

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 3, 2026 vol. 3

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 3, ISSUE 3

SEPTEMBER, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 3 SEPTEMBER, 2026

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.

Research on the time norms for performing technological operations with multi-group trains at railway stations

K.N. Mustafaeva¹^a, Sh.B. Jumaev¹^b, A.Kh. Makhkamov²^c, Sh.M. Suyunbaev¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²JSC “Temiryo‘linfratuzilma”, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

This article examines the issues of determining the technological time norms and substantiating the most rational sorting method in order to improve the efficiency of the process of assembling multi-group freight trains at marshalling yards. At present, at the stations of “Uzbekistan Railways” JSC, such trains are assembled mainly on the basis of the practical experience of the staff, which makes improving this process through modern technological approaches a relevant task. Using the example of Chuqursoy station, the study identified the problems of transit cars staying beyond the established time norm and the increased consumption of diesel fuel during shunting operations. Under identical conditions and using the example of train sets with a varying number of groups (from 3 to 15), the time spent on assembling the train set was calculated for the Sologub (“S”), combinatorial (“V”), and conditional-groups (“G”) methods. The results showed that the combinatorial sorting method (“V”) ensures the lowest time expenditure – 64.7 minutes for a 15-group train set – and makes it possible to achieve the highest economic efficiency. In addition, the relationship between the number of groups in a train set and the required number of sorting tracks was revealed on the basis of the Fibonacci numbers regularity. The obtained results, through the selection of a rational sorting method, contribute to eliminating the idle standing of trains on the sorting tracks, shortening the delivery time of freight, and saving diesel fuel.

Keywords:

multi-group train, marshalling yard, shunting operations, sorting cycle, shunting trip, technological time, sorting methods, station performance indicators

Temir yo‘l stansiyalarida ko‘p guruhli poyezdlar bilan texnologik operatsiyalar bajarishga sarflanadigan vaqt me‘yorlarini tadqiq etish

Mustafayeva K.N.¹^a, Jumayev Sh.B.¹^b, Maxkamov A.X.²^c, Suyunbayev Sh.M.¹^d

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

²“Temiryo‘linfratuzilma” AJ, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya:

Mazkur maqolada saralash stansiyalarida ko‘p guruhli yuk poyezdlarini tuzish jarayonining samaradorligini oshirish maqsadida texnologik vaqt me‘yorlarini aniqlash va eng ratsional saralash usulini asoslash masalalari ko‘rib chiqilgan. Hozirgi kunda “O‘zbekiston temir yo‘llari” AJ stansiyalarida bunday poyezdlar asosan xodimlarning amaliy tajribasiga tayanib tuzilmoqda, bu esa jarayonni zamonaviy texnologik yondashuvlar asosida takomillashtirishni dolzarb vazifaga aylantiradi. Maqolada Chuqursoy stansiyasi misolida tranzit vagonlarning me‘yordan ortiqcha turib qolishi va manyovr ishlarida dizel yoqilg‘isi sarfining ortishi muammolari aniqlanib, bir xil sharoit va turlicha (3 tadan 15 tagacha) guruhli tarkiblar misolida Sologub (“S”), kombinatoriyali (“V”) va shartli guruhlar (“G”) usullari bo‘yicha tarkibni tuzishga sarflanadigan vaqt hisoblab chiqilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, kombinatoriyali saralash usuli (“V”) eng kam vaqt sarfini – 15 ta guruhli tarkibda 64,7 daqiqani ta‘minlab, eng yuqori iqtisodiy samaradorlikka erishish imkonini beradi. Shuningdek, tarkibdagi guruhlar soni bilan zaruriy saralash yo‘llari soni o‘rtasidagi bog‘lanish Fibonachchi sonlari qonuniyati asosida ochib berilgan. Olingan natijalar ratsional saralash usulini tanlash orqali poyezdlarning saralash yo‘llarida ortiqcha turib qolishini bartaraf etish, yuklarni yetkazib berish muddatini qisqartirish va dizel yoqilg‘isi sarfini tejashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar:

ko‘p guruhli poyezd, saralash stansiyasi, manyovr ishlari, saralash sikli, manyovr reysi, texnologik vaqt, saralash usullari, stansiya ish ko‘rsatkichlari

^a <https://orcid.org/0009-0008-7807-0523>

^b <https://orcid.org/0000-0003-4905-9620>

^c <https://orcid.org/0009-0007-1843-0331>

^d <https://orcid.org/0000-0002-4867-8270>



1. Kirish

Temir yo'l stansiyalari transporti infratuzilmasining asosiy elementlaridan biri va davlat hamda aholining tashishlarga bo'lgan talablarini qanoatlantiruvchi asosiy bo'g'inlardan hisoblanadi. Saralash stansiyalarining asosiy vazifalaridan biri – turli yo'nalishlardagi vagonlardan iborat ko'p guruhli poyezdlarni tuzish bo'lib, bu jarayon eng ko'p mehnat va vaqt talab qiladigan texnologik operatsiyalardan biri hisoblanadi.

Respublikamizda so'nggi yillarda temir yo'l infratuzilmasini yaxshilash, yuklarni tashishda yangi zamonaviy texnologiyalarni qo'llash orqali yuk oqimini ko'paytirish hamda yuklarning sifatini o'zgartirmasdan dunyo bozoriga yetkazish bo'yicha bir qancha ishlar amalga oshirilmogda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-sonli Farmonida "Barcha transport turlarini uzviy bog'lagan holda yagona transport tizimini rivojlantirish, ... transport va logistika xizmatlari bozori va infratuzilmasini rivojlantirish, ... multimodal transport-logistika markazlari tarmog'ini rivojlantirish konsepsiyasini ishlab chiqish" hamda 2023-yil 10-oktyabrda "O'zbekiston Respublikasi temir yo'l transporti sohasini tubdan isloh qilish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-329-sonli Qarorida "Yuk tashish xizmatlarini amalga oshirish, yuk vagon va konteyner xo'jaligini saqlash va rivojlantirish, multimodal "eshikdan eshikkacha" tashuvlarni yo'lga qo'yish, logistika markazlari va terminallarini tashkil etish" bo'yicha vazifalar belgilab berilgan. Mazkur vazifalarni amalga oshirishda saralash stansiyalarining ish samaradorligi, xususan vagonlarning stansiyalarda ortiqcha turib qolmasligi muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu vazifalarni bajarishda, jumladan, vagonlar aylanmasi umumiy qiymatining 40% dan 45% gacha qismini vagonlarning texnik stansiyalarda turib qolishi tashkil qilayotgan sharoitda, temir yo'llarda ko'p guruhli poyezdlar bilan texnologik operatsiyalar bajarish texnologiyasini takomillashtirish dolzarb muammolardan biri hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili

Saralash stansiyalarida ko'p guruhli poyezdlarni tuzish va manyovr ishlari samaradorligini oshirish masalalari ko'plab ilmiy maqolalarda ko'rib chiqilgan. Temir yo'l transportida vagon oqimlari hajmining ortib borishi va yuklarni o'z vaqtida yetkazib berishga qo'yiladigan talablarning kuchayishi tarkiblarni tuzish jarayonini tezlashtirish hamda manyovr ishlarini optimallashtirishni dolzarb vazifaga aylantirmogda. Shu sababli mavjud ilmiy ishlarda asosan tarkiblarni tuzishning texnologik usullari, vagonlar guruhini saralash sxemalari, manyovr reyslari va saralash sikllarining ratsional ketma-ketligi hamda vagon oqimlarini boshqarish masalalari tahlil qilingan.

Jahonda bu yo'nalishda keng qamrovli izlanishlar olib borilmogda. Vagonlarni saralash texnologiyasi, manyovr ishlarini optimallashtirish, yoqilg'i sarfini kamaytirish, stansiyalar ishini modellashtirish va resurslardan samarali foydalanish kabi ustuvor masalalar Rossiya, Germaniya, Xitoy, AQSh, Daniya, Polsha va boshqa ilg'or transport tizimiga ega davlatlar olimlari tomonidan chuqur tadqiq etilgan. Jumladan, V.I. Bobrovskiy, G.I. Buxalo, N.K. Sologub, O.O. Grenkevich va I.Ya. Skovron kabi mutaxassislar ko'p guruhli tarkiblarni samarali

shakllantirish va ularning texnologik sxemalarini ishlab chiqishga e'tibor qaratganlar; ayniqsa, Sologub tomonidan taklif etilgan usul ko'plab tadqiqotlarda taqqoslovchi asos sifatida qo'llanilgan. Bundan tashqari, transport tizimlarini avtomatlashtirish va axborot texnologiyalarini joriy etishga oid izlanishlar doirasida Zhang va Zhao tomonidan ilgari surilgan model asosida zamonaviy stansiyalar faoliyatini optimallashtirish imkoniyatlari o'rganilgan.

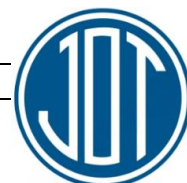
Yurtimizda esa S.M. Suyunbayev, A.M. Bashirova, S.K. Xudayberganov va Sh.B. Jumayev kabi olimlar "Shartli guruhlar" va "Kombinatorika" usullari asosida ko'p guruhli poyezdlarni shakllantirishning amaliy jihatlarini o'rganib, stansiyalardagi ishlarni modellashtirish, vagonlarni saralash vaqtini qisqartirish va yoqilg'i sarfini kamaytirishga doir ijobiy natijalarga erishganlar.

Ilmiy ishlar tahlili shuni ko'rsatadiki, saralash stansiyalarining ish samaradorligini oshirish ikki asosiy yo'nalish – texnologik va tashkiliy yechimlar orqali amalga oshiriladi.

Texnologik yondashuvlarda ko'p guruhli tarkiblarni tuzishning turli usullarini ishlab chiqish va takomillashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Bu yo'nalishdagi dastlabki va asosiy ishlardan biri N.K. Sologubga tegishli bo'lib, u [1] tadqiqotida saralash parki yo'llarining optimal sonini aniqlash masalasini o'rgangan. Muallif mahalliy vagonlarni detallashtirilgan holda yig'ish usulini taklif etib, saralash yo'llari soni va vagon oqimi o'rtasidagi bog'liqlikni asoslab bergan; mazkur usul keyingi ko'plab tadqiqotlarda boshqa usullarni baholash uchun taqqoslovchi asos sifatida qabul qilingan. I.Ya. Skovron [2] izlanishlarida ko'p guruhli tarkiblarni tuzish texnologiyasi va texnik vositalarini takomillashtirish masalalari tahlil qilinib, muallif vagonlar guruhini saralashning bir necha usulini tizimlashtirgan va ularni saralash yo'llari soniga bog'liq ravishda tanlash bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqqan. 1985-yilda MPS tomonidan ishlab chiqilgan maxsus ko'rsatmada [3] ko'p guruhli tarkiblarni tuzishning yangi – kombinatoriyali texnologiyasini joriy etish masalasi bayon etilgan bo'lib, unda tarkibdagi guruhlar soni va saralash yo'llari o'rtasidagi bog'liqlik hamda manyovr reyslarining ketma-ketligini aniqlash usullari keltirilgan. S.K. Xudayberganov va hammualliflarning [4] tadqiqotida "Sologub" va kombinatoriyali saralash usullarini saralash stansiyasi sharoitida qo'llash natijalari aniq hisob-kitoblar asosida taqqoslangan. Shu yo'nalishdagi boshqa bir ishda [5] esa "Shartli guruhlar bo'yicha saralash" va "Kombinator saralash" usullarini qo'llash natijalari tahlil qilinib, haqiqiy guruhlar shartli guruhlariga birlashtirishning asosiy qoidalari asoslab berilgan; bu esa tartibga solinishi lozim bo'lgan guruhlar sonini va manyovr ishlari hajmini kamaytirish imkonini bergan. G.I. Buxalo [6] esa mahalliy saralash tizimlari parametrlarini kompleks optimallashtirish masalasini o'rganib, tizim parametrlarini o'zaro muvozanatlashtirish orqali umumiy samaradorlikni oshirish mumkinligini ko'rsatgan.

Shu bilan birga, zamonaviy axborot texnologiyalari rivojlangan sharoitda Zhang va Zhao [7] tomonidan taklif etilgan model stansiyalar faoliyatini raqamlashtirish va jarayonlarni avtomatlashtirilgan holda optimallashtirish imkoniyatlarini ochib beradi.

Ushbu texnologik yechimlar manyovr ishlari samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega bo'lsa-da, ularda (Zhang va Zhao [7] modeli bundan mustasno



bo'lib) asosan yagona usul qo'llanilib, turli usullarning samaradorligi bir xil sharoitda, turlicha guruh sonlari uchun yetarli darajada qiyoslanmagan. Shuningdek, tanlangan usulning stansiyaning real ish ko'rsatkichlariga – tarkibni tuzish vaqti, yoqilg'i sarfi va iqtisodiy xarajatlarga ta'siri kompleks tahlil qilinmagan.

Tashkiliy yondashuvlarda vagon oqimlarini tashkil etish va stansiya ish ko'rsatkichlarini boshqarish masalalari o'rganilgan. D.B. Butunov [8] tadqiqotida saralash stansiyalarida vagon oqimlarini tashkil etish va boshqarishning texnik-ekspluatatsion baholash usullari tahlil qilinib, muallif vagon oqimlarini ilmiy asoslangan ko'rsatkichlar orqali boshqarish stansiya ish ko'rsatkichlarini yaxshilashga olib kelishini asoslab bergan. Sh.M. Suyunbayev va hammualliflar [9] "O'zbekiston temir yo'llari" AJ temir yo'llarida ko'p guruhli poyezdni tarqatish va tuzish jarayonini mahalliy sharoitda bevosita o'rganib, real natur varoqlari ma'lumotlari asosida vagonlarning yo'nalishlar bo'yicha taqsimlanishini tahlil qilganlar va ko'p guruhli poyezdlar ulushining yuqoriligini aniqlaganlar. A.V. Rojkov, Sh.M. Suyunbayev va hammualliflar [10] monografiyasida zavod ichidagi temir yo'l tashishlarini optimallashtirish masalalari atroflicha ko'rib chiqilib, sanoat temir yo'llarida manyovr lokomotivlari va yo'l infratuzilmasidan samarali foydalanish imkoniyatlari tahlil qilingan. M.V. Fufacheva [11] esa ikki yo'lli liniyalarda uzun tarkibli yuk poyezdlari harakatida tashishlarni bosqichma-bosqich egallash usullarini rivojlantirib, liniyaning o'tkazuvchanlik va tashish imkoniyatlaridan yuqori darajada foydalanish mumkinligini asoslab bergan.

Bu tashkiliy yechimlar vagon oqimlarini tashkil etish va resurslardan foydalanishni yaxshilash orqali stansiya ish ko'rsatkichlarini oshirishda muhim ahamiyatga ega bo'lsa-da, ularda tarkiblarni tuzishning texnologik jihatlari, xususan saralash usullarini o'zaro qiyoslab eng samaralisini tanlash hamda texnologik vaqt bilan iqtisodiy ko'rsatkichlar o'rtasidagi bog'liqlik yetarlicha o'rganilmagan.

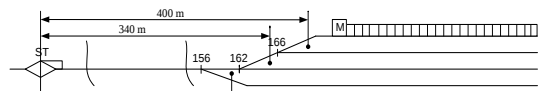
Yuqoridagi tahlildan ko'rinadiki, mavjud tadqiqotlarda texnologik va tashkiliy yondashuvlar ko'pincha alohida o'rganilgan bo'lib, turli saralash usullarining stansiya ish ko'rsatkichlariga ta'sirini qiyosiy baholash masalasi ochiq qolmoqda. Shu bois mazkur maqolada saralash stansiyalarida ko'p guruhli poyezdlarni tuzishga sarflanadigan texnologik vaqtni qisqartirish masalasi ko'rib chiqiladi. Unda Sologub ("S"), kombinatoriyali ("V") va shartli guruhlar ("G") usullari bir xil sharoitda, turlicha guruh sonlari uchun o'zaro qiyoslanib, eng ratsional usul texnologik vaqt va iqtisodiy samaradorlik bo'yicha asoslab beriladi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Maqolada saralash stansiyalarida ko'p guruhli yuk poyezdlarini tuzishga sarflanadigan texnologik vaqtni aniqlash va mavjud usullar orasidan eng ratsionalini asoslash maqsadida tahliliy, qiyosiy va hisobiy usullardan foydalanildi. Manbalar tahliliga ko'ra [5] ko'p guruhli tarkiblarni tuzishning barcha usullarini shartli ravishda uch guruhga – bitta lokomotiv bilan tuzish, ikkita lokomotiv bilan sinxron tuzish hamda ikkita lokomotiv bilan bir nechta tarkibni bir vaqtda tuzish usullariga ajratish mumkin.

"O'zbekiston temir yo'llari" AJ stansiyalaridagi texnik jihozlanganlik xususiyatlari, yuk frontlari va manyovr lokomotivlarining ish sharoitlaridan kelib chiqib, tadqiqot obyekti sifatida birinchi guruhga oid usullar tanlandi. Vagonlar guruhini saralash va qayta joylashtirish beshta usul bilan amalga oshirilishi mumkin [2]: Sologub usuli ("S"), kombinatoriyali saralash usuli ("V"), minimal sikllar usuli ("A"), shartli guruhlar bo'yicha saralash usuli ("G") va guruhlar bo'yicha taqsimlash usuli ("W"). Ulardan amaliyotda eng ko'p qo'llaniladigan "S", "V" va "G" usullari batafsil o'rganildi.

Tarkibni jamlash ketma-ket joylashgan yo'llardan vagonlarni mos yo'lga yig'ish orqali amalga oshiriladi. Bunda, ko'p guruhli poyezdning qayta yig'ilish jarayonini amalga oshirish uchun saralash tepaligi va yo'llarning joylashuvi sxemasi zarur bo'ladi (1-rasm).



1-rasm. Saralash tepaligi va zaruriy yo'llarning joylashuv sxemasi

Yuqoridagi usullar bo'yicha vagonlar guruhini yo'ldan yo'lga olib o'tishda manyovr yarimreyslarining davomiyligi quyidagi formula orqali aniqlanadi [2]:

$$t_{yar} = (2,44 + 0,1 \cdot m) \cdot v/2 + 3,6 \cdot l_{yar}/v, \text{ daq.} \quad (1)$$

bunda: 2,44 – to'xtash va qo'zg'alish paytida lokomotiv harakat tezligini 1 km/soatga o'zgarishini hisobga oluvchi zaruriy vaqt koeffitsienti, sek/km/soat;

0,1 – to'xtash va qo'zg'alish paytida manyovr tarkibidagi har bir vagonning harakat tezligini 1 km/soatga o'zgarishini hisobga oluvchi qo'shimcha vaqt koeffitsienti, sek/km/soat;

m – manyovr tarkibidagi vagonlar soni, vag.;

v – manyovr vaqtida ruxsat etilgan tezlik, km/soat;

l_{yar} – yarim reys uzunligi, m.

Mahalliy vagonlarni tepalik qurilmalari orqali saralash vaqtida bitta siklga sarflanadigan vaqt miqdori quyidagicha aniqlanadi [2]:

$$t_{sar} = t^{tush} + t^{joy} + t^{tor}, \text{ daq.} \quad (2)$$

bunda: t^{tush} – saralash tepaligidan tarkibni tushirishga sarflanadigan vaqt;



t^{tush} – vagon guruhlarini (tarkibini) har bir saralash siklidan keyin saralash tepaligiga tortishga sarflanadigan vaqt. Ushbu vaqt har bir texnologiya uchun har xil bo'lgan manyovr yarimreyslari sonining davomiyligi yig'indisi bo'yivha aniqlanadi, daq.

$$t^{tush} = (0,06 \cdot m_t \cdot l_v / v_{tush}) \cdot (1 - 1/g_{uz}), \text{ daq.} \quad (3)$$

bunda: l_v – vagon uzunligi, m;

v_{tush} – to'xtash va qo'zg'alish paytida manyovr tarkibidagi har bir vagonning harakat tezligini 1 km/soatga o'zgarishini hisobga oluvchi qo'shimcha vaqt koeffitsienti, km/soat;

m_t – tarqatilayotgan tarkibdagi vagonlar soni, vag.;

g_{uz} – tarqatilayotgan tarkibdagi uzilishlar soni;

t^{joy} – mos ravishda tarkibni bir-biriga ulash vaqti, daq.;

$$t^{joy} = 0,06 \cdot m_t, \text{ daq.} \quad (4)$$

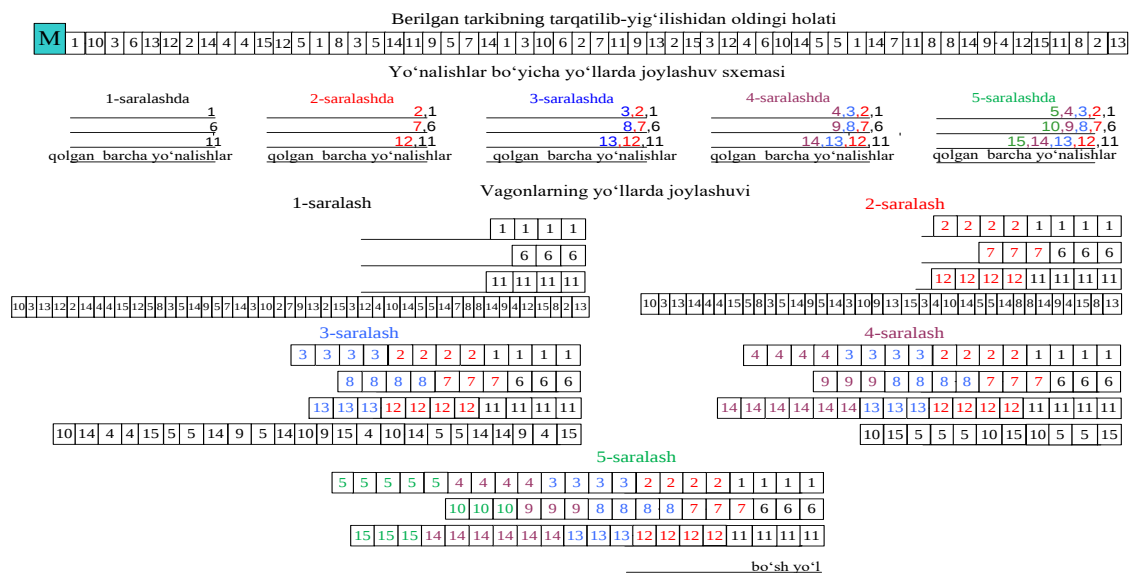
“S” usuli bo'yicha bitta saralash siklida ($Z-1$) yo'nalish guruhi yig'iladi (bunda Z – saralash yo'llari soni), tarkibni tuzish uchun talab etiladigan saralash sikllari soni esa quyidagicha aniqlanadi:

$$k_c = \frac{n-1}{z-1} \quad (5)$$

bunda: n – saralanayotgan tarkibdagi mahalliy vagonlarning yo'nalishlari soni.

(5) formula natijasida olingan qiymat katta tomonga qarab butun songa yaxlitlanadi. Har bir k -saralashda j -yo'lda qaysi yo'nalishlar bo'lishi quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$S_{(k,j)} = k + (j - 1) \cdot k_c \quad (6)$$



2-rasm. “S” usulga muvofiq berilgan tarkibni saralash texnologiyasi

“Kombinator saralash” usuli (“V” usuli) yordamida tarqatilib ko'zda tutilgan ko'p guruhli poyezdning qayta yig'ilish jarayonini amalga oshirish uchun saralash tepaligi va yo'llarning joylashuvi sxemasi zarur bo'ladi (3-rasm).

Kombinatoriyali usul bo'yicha ko'p guruhli poyezdlarni tuzishda tarkibdagi guruhlar soni va mavjud yo'llar soni muhim ahamiyatga ega. Temir yo'l transporti sohasida turli yillar davomida bu ikki ko'rsatkich orasidagi bog'liqlikni aniqlash asosiy muammo bo'lib kelgan. Tadqiqotlar natijasida ko'p guruhli poyezd tarkibidagi guruhlar soni zaruriy yo'llar bilan Fibonachchi sonlari [3] orqali bog'liq ekanligi aniqlandi.

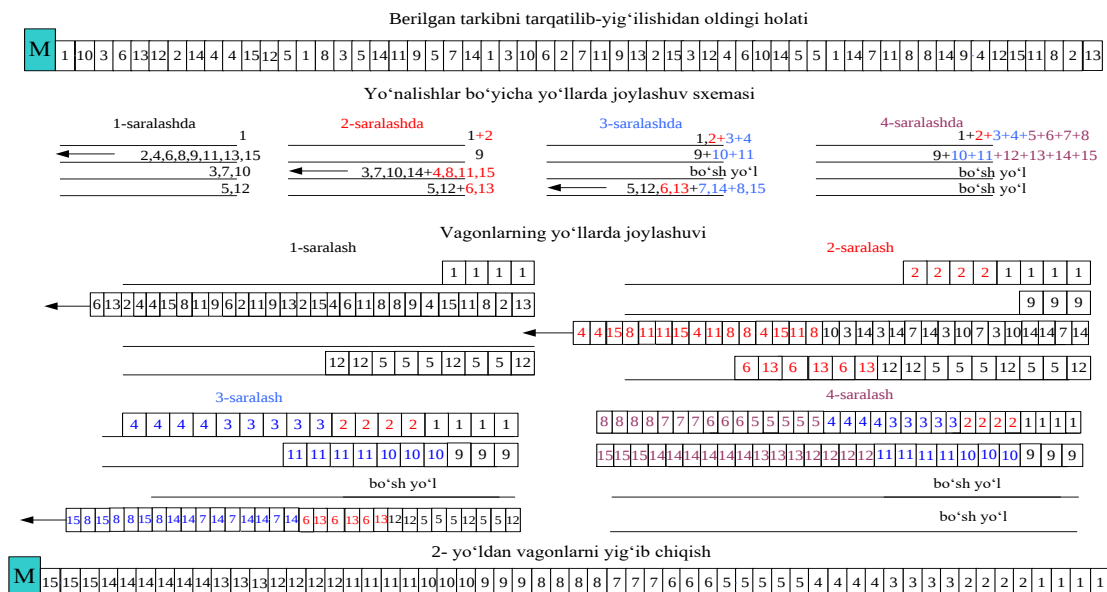
Ushbu bog'liqlikning mohiyati shundan iboratki, “V” usulida har bir saralash sikli oldingi sikllarda hosil bo'lgan guruhlarni birlashtirib, yangi kattaroq guruhlarni shakllantiradi. Natijada, muayyan sikldagi mumkin bo'lgan guruhlar soni oldingi ikki sikl natijalarining yig'indisiga bog'liq holda o'sib boradi — bu esa Fibonachchi ketma-ketligining asosiy xususiyati (har bir keyingi had oldingi ikki hadning yig'indisiga teng bo'lishi) bilan mos keladi. Boshqacha aytganda, saralash yo'llari soni (Z) ortishi bilan ularda joylashtirilishi mumkin bo'lgan guruhlar soni (n) chiziqli emas, balki tezlashuvchi (Fibonachchiga xos) sur'atda ortadi, bu esa (5)-formulada keltirilgan sikllar sonini (k_c) hisoblash mantig'ining nazariy asosini tashkil



etadi. Ushbu bog'liqlik ilgari BRTYTITI mutaxassislari tomonidan Beskudnikovo stansiyasi misolida amaliy tarzda tasdiqlangan [8].

Ushbu usul [4] da batafsil bayon etilgan va ko'p guruhli poyezd tarkiblarini saralash tepaligida yig'ish yoki qayta saralash uchun mo'ljallangan. Umuman olganda, shartli guruhli saralash usulida ko'p guruhli poyezdlarni saralash va yig'ish amallari [4] da bayon etilgan kombinator saralash

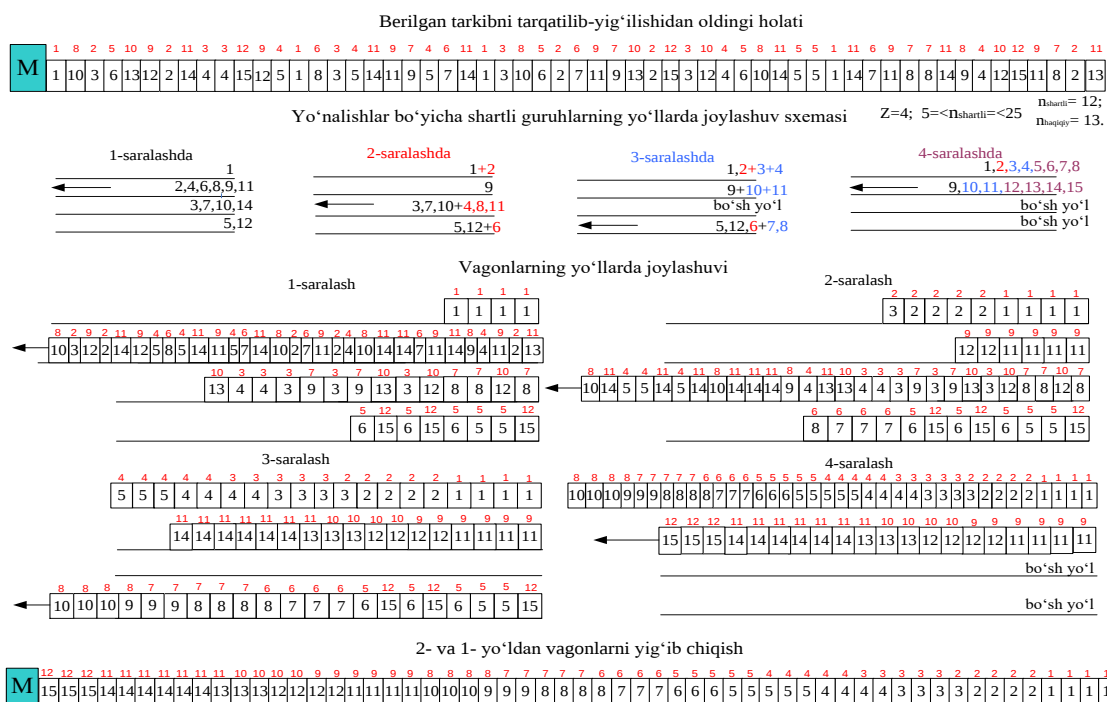
usuliga o'xshash va ushbu usul bo'yicha ba'zi amallar takrorlanadi. Manyovr reyslarini qisqartirish eng samarali natija berishi, vagonlarni qayta saralashga sarflanadigan vaqt esa saralash yo'llari soni to'rttadan oshmaganda eng maqbul qiymatga erishishi inobatga olindi. Shu asosda yaratilgan texnologiya 2, 3 va 4 saralash yo'li bilan vagonlarni yig'ish ketma-ketligini belgilaydi [1] (3-rasm).



3-rasm. "V" usulga muvofiq berilgan tarkibni saralash texnologiyasi

Shartli guruhlar ("G") usulida [4] haqiqiy guruhlar shartli guruhlariga birlashtiriladi; birlashtirishning asosiy qoidalari [5] ishda bayon etilgan. Natijada shartli guruhlar soni haqiqiy guruhlar sonidan kichik bo'lib, tarkibni yig'ish

uchun zarur saralashlar va bir yo'ldan boshqasiga o'tishlar soni kamayadi (4-rasm).



4-rasm. "G" usulga muvofiq berilgan tarkibni saralash texnologiyasi



Barcha hisob-kitoblar bir xil sharoit – TEM-2 markali manyovr teplovozi va bir xil tarkib (57 vagon) uchun bajarildi. Har bir usul bo'yicha olingan natijalar jadvallar ko'rinishida tizimlashtirilib, bajarilgan saralash sikllari va manyovr reyslari soni hamda umumiy sarflangan vaqt o'zaro qiyoslandi. Shu asosda tarkibni tuzishga sarflanadigan texnologik vaqtning poyezdlarning saralash yo'llarida turib qolishi, yuklarni yetkazib berish muddati, manyovr lokomotivlaridan foydalanish ko'rsatkichlari va saralash tepaligining qayta ishlash qobiliyatiga ta'siri baholandi.

3. Natijalar va muhokama

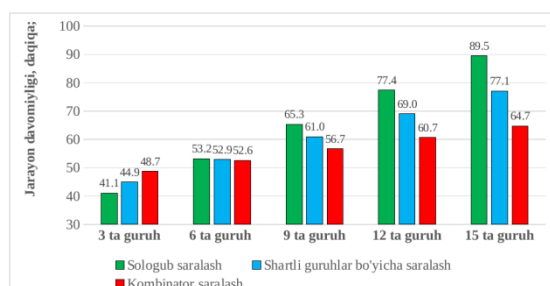
Ko'p guruhli poyezdlar tarkibini shakllantirishda qo'llaniladigan saralash usuli jarayonning umumiy davomiyligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli amaliyotda eng ko'p qo'llaniladigan uchta usul – Sologub ("S"), shartli guruhlar bo'yicha saralash ("G") va kombinatoriyali saralash ("V") usullari turlicha (3 tadan 15 tagacha) guruhga ega tarkiblar misolida qiyosiy tahlil qilindi. Har bir usul uchun saralash jarayoni davomiyligi hisoblab chiqilib, natijalar o'zaro solishtirildi (1-jadval).

1-jadval

Ko'p guruhli poyezdlarni taklif etilayotgan usullar orqali tarqatishdagi vaqt sarfi

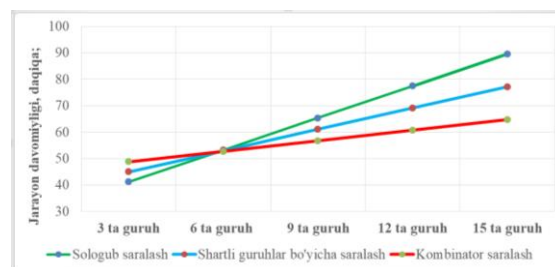
Guruhlar soni	"Sologub" usuli bo'yicha	"Shartli guruhlar" usuli bo'yicha	"Kombinatorika" usuli bo'yicha
3 ta guruh	41,1	44,9	48,7
6 ta guruh	53,2	52,9	52,6
9 ta guruh	65,3	61,0	56,7
12 ta guruh	77,4	69,0	60,7
15 ta guruh	89,5	77,1	64,7

1-jadval ma'lumotlaridan ko'rinaki, guruhlar soni 3 tadan 15 tagacha ortgan sari barcha usullarda vaqt sarfi oshib boradi, biroq bu o'sish har bir usulda turlicha intensivlikka ega. "Sologub" usulida vaqt sarfi eng keskin ortadi: 3 ta guruhda 41,1 daqiqadan 15 ta guruhda 89,5 daqiqagacha. "Shartli guruhlar" usuli o'rtacha samaradorlik ko'rsatib, 15 ta guruhda 77,1 daqiqani tashkil etadi. "Kombinatorika" usuli esa barcha holatlarda eng kam vaqt sarfini ta'minlaydi va 15 ta guruhda atigi 64,7 daqiqani talab qiladi.



5-rasm. Turli usullar asosida saralash davomiyligini guruhlar soniga qarab solishtirish

5-rasmdagi ustunli diagramma usullar o'rtasidagi farqni yaqqol ko'rsatadi. Guruhlar soni kam bo'lganda (3-6 ta) usullar orasidagi farq, guruhlar soni ko'p bo'lgandagi (9-15 ta) farqqa nisbatan kamroq. 15 ta guruh bo'lgan holatida "Kombinatorika" usuli "Sologub" usuliga nisbatan 24,8 daqiqa, "Shartli guruhlar" usuliga nisbatan esa 12,4 daqiqa kam vaqt sarflaydi.



6-rasm. Saralash davomiyligi o'zgarishining usullar bo'yicha tendensiyasi

6-rasmdagi chiziqli diagramma vaqt sarfining o'sish tendensiyasini ko'rsatadi. "Sologub" usuli eng tik va keskin o'suvchi chiziqqa ega bo'lib, guruhlar soni ortgani sari saralash davomiyligi keskin oshadi. "Shartli guruhlar" usulida o'sish nisbatan barqaror kechadi. "Kombinatorika" usuli esa eng past o'sish trendiga ega bo'lib, vaqt resurslarini eng tejamkor sarflaydi va katta guruh sonlarida samaradorligini saqlab qoladi.

Hozirgi kunda Chuqursoy stansiyasida ko'p guruhli poyezdlarni tarqatish uchun o'rtacha 90 daqiqa vaqt sarflanishini inobatga olgan holda, taklif etilayotgan usullar bo'yicha tejaladigan vaqt miqdori hisoblandi (2-jadval).

2-jadval

Ko'p guruhli poyezdlarni tarqatishda hozirgi kunda qo'llanilayotgan texnologiya va taklif etilayotgan usullar uchun sarflanadigan vaqtlar farqi

Usul nomi	Sikllar soni, dona	Tejaladigan yoqilg'i sarfi, kg
Sologub	5	17
Shartli guruhlar	4	33
Kombinatorika	4	33

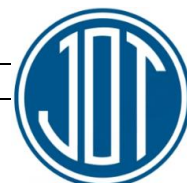
Yoqilg'i sarfi bo'yicha tahlil ham o'tkazildi. 15 ta guruhli tarkib uchun xronometraj asosida aniqlanishicha, "Shartli guruhlar" va "Kombinatorika" usullari (har biri 4 ta sikl bilan) 33 kg gacha yoqilg'i tejashga imkon beradi, "Sologub" usulida esa sikllar soni 5 taga teng bo'lib, atigi 17 kg yoqilg'i tejaladi (3-jadval).

3-jadval

Ko'p guruhli poyezdlarni tarqatishda hozirgi kunda qo'llanilayotgan texnologiya va taklif etilayotgan usullar uchun sarflanadigan yoqilg'ini tejash miqdori

Usul nomi	Sikllar soni, dona	Tejaladigan yoqilg'i sarfi, kg
Sologub	5	17
Shartli guruhlar	4	33
Kombinatorika	4	33

Saralash usullarining iqtisodiy samaradorligi tarkibni tarqatishda tejaladigan vaqt va yoqilg'i xarajatlari bo'yicha baholandi. Hisob-kitobda Chuqursoy stansiyasi uchun aniqlangan ko'rsatkichlar – sutkalik tarqatiladigan poyezdlar



soni (13 ta), manyovr lokomotivining lokomotiv-soat xarajat stavkasi

(218 913 soʻm/soat) va yoqilgʻi narxi (14 650 soʻm/kg) qoʻllanildi. Natijada “Kombinatorika” usuli boʻyicha yillik iqtisodiy samara 2 milliard 730 million soʻmni tashkil etdi; bu koʻrsatkich “Sologub” usuliga nisbatan qariyb 2 baravar, “Shartli guruhlar” usuliga nisbatan esa 200 million soʻmdan ortiq yuqori.

Olingan natijalar shuni koʻrsatadiki, saralash sikllari va manyovr reyslari sonining kamayishi tarkibni tuzishga sarflanadigan texnologik vaqtni sezilarli darajada qisqartiradi. Yigʻish sikllari davomiyligi guruhlar soniga nisbatan deyarli oʻzgarmaganligi sababli, asosiy vaqt yuklamasi aynan saralash bosqichiga toʻgʻri keladi va aynan shu bosqichni optimallashtirish maqsadga muvofiqdir.

4. Xulosa

Mazkur maqolada saralash stansiyalarida koʻp guruhli yuk poyezdlarini tuzish jarayonining samaradorligini oshirish maqsadida texnologik vaqt meʼyorlarini aniqlash va eng ratsional saralash usulini asoslashning nazariy hamda amaliy jihatlarini oʻrganildi. Tarkibni tuzishga sarflanadigan vaqtni hisoblash boʻyicha yondashuv qoʻllanilib, tarkibdagi vagonlar soni, guruh yoʻnalishlari soni, mavjud saralash yoʻllari soni, manyovr yarimreyslari davomiyligi hamda saralash va yigʻish sikllari kabi asosiy texnologik omillar kompleks tarzda hisobga olindi.

Koʻp guruhli poyezdlarni tuzish va mahalliy vagon oqimlariga ishlov berish ishlarini tezlashtirish boʻyicha ilmiy ishlar tahlili shuni koʻrsatdiki tuzishning ratsional texnologiyalarini izlash qiyin optimallashtirilgan masala hisoblanadi va u hozirgi kunga qadar ham toʻliq oʻz yechimini topmagan. Shu sababli stansiyalarda koʻp guruhli poyezdlarni tuzish jarayonlari samaradorligini oshirish boʻyicha turli texnologik hamda rekonstruktiv tadbirlar tahlili oʻtkazildi va quyidagi innovatsion gʻoya tuzildi: Mahalliy vagon oqimlariga ishlov berish hamda koʻp guruhli poyezdlarni tuzish uchun stansiya saralash parki yoʻllarini seksiyalashtirishning samaradorligi.

Sologub (“S”), shartli guruhlar (“G”) va kombinatoriyali (“V”) usullari bir xil sharoitda, 3 tadan 15 tagacha guruhli tarkiblar misolida qiyoslanganda, barcha holatlarda guruhlar soni ortgan sari vaqt sarfi oshib borishi aniqlandi. Biroq bu oʻsish “Sologub” usulida eng keskin (15 ta guruhda 89,5 daqiqa), “Kombinatorika” usulida esa eng kam (64,7 daqiqa) boʻlib, “Shartli guruhlar” usuli oraliq natija (77,1 daqiqa) koʻrsatdi. “Kombinatorika” usuli Tarkibni tuzishga sarflanadigan vaqt bevosita saralash sikllari va manyovr reyslari soniga bogʻliq boʻlib, yigʻish sikllari davomiyligi guruhlar soniga nisbatan deyarli oʻzgarmasligi sababli asosiy vaqt yuklamasi saralash bosqichiga toʻgʻri keladi va optimallashtirish ham aynan shu bosqichga qaratilishi lozim.

Chuqursoy stansiyasi uchun oʻtkazilgan qiyosiy baholash natijalariga koʻra, 15 ta guruhdan iborat koʻp guruhli poyezdlarni tarqatishda “Kombinatorika” usuli vaqt va yoqilgʻi sarfi boʻyicha eng tejankor usul ekanligi hamda yiliga 2 milliard 730 million soʻm iqtisodiy samara berishi asoslandi. Ushbu usulni qoʻllash poyezdlarning saralash yoʻllarida ortiqcha turib qolishini bartaraf etib, manyovr lokomotivlarining dizel yoqilgʻisi sarfini kamaytirish, harakat tarkibidan samarali foydalanish hamda yuklarni yetkazib berish muddatlarini qisqartirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ratsional usulni tanlash orqali mavjud

infratuzilma sharoitida, katta kapital qoʻyilmalarsiz ham stansiya ish koʻrsatkichlarini yaxshilashga erishish mumkinligi koʻrsatildi.

Yuqorida sanalgan barcha usullar koʻp guruhli poyezdlarni qayta ishlaydigan istalgan stansiya uchun oʻrinlidir, chunki ular maʼlum bir stansiyaning texnik xususiyatlariga emas, balki koʻp guruhli tarkiblarni qayta ishlashning umumiy mantiqiga asoslangan. Namunaviy hisob-kitoblar esa uslubiyatning amaliy jihatdan qoʻllanilishini koʻrsatish maqsadida Chuqursoy stansiyasi misolida amalga oshirildi.

Olingan natijalar saralash stansiyalarida koʻp guruhli poyezdlar bilan texnologik operatsiyalarni tashkil etishni takomillashtirish, manyovr ishlarini optimallashtirish hamda stansiyaning qayta ishlash qobiliyatini oshirish boʻyicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] Сологуб Н.К. Определение оптимального числа путей сортировочного парка грузовой станции // В сб. «Путевое развитие грузовых станций». Рукопись депонирована в ЦНИИТЭИ МПС, 28.05.81. – 14 с.
- [2] Сковрон И.Я. Совершенствование технологии и технических средств формирования многогруппных составов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Днепропетровск: ДНУЖТ, 2015. – 24 с.
- [3] Указание МПС №Г-26737 от 26.08.85. О внедрении новой технологии формирования многогруппных составов. М.: МПС, 1985.
- [4] Худайбергенов С.К., Суюнбаев Ш.М., Жумаев Ш.Б. Саралаш станциясида кўп гурухли поездларни тузиш жараёнига “Сологуб” ва комбинаторияли саралаш усулларини қўллаш натижалари // ТошТЙМИ Ахбороти. – 2019 – № 4. – 62-72 б.
- [5] Худайбергенов С.К. Кўп гурухли поездларни тузиш жараёнида “Шартли гурухлар бўйича саралаш” ва “Комбинатор саралаш” усулларини қўллаш натижалари / Ш.М. Суюнбаев, А.М. Баширова, Ш.Б. Жумаев // ТошТЙМИ ахбороти. – 2020. – №1. – 89-95 б.
- [6] Бухало Г.И. Комплексная оптимизация параметров местных сортировочных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: РГОТУПС, 2000. – 24 с.
- [7] Jinchuan Zhang. The empty wagons adjustment algorithm of Chinese heavy-haul railway / Jinchuan Zhang, Hao Yang, Yuguang Wei, Pan Shang // Chaos, Solitons and Fractals. – 2016. – №.89. – pp. 91-99.
- [8] Бутунов Д.Б. Совершенствование методов технико-эксплуатационной оценки организации и управления вагонопотоками сортировочных станций. Дис. док. фил. (PhD). Ташкент: ТашиИИТ. – 2019. – 187 с.
- [9] Суюнбаев Ш.М. Процесс расформирования и формирования многогруппного поезда на железных дорогах АО «Узбекистан темир йуллари» / Ш.М. Суюнбаев, Ш.Б. Жумаев, М.Д. Ахмедова // Транспорт шёлкового пути. – 2020. – №3. – С. 30-38.
- [10] Рожков А.В., Суюнбаев Ш.М., Балабаев О.Т. и др. Оптимизация внутризаводских железнодорожных перевозок: Монография. – Ташкент: Complex Print, 2020. – 176 с.
- [11] Фуфачева М.В. Развитие методов этапного овладения перевозками на двухпутных линиях при



обращении длинносоставных грузовых поездов: Дис. канд. техн. наук. Екатеринбург: УрГУПС.– 2010. – 144 с.

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

Mustafayeva Tashkent davlat transport
Kamola Nuriddin universiteti "Temir yo'ldan
qizi / Kamola foydalanish ishlarini
Mustafaeva boshqarish" kafedrasida
doktoranti.

E-mail:
kamolamustafayeva08@gmail.com

Tel.: +998 93 331 10 08
<https://orcid.org/0009-0008-7807-0523>

Jumayev Sherzod Tashkent davlat transport
Bahrom o'g'li / universiteti "Temir yo'ldan
Sherzod Jumaev foydalanish ishlarini
boshqarish" kafedrasida
dotsenti, texnika fanlari
bo'yicha falsafa doktori
(PhD), dotsent

E-mail:
shbjumayev_92@mail.ru
Tel.: +998 99 879 92 14
<https://orcid.org/0000-0003-4905-9620>

Maxkamov
Alimjan
Xamdamiyev /
Alimjan
Makhkamov

Tashkent davlat transport
universiteti "Temir yo'ldan
foydalanish ishlarini
boshqarish" kafedrasida
dotsenti, texnika fanlari
bo'yicha falsafa doktori
(PhD), dotsent.
"Temiryo'linfratuzilma" AJ
Personalni tayyorlash
muassasasi huzuridagi,
Kadrlar malakasini oshirish va
qayta tayyorlash o'quv
markazi maslahatchisi
E-mail: dcpk2005@mail.ru
Tel.: +998 93 399 73 36
<https://orcid.org/0009-0007-1843-0331>

Suyunbayev
Shinpolat
Mansuraliyevich /
Shinpolat
Suyunbaev

Tashkent davlat transport
universiteti "Temir yo'ldan
foydalanish ishlarini
boshqarish" kafedrasida
professori, texnika fanlari
doktori, professor
E-mail: shinbolat_84@mail.ru
Tel.: +998 93 510 92 82
<https://orcid.org/0000-0002-4867-8270>



**K. Mustafaeva, Sh. Jumaev, A. Makhkamov,
Sh. Suyunbaev**

*Research on the time norms for performing technological operations
with multi-group trains at railway stations.....234*

F. Khasanov

Study of the magnetocaloric effect in magnetic materials.....242

F. Khasanov

*The magnetocaloric effect as a basis for energy-efficient magnetic
refrigeration.....247*

D. Safaeva, Sh. Tashmuhammedova, D. Zairov

*IR spectroscopic study of the formation of functional groups on the
surface of polymer materials for packaging under the influence of
corona discharge.....251*

A. Azimov

*Improving the cold-start process in fourth-generation gas-cylinder
vehicles operating on compressed natural gas fuel.....254*

A. Beliy, Sh. Kadirova

*Improvement of the method for assessing the need for
electrochemical protection of reinforced concrete bridge piers....259*