki}$$

$$\sum_{i \in I_j} \frac{X_{j\sigma_j}^i}{\gamma_i} \leq \sigma_j^{max} \quad (3)$$

Bu yerda, I_j - masalani echimida j -marshrutga taqsimlangan ATVlari turlarini to'plami.

Shakllantirilgan birlashma yig'ilmalarida yuqoridagi (2) shartni bajarilishini tekshirish quyidagicha amalga oshiriladi:

Ma'lum bir jarayonlar asosida, talab doirasidagi yig'ilma $\{H(X_{j\sigma_j}^1 \dots H(X_{j\sigma_j}^I))\}$ lar birlashmasi shakllantiriladi va bu birlashma (1) shartini qanoatlantiradi. Mazkur birlashmada yig'ilmalari "boshidan" tartibida shakllantirilgan bo'lsa, unda $X_{j\sigma_j}^i$ elementlarni qiymatlarini yig'ilma boshidan boshlab barcha $i \in I$ uchun, agar "oxiridan" bo'lsa, unda oxiridan-ko'rib chiqiladi. Bunday jarayon $e=1$ yoki $e=c$ elementidan quyidagi yig'indilarni hisoblash bilan boshlanadi:

agar yig'ilma "boshidan" tartibida shakllantirilgan bo'lsa, quyidagi ifodaning qiymati aniqlanadi:

$$\sum_{i \in I_j} \frac{X_{j\sigma_j}^{i(e=1)}}{\gamma_i}$$

agar yig'ilma "oxiridan" tartibida shakllantirilgan bo'lsa, quyidagi ifodaning qiymati aniqlanadi:

$$\sum_{i \in I_j} \frac{X_{j\sigma_j}^{i(e=c)}}{\gamma_i}$$

Hisoblangan yig'indi qiymatini σ_j^{max} qiymati bilan solishtiramiz. Agar solishtirilganda (3) shart bajarilishi aniqlansa, unda birlashmaning $e=2$ ekan $I=c-1$ yig'ilmasi tahlil etiladi. Shu tarzda tekshirish natijasida birlashmaning barcha yig'ilmalar uchun (3) shartni bajarilishi aniqlansa, unda mazkur birlashma echim sifatida qabul qilinadi. Agar tekshirish natijasida qaysi bir yig'ilma uchun bu shart bajarilmasa, unda yig'ilmalarda ma'lum bir qo'shimcha o'zgartirishlar amalga oshiriladi va shartni bajarishga erishiladi.

Ta'kidlash lozimki, bunday tahliliy tekshirishni yig'ilmalar uchun emas, ularni raqamlarida o'tkazish bilan ham masalani echish mumkin bo'ladi va bunda tekshirish jarayoni osonroq kechadi. Yuqorigai shartdagi $X_{j\sigma_j(e)}/\gamma_i$ nisbat – bu yig'ilma raqamidagi ψ_e^i indeksni anglatadi. Shu tufayli (3) shartni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\sum_{i \in I_j} \psi_e^i \leq \sigma_j^{max} \quad (4)$$

(4) shartni bajaruvchi raqamlar tahlili quyidagicha amalga oshiriladi:

- yig'ilma raqamida tahlil etilayotgan indeksni tartib raqami e bilan belgilanadi: agar yig'ilma "boshidan" tartibida shakllantirilayotgan bo'lsa, unda $e=1$ boshida, keyin esa $e=e+1$ bo'ladi $e=c$ boshida, keyin esa $e=e-1$ bo'ladi.
- Tanlab olingan raqam indeksi ψ_e^i uchun $\sum_{i \in I_j} \psi_e^i$ yig'indi qiymati hisoblanadi va bu qiymat σ_j^{max} qiymati bilan solishtiriladi.
- Agar bunday solishtirish natijasida $\sum_{i \in I_j} \psi_e^i \leq \sigma_j^{max}$ ekanligi aniqlansa, unda e indeksini qiymati 1ga oshiriladi, (yoki kamaytiriladi) ya'ni $e=e+1$ (yoki $e-1$) va tahliliy tekshirish jarayoni keyingi indeks raqami uchun qaytariladi.
- Agar tekshirish natijasida barcha $e \in \{1, 2, \dots, c\}$ uchun (4) shart bajarilayotganligi aniqlansa, unda mazkur birlashma (4) shartni qondiradi va masalani echimi hisoblanadi. Agar qaysi bir e indeksi uchun bu shart bajarilmasa, unda yig'ilmalar raqamlarini shunday o'zgartirish (qayta shakllantirish) lozimki, ularni tegishli birlashmasi uchun (4) shart bajarilsin.
- Endi (4) shart bajarilmagan holda yig'ilmalar raqamlarini qayta shakllantirish yo'llarini ko'ramiz. Aytaylik, raqamni qaysi bir e indeksi uchun quyidagi munosabat mavjudligi aniqlandi:

$$\sum_{i \in I_j} \psi_e^i > \sigma_j^{max} \quad (5)$$

Ko'rinib turibdiki, yig'ilmalarda raqamlar indeks ψ_e^i lari yig'indisi σ_j^{max} qiymatidan katta, demak ana shu indekslar qiymatida mazkur yig'indini kamaytirish maqsadida, ma'lum bir ko'chirishlarni amalga oshirish lozim bo'ladi. Bunda, agar birlashma yig'ilmalari "boshidan" tartibida shakllantirilgan bo'lsa, unda ko'chirishni faqat "o'nga", agar "oxiridan"-bo'lsa, unda faqat "chapga" amalga oshirilishi mumkin.



Bunday ko'chirishni kerakli qiymati $\Delta\psi_e^i$ quyidagi ayirma orqali aniqlanadi:

$$\Delta\psi_e^i = \sum_{i \in I_j} \psi_e^i - \sigma_j^{\max} \quad (6)$$

3. Xulosa

Shunday qilib, yig'ilmalar raqamlaridagi ψ_e^i indekslaridan $\Delta\psi_e^i$ qiymatli ko'chirishni amalga oshirib, (4) shartni qoniqtiradigan yangi raqamlarni shakllantirish mumkin.

Agar ko'chirish "o'nga" amalga oshirilsa, unda bunday ko'chirishni i-indeksi eng katta qiymatidan, agar – "chapga" bo'lsa, unda eng kichik qiymatidan boshlash maqsadga muvofiqdir. Shu tufayli, jo'natuvchi sifatida belgilanayotgan ψ_e^i indekslar tartibi ko'chirish yo'nalishiga muvofiq aniqlanadi: agar ko'chirish "o'nga" bo'lsa, unda $\{1, I-1, \dots, i, \dots, 1\}$ ketma-ketligida, agar – "chapga" bo'lsa, unda $\{1, 2, \dots, i, \dots, I\}$ ko'rinishida bo'ladi. Bunday ketma-ketlikni maqsadga muvofiqligi quyidagi mulohazalarga asoslanadi.

Raqamlar indekslaridagi "o'ngga" ko'chirish- bu ma'lum sondagi ATVni tashish masofasi kichikroq uzunlikdagi marshrutlardan uzoqroq marshrutlarga o'tkazishga mos keladi va shunday ko'chirishni birinchi navbatda katta yuk ko'taruvchanlikdagi ATVLari uchun amalga oshirish lozim bo'ladi. Aksincha, "chapga" ko'chirishni esa kichik yuk ko'taruvchanlikka ega bo'lgan ATVDan boshlash o'rindir.

Endi shakllantirilgan yig'ilmalar birlashmasi uchun $\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{j\sigma_j} \cdot Q_{ij}$ yig'indi qiymatini hisoblaymiz va bu qiymat $Q_{\min} \leq Q_{\max}$ oralig'iga tushishini tekshiramiz. Agar tushsa, unda mazkur raqam masalani echimi hisoblanadi. Agar barcha $i \in I$ turdagi ATVLari shu tarzda tahlil etilgandan keyin yana ko'chirishga bo'lgan ehtiyojni qondirilmagan qismi mavjud bo'lsa masala echimga ega bo'lmaydi.

Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Jurayev M.N. Avtotransport vositalarining marshrutlarga samarali taqsimlashning kombinatorika uslubiyoti va uni paxta xomashyosini tashishda qo'llanilishi Bosma Monografiya.-T: "Omadbek print number one" MChJ nashriyoti, 2025-yil, 120-bet.

[2] Shermuxamedov A.A., Jurayev M.N., Marupov M.M. Avtotransport vositalarini marshrutlarga taqsimlash orqali transport-logistik xizmatlarni bo shqarish. "Logistika va iqtisodiyot" ilmiy elektron jurnali, 2021/6-son, 287-293 betlar.

[3] Витвицкий Е.Е. Моделирование транспортных процессов. -Омск: СибАДИ, 2017. – 178 с.

[4] Ватулин Э.И., Титов В.С., Емельянов С.Г. Основы дискретной комбинаторной оптимизации. -М: Аргмак-Медиа, 2016. – 270 с.

[5] Белоусова Н.И., Васильева Е.М., Лившиц В.Н. Системный анализ транспорта России в современных условиях.-М:Транспорт, 2000. – 60с.

[6] Кожин А.П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками: учеб. для вузов / А.П. Кожин, В.Н. Мезенцев. – М: Транспорт, 1994. – 304 с.

[7] Вельможин А.В., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Теория организация и управление автомобильными перевозками: логистический аспект формирования перевозочных процессов.-Волгоград: РПК «Политехник», 2001. – 179 с.

[8] A. A. Shermukhamedov, M. N. Juraev, S. N. Kenjayev. Efficient Distribution of Motor Vehicles of Different Loading Capacities on Routes. Cite as: AIP Conference Proceedings 2612, 060013 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0134786> Published Online: 15 March 2023. 060013-1- 060013-9.

[9] Igor. Y. Davydenko. Logistics Chains in Freight Transport Modelling / Delft University of Technology, 2015. - pp. 188.

[10] Friesz T., Veras J. Dynamic game-theoretic models of urban freight: Formulation and solution approach. Methods and Models in Transport and Telecommunications: Cross Atlantic Perspectives, 2005.- pp. 143.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Jurayev	Toshkent davlat transport universiteti
Muhiddin	"Transport logistikasi" kafedrası
Nortojiyevich	dotsenti, t.f.f.d., (PhD),
/ Juraev	E-mail: mdjurayev82@mail.ru
Muhiddin	Tel.: +998977520258
Nortojiyevich	https://orcid.org/0000-0001-6479-6173



M. Miralimov, A. Karshiboev

Analysis of existing methods for calculating the structural strength of shallow metro stations with domed roofs5

M. Miralimov

The assessment of technical condition of bridge and recommendations for strengthening the load-bearing structures ...10

S. Sulaymanov, Z. Abdullaeva

Analytical assessment of noise levels of urban vehicle flows15

K. Matrasulov, D. Yuldoshev

Enhanced multicriteria assessment of urban public transport infrastructure based on expert judgments and integrated evaluation metrics19

M. Dadaboeva

The role of the state support system in developing small businesses23

Kh. Mamatov, M. Murodilova

Concrete production based on metallurgical waste29

M. Juraev

Development of an efficient method for allocating motor vehicles to routes within the capacity constraints of loading (unloading) addresses33

Kh. Kamilov

A hygienic approach to reducing the effect of ultraviolet radiation on railway workers37

D. Yuldoshev, S. Ilkhomov

Relationships and models of service efficiency on a digital transport platform41

A. Khurramov, N. Irgashev

Modern approaches to enhancing communication security in telecommunication45