

# JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 4, 2024, vol. 1

ISSN: 2181-2438



SLIB.UZ  
Scientific library of Uzbekistan

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT  
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state  
transport university



**JOURNAL OF TRANSPORT**

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

**ISSN 2181-2438**

**VOLUME 1, ISSUE 4**

**DECEMBER, 2024**



[jot.tstu.uz](http://jot.tstu.uz)

# TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

## JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 1, ISSUE 4 DECEMBER, 2024

### 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*

---

Founder of the scientific and technical journal “Journal of Transport” – Tashkent State Transport University, 100167, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Temiryo‘lchilar str., 1, office: 465, e-mail: [publication@tstu.uz](mailto:publication@tstu.uz).

The “Journal of Transport” publishes the most significant results of scientific and applied research carried out in universities of transport profile, as well as other higher educational institutions, research institutes, and centers of the Republic of Uzbekistan and foreign countries.

The journal is published 4 times a year and contains publications in the following main areas:

- Business and Management;
- Economics of Transport;
- Organization of the Transportation Process and Transport Logistics;
- Rolling Stock and Train Traction;
- Infrastructure;
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields:
- Technology and Organization of Construction, Management Problems;
- Water Supply, Sewerage, Construction Systems for Water Protection;
- Technosphere Safety;
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications, Electrical Engineering;
- Materials Science and Technology of New Materials;
- Technological Machines and Equipment;
- Geodesy and Geoinformatics;
- Car Service;
- Information Technology and Information Security;
- Air Traffic Control;
- Aircraft Maintenance;
- Traffic Organization;
- Operation of Railways and Roads;





---

Tashkent State Transport University had the opportunity to publish the scientific-technical and scientific innovation publication “Journal of Transport” based on the Certificate No. 1150 of the Information and Mass Communications Agency under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. Articles in the journal are published in Uzbek, Russian and English languages.

<b><i>M. Gulamova</i></b> <i>Analysis of data for quantitative assessment of reliability indicators of special self-propelled rolling stock.....</i>	<b>11</b>
<b><i>I. Abdurashidov, S. Mirzaliev</i></b> <i>Summary analysis and comparison of performance characteristics of various electric vehicle models using the example of the Russian and Uzbekistan markets.....</i>	<b>14</b>
<b><i>M. Miralimov</i></b> <i>Rigidity matrix of a rod element with a variable cross section in problems of calculating structures using the finite element method.....</i>	<b>21</b>
<b><i>M. Miralimov, A. Karshiboev</i></b> <i>New constructive decisions lining of tunnels of metro.....</i>	<b>25</b>
<b><i>U. Berdiev, M. Matqosimov</i></b> <i>Research of the asynchronous generator used in micro HPPs via the MATLAB Simulink model.....</i>	<b>29</b>
<b><i>A. Kuziev, A. Muratov</i></b> <i>Delivery of cargo flows through the territory on international routes ...</i>	<b>33</b>
<b><i>Sh. Abduvakhitov</i></b> <i>Classification of container terminals according to the development level of logistics serviced by a reachstacker.....</i>	<b>37</b>
<b><i>G. Ibragimova, D. Gaipov</i></b> <i>Development of e-commerce in passenger transportation of railway transport.....</i>	<b>41</b>
<b><i>Sh. Abdurasulov, N. Zayniddinov, A. Yusufov, Sh. Jamilov, F. Khikmatov</i></b> <i>Characteristics of industrial traction units and their load-bearing structures.....</i>	<b>45</b>
<b><i>S. Sattorov, Sh. Saidivaliev, R. Bozorov, M. Tashmatova</i></b> <i>Distribution of locomotives by node using the introduction of an intellectual system of planning.....</i>	<b>54</b>



## Distribution of locomotives by node using the introduction of an intellectual system of planning

S.B. Sattorov<sup>1</sup>, Sh.U. Saidivaliev<sup>1</sup>, R.Sh. Bozorov<sup>1</sup>, M.S. Tashmatova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract:** This article considers a mathematical model that allows you to find the balance between the costs and the economy of the use and service of locomotives. Methods: optimization of the operation of the locomotive fleet is considered using linear programming and theory of tables. Results: the following are established to minimize the deadlines of locomotives and require their maximum loading, accurate planning of shunting work and movement of locomotives to the necessary sections. In order to ensure moderation in the among of Manyovr works and train works, it is very important to properly distribute locomotives. Timely delivery of locomotives to trains for departure requires the correct execution of the actions of the dispatchers. This in turn leads to minimization of the locomotives new working waiting time, and maximization of their use. Practical importance: the result of the work is of great importance for the effective management of the use of locomotives in rail transport, increasing its greater attractiveness for freight senders and passengers.

**Keywords:** locomotives, distribution, nodes, planning, logistics, efficiency, prediction, content in motion, management, infrastructure

## Rejalashtirishning intellektual tizimini joriy etish yordamida uzal bo'yicha lokomotivlarni taqsimlash

Sattorov S.B.<sup>1</sup>, Saidivaliyev Sh.U.<sup>1</sup>, Bozorov R.Sh.<sup>1</sup>, Tashmatova M.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada lokomotivlardan foydalanishning va xizmat ko'rsatishning xarajatlari va iqtisodi orasidagi balansni topishga imkoniyatini beradigan matematik model ko'rib chiqilgan. Usullar: lokomotiv parki ishining optimallashtirilishi chiziqli dasturlash va jadvallarning nazariyasi yordamida ko'rib chiqiladi. Natijalar: quyidagilar belgilandiki, lokomotivlarning muddatdan ziyod to'xtab turishini minimallashtirish va ularni maksimal yuklanishi, manyovr ishlarini aniq rejalashtirilishini va zaruriy uchastkalariga lokomotivlarning harakatlanishini talab etadi. Manyovr ishlari va poyezd ishlari orasida me'yorni ta'minlash maqsadida lokomotivlarni to'g'ri taqsimlash juda muhim. Jo'nash uchun poyezdlarga lokomotivlarni o'z vaqtida berilishi dispetcherlarning harakatlarini to'g'ri bajarilishini talab etadi. Bu o'z navbatida lokomotivlarning yangi ish kutish vaqtining minimallashtirilishiga, ulardan foydalanishning esa maksimalashtirilishiga olib keladi. Amaliy ahamiyati: ishning natijasi temir yo'l transportida lokomotivlardan foydalanishning samarali boshqarilishi uchun katta ahamiyatga ega bo'lib, yuk jo'natuvchilar va yo'lovchilar uchun yanada jozibadorligini oshiradi.

**Kalit so'zlar:** lokomotivlar, taqsimlash, uzellar, rejalashtirish, logistika, samaradorlik, bashoratlash, harakatdagi tarkib, boshqarish, infratuzilma

### 1. Kirish

Bozor iqtisodiyoti sharoitida temir yo'l transporti avtomobil, havo va suv transporti kabi transport turlari bilan raqobatdosh bo'lishiga to'g'ri keladi. Lokomotivlardan foydalanishning samarali boshqarilishi tashish uchun sarf-harajatlarni minimallashtirilishiga, yetkazib berishning tezligini va aniqligini yaxshilashga imkoniyat yaratadi, bu esa yuk jo'natuvchilar va yo'lovchilar uchun temir yo'l transportining yanada jozibadorligini oshiradi. Tashish talabi o'sib borayotgan sharoitda, lokomotivlarni samarali

boshqarilishi uzellar va magistrallar orqali o'tayotgan poyezdlarning sonini ko'paytirishga imkoniyat yaratadi. Bu o'z navbatida yuk aylanish va yo'lovchilar aylanishining o'sishiga olib keladi va natijada iqtisodning rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Asosiy muammolardan biri lokomotivlarning soni chegaralanganligi yoki ularning juda ham eskirishi, ularning harakatlanishidagi bir maromda bo'lmasligiga va manyovr ishlarining davomiyligiga ta'sir etadi. Lokomotiv parkining eskirishi ham foydalanish harajatlarning o'sishiga va tashish ishonchligini pasaytiradi. Lokomotivlarni uzeldagi

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7273-0449>

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4461-4093>

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8655-0764>

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9856-1775>



vazifasi va yo'nalishlari bo'yicha taqsimlanishning noto'g'ri rejalashtirilishi harakat tarkibining muddatdan ziyod to'htab turishga, alohida uchastkalarining o'ta yuklanishiga va transport zanjirida qiyin joylarni yuzaga kelishiga olib keladi. Harakat miqdori ko'p bo'lgan katta uzellarda poyezd operatsiyalarini bajarishda ushlanib qolishlar yuzaga keladi. Dispetcher va mashinistlar orasidagi kelishmovchiliklar, shuningdek boshqa tashkiliy masalalar yuklarni yetkazib berish vaqtini uzaytirishi mumkin. O'z navbatida uzelnig umumiy samaradorligiga salbiy ta'sir etadi.

## 2. Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi

Lokomotivlarni taqsimlashni optimallashtirishning asosiy vazifasi:

1. Lokomotivlarning muddatdan ziyod to'htab turish vaqtini minimallashtirish, foydalanish harajatlarni kamaytirishga va uzelnig unumdorligini oshirishga imkoniyat yaratadi. O'z navbatida bu manyovr ishlarini aniq rejalashtirishga va lokomotivlarning kerakli uchastkalarga o'z vaqtda harakatlanishini talab etadi.

2. Tarkiblarni qayta tuzish, qayta buzish va poyezd ishlari bilan band bo'ladigan lokomotivlar o'rtasida balansini ta'minlash. Buning uchun manyovrlarda lokomotivlarning muddatdan ziyod to'htab turishini oldini olish va magistral marshrutlarida poyezdlarning to'xtovsiz yurishini ta'minlash maqsadida ushbu operatsiyalar o'rtasida lokomotivlarni to'g'ri taqsimlash zarur bo'ladi.

3. Jo'natish uchun poyezdlarni lokomotivlarni o'z vaqtda berish. Jo'natish uchun lokomotivlarni kutish vaqtini minimallashtirish uchun, harakatni boshqaradigan va lokomotivlarni qo'yib berish boshqaradigan dispetcherlarning to'g'ri harakatini talab etadi.

4. Lokomotivlarning samarali. Bu esa yangi ishni kutishida bo'lgan lokomotivlarning vaqtini minimallashtiradi va foydalanishdagi vaqtini maksimalashtiradi.

Harajatlarni, muddatdan ziyod to'htab turishini minimallashtirish, unumdorlikni maksimalashtirish va lokomotiv parkining ishini optimallashtirish maqsadida lokomotivlarni ratsional ishlatilishi chiziqli dasturlash va jadval nazariyasi usullar yordamida ko'rib chiqiladi. Lokomotivlarni ratsional ishlatilish masalasiga ta'sir etadigan asosiy o'zgaruvchilar va parametrlarni ko'rib chiqamiz:

O'zgaruvchilar:

$L_i$  —  $i$  marshruti uchun ajratilgan lokomotivlar soni;  $T_{ij}$  —  $j$  marshrutida  $i$  lokomotivning yo'ldagi vaqti;  $P_i$  —  $i$  lokomotivning unumdorligi (tonna-kilometrlarda o'lanadi);  $C_i$  —  $i$  lokomotivdan foydalanishning harajatlari (yoqilg'i, texnik xizmat ko'rsatish va amortizatsiyasi shu jumladan);  $D_i$  — lokomotivning muddatdan ziyod to'htab turishi vaqti;  $v_i$  —  $i$  lokomotivning tezligi.

Talabiy tashish xajmini ta'minlashda va turib qolishlarni minimallashtirishda lokomotivlardan foydalanishning umumiy harajatlarni minimallashtirish:

$$\sum_{i=1}^n (C_i \cdot L_i + \alpha \cdot D_i) \rightarrow \min \quad (1)$$

bu yerda  $\alpha$  — to'xtab turishlarning umumiy harajatlarga ta'sirini belgilaydigan vazn koeffitsienti;  $n$  — lokomotivlarning umumiy soni.

Chegaralanishlar:

1. Har bir marshrut shunday sondagi lokomotivlar bilan xizmat ko'rsatishi kerakki, ularning jami unumdorligi tashishlardagi talabni qondirishi kerak:

$$\sum_{i=1}^n P_i \cdot L_i \geq P_{min}, \quad (2)$$

bu yerda  $P_{min}$  — uzelda yuk aylanmasini ta'minlash uchun talab etilgan minimal unumdorlik.

2. Belgilangan jadvalni bajarilishini ta'minlash maqsadida lokomotivlarning marshrut bo'yicha harakatlanishi va muddatdan ziyod to'htab turishi, belgilangan limitdan ko'p bo'lishi kerak emas:

$$T_{ij} + D_i \leq T_{max}, \quad (3)$$

bu yerda  $T_{max}$  — marshrut va muddatdan ziyod to'htab turishi uchun belgilangan maksimal vaqt.

3. Uzelda ishlayotgan lokomotivlar soni mavjud park bilan chegaralangan:

$$\sum_{i=1}^n L_i \leq L_{ob}, \quad (4)$$

bu yerda  $L_{ob}$  — uzelda lokomotivlarning umumiy soni.

4. Lokomotivlarning tezligi turli marshrutlar uchun ruxsat etilgan qiymatlarga mos bo'lishi lozim:

$$v_i \geq v_{min}, \quad (5)$$

bu yerda  $v_{min}$  — ruxsat etilgan minimal tezlik.

Ushbu masalani yechish uchun quyidagi optimallashtirish masalalarini qo'llash mumkin:

- chiziqli dasturlash (Simplex usuli);

- tarmoq rejalashtirish modellari (tarmoqdagi oqim algoritmi);

- chegaralanishlarning murakkab tizimlarida global optimum izlash uchun genetik algoritmlar.

Temir yo'l uzeldagi manyovr va poyezd ishini sinxronlashtirish poyezdlar samarali va to'htovsiz harakatini ta'minlash, yo'llardan va lokomotivlardan foydalanishini optimallashtirish, shuningdek muddatdan ziyod to'htab turishlarni minimallashtirish uchun muhim masalalardan hisoblanadi. Ushbu masalani yechish uchun o'z ichiga vaqt, resurs va o'tkazish qobiliyati bo'yicha chegaralanishlarni hisobga oladigan, jadval va optimallashtirishning modelini qo'llash mumkin.

Asosiy o'zgaruvchilar va parametrlar:

$M_i$  —  $i$  manyovr operatsiyalarining soni;  $T_{mi}$  —  $i$  manyovr operatsiyalarini bajarish vaqti;  $N_i$  —  $i$  poyezd operatsiyalarining soni;  $T_{ni}$  —  $i$  poyezd operatsiyalarini bajarish vaqti;  $R_m$  — manyovr operatsiyalarini bajarish uchun resurslar (misol uchun lokomotivlar, yo'llar);  $R_n$  — poyezd operatsiyalarini bajarish uchun resurslar;  $C_i$  — uzelnig o'tkazish qobiliyati;  $\tau_i$  —  $i$  operatsiyalarni boshlanishidan avval kutish vaqti. Uzelda lokomotivlarning va vagonlarning muddatdan ziyod to'htab turish vaqtini, shuningdek resurslar va o'tkazish qobiliyati bo'yicha chegaralanishlarni hisobga olgandagi manyovr va poyezd operatsiyalarini bajarishning umumiy vaqtini minimallashtirish:

$$\sum_{i=1}^n (T_{mi} + \tau_{mi} + T_{ni} + \tau_{ni}) \rightarrow \min \quad (6)$$

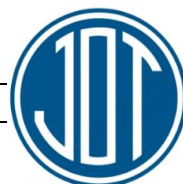
bu yerda  $\tau_{mi}$  va  $\tau_{ni}$  — muvofiq ravishda manyovr va poyezd operatsiyalarini bajarish uchun kutish vaqti.

Chegaralanishlar:

1. Manyovr va poyezd operatsiyalarini bajarish uchun chegaralangan sondagi resurslarni bir vaqtda ishlatish mumkin, shuningdek ular bir biri bilan ziddiyatda bo'lishi mumkin emas:

$$\sum_{i=1}^n R_m \cdot M_i + \sum_{i=1}^n R_n \cdot N_i \leq R_{ob}, \quad (7)$$

bu yerda  $R_{ob}$  — mavjud resurslarning umumiy soni (misol uchun, lokomotiv yoki yo'llarning soni).



2. Uzelning o'tkazish qobiliyati bir vaqtda bajarilishi mumkin bo'lgan manyovr va poyezd operatsiyalarining sonini chegaralaydi:

$$\sum_{i=1}^n (M_i + N_i) \leq C_i, \quad (8)$$

bu yerda  $C_i$  — bir vaqt birligida uzelda bajarilishi mumkin bo'lgan maksimal operatsiyalar soni.

3. Muddatdan ziyod to'htab turishlarni va ziddiyatli vaziyatlarni olidini olish maqsadida, operatsiyalarni bajarish vaqtini kelishish zarur:

$$T_{mi} + \tau_{mi} \leq T_{ni} + \tau_{ni}, \quad (9)$$

bu yerda  $T_{mi}$  — manyovr operatsiyalarni bajarish vaqti,  $T_{ni}$  — poyezd operatsiyalarini bajarish vaqti.

4. Operatsiyalar poyezdlarning kelish va jo'nash jadvaliga muvofiq bajarilishi lozim:

$$T_{mi} \geq S_{mi}, \quad T_{ni} \geq S_{ni}, \quad (10)$$

bu yerda  $S_{mi}$  va  $S_{ni}$  — manyovr va magistral operatsiyalarni bajarish uchun rejalashtirilgan vaqt.

Yechim barcha chegaralanishlarni va operatsiyalar orasidagi bog'liqlikni inobatga olgan holda chiziqli dasturlash yordamida topilishi mumkin.

Temir yo'l uzeldagi lokomotivlarni o'z vaqtida berilishi-tarkiblarning to'htovsiz harakatini ta'minlash uchun muhim vazifalardan hisoblanadi. Bunda minimal ushlanib qolishlarsiz poyezd operatsiyalarni bajarish uchun poyezdlarga lokomotivlarni berish koordinatsiyasini o'z ichiga oladi. Ushbu masala uchun jadvallar nazariyasining modelini va optimallashtirish usullarini qo'llash mumkin.

Asosiy va o'zgaruvchan parametrlar:

$L_i$  —  $i$  lokomotivi;  $T_{di}$  —  $L_i$  lokomotivni jo'nash joyiga berish vaqti;  $T_{si}$  —  $L_i$  lokomotivni berishning rejalashtirilgan vaqti;  $W_i$  —  $i$  lokomotivni kechikishi yoki kutishining vazn funksiyasi;  $D_i$  —  $i$  lokomotivni berilishining ushlanib qolishi (mavjud va rejalashtirilgan vaqtlarning farqi);  $P_i$  — belgilangan vazifadan oldin  $i$  lokomotivning muddatdan ziyod to'htab turish vaqti;  $C_i$  —  $i$  lokomotivning ishini foydalanish harajatlari;  $R_i$  —  $i$  lokomotivning unumdorligi (tonna-kilometrda).

Rejalashtirilgan operatsiyalarga o'z vaqtida berilishi ta'minlashdagi foydalanish harajatlari va lokomotivlarni berishdagi ushlanib qolishlarini minimallashtirish:

$$\sum_{i=1}^n (W_i \cdot D_i + C_i) \rightarrow \min, \quad (11)$$

bu yerda agar  $T_{di}$  berish vaqti rejalashtirilgan vaqtdan  $T_{si}$  ko'paygan bo'lsa, lokomotivni berishning ushlanib qolishi  $D_i = \max(0, T_{di} - T_{si})$

Chegaralanishlar:

1. Lokomotivlar belgilangan vaqt intervalida berish uchun imkoniyati bo'lishi kerak:

$$T_{di} \geq T_{dosti}, \quad (12)$$

bu yerda  $T_{dosti}$  — vazifalari bajarishga tayyor bo'lgan  $i$  lokomotivning vaqti.

2. Aniq vaqt davrida ishda band bo'lgan lokomotivlarning soni, uzeldagi jami xizmat ko'rsatadigan lokomotivlarning sonidan ko'p bo'lishi mumkin emas:

$$\sum_{i=1}^n L_i \leq L_{ob}, \quad (13)$$

bu yerda  $L_{ob}$  — uzelda bo'sh bo'lgan lokomotivlarning umumiy soni.

3. Lokomotivlarni berishdan avval ularning muddatdan ziyod to'htab turish vaqti minimallashtirilishi kerak:

$$P_i \leq P_{max}, \quad (14)$$

bu yerda  $P_{max}$  — operatsiyalardan avval muddatdan ziyod to'htab turishning maksimal ruxsat etilgan vaqti.

4. Lokomotivlar poyezdlarga jadvalga muvofiq eng kam farq bilan berilishi zarur:

$$T_{di} \leq T_{si} + \epsilon \quad (15)$$

bu yerda  $\epsilon$  — lokomotivni berishdagi ruxsat etilgan ushlanib qolishlar.

### 3. Natija va muhokama

Chiziqli dasturlash yordamida barcha chegaralanishlarga va harajatlarga, ushlanib qolishlarga mos bo'lgan,  $T_{di}$  lokomotivlarni berishning optimal momentlarini topish mumkin.

Temir yo'l uzeldagi lokomotivlarning aylanishini optimallashtirish-muddatdan ziyod to'htab turishlarini minimallashtirishga, texnik xizmat va foydalanishdagi harajatlarni kamaytirishga, shuningdek lokomotiv parkinging foydalanishining umumiy samaradorligini oshirishga qaratilgan masalalardan biridir. Ushbu masala uchun chiziqli dasturlash va jadvallar nazariyasining usullarini qo'llash mumkin.

Asosiy parametrlar va o'zgaruvchilar:

$L_i$  —  $i$  lokomotivi;  $T_{di}$  —  $i$  lokomotivning aylanish vaqti (bitta yurishdan keyingi yurishi uchun qaytib kelishigacha bo'lgan vaqt);  $T_{texobsi}$  —  $i$  lokomotivga texnik xizmat ko'rsatish uchun zaruriy vaqt;  $T_{prosi}$  — reyslar orasidagi  $i$  lokomotivning muddatdan ziyod to'htab turishlar vaqti;  $C_i$  — bir aylanishdagi  $i$  lokomotivning foydalanish harajatlari;  $n_i$  —  $i$  lokomotivning davrdagi aylanishlarining soni;  $R_i$  —  $i$  lokomotivning aylanishdagi olingan foyda;  $N$  — uzeldagi ishlatilishi mumkin bo'lgan lokomotivlarning soni.

Lokomotivlarning maksimal aylanishini ta'minlashdagi to'xtab turish vaqtini minimallashtirish. Shuningdek texnik xizmat ko'rsatish va foydalanishning umumiy harajatlarni minimallashtirish maqsadidan iborat:

$$\sum_{i=1}^n (R_i \cdot n_i) - \sum_{i=1}^n (C_i + T_{obsi}) \rightarrow \max, \quad (16)$$

bu yerda  $R_i$  — lokomotivdan foydalanishda olingan foyda;  $C_i$  — foydalanish harajatlari,  $T_{obsi}$  — xizmat ko'rsatish vaqti.

Chegaralanishlar:

1. Lokomotivning aylanish vaqti o'z ichigacha yurish, texnik xizmat ko'rsatish va mumkin bo'lgan to'xtab turishlarni o'z ichiga oladi:

$$T_{obi} = T_{xodi} + T_{texobsi} + T_{prosi} \quad (17)$$

bu yerda  $T_{xodi}$  —  $i$  lokomotivning yurish vaqti.

2. Lokomotivlarning umumiy soni uzeldagi mavjud lokomotivlar sonidan ko'p bo'lishi mumkin emas:

$$\sum_{i=1}^n L_i \leq N, \quad (18)$$

bu yerda  $N$  — lokomotivlarning umumiy soni.

3. Lokomotivlar texnik xizmat ko'rsatilishini ma'lum intervalda o'tishi yoki ma'lum aylanmalardan so'ng bajarilishi kerak:

$$T_{texobsi} \leq T_{maxtexobs}, \quad (19)$$

bu yerda  $T_{maxtexobs}$  — texnik xizmat ko'rsatilishi orasidagi ruxsat etilgan maksimal vaqt.

4. Reyslar orasidagi lokomotivning to'xtab turish vaqti minimallashtirilishi kerak:

$$T_{prosi} \leq T_{maxprosi}, \quad (20)$$

bu yerda  $T_{maxprosi}$  — lokomotivni to'xtab turishining ruxsat etilgan maksimal vaqti.

5. Lokomotivlardan foydalanishidan keladigan foyda ularni ishlatilishidagi sarflardan katta bo'lishi kerak:

$$R_i \cdot n_i \geq C_i + T_{texobsi}, \quad (21)$$

Har bir  $i$  lokomotiv uchun.



#### 4. Xulosa

Lokomotiv aylanmasini optimallashtirilishining matematik modeli lokomotivlardan foydalanishdagi bo'lgan harajatlar va foyda o'rtasidagi balansni aniqlash, muddatdan ziyod to'xtab turishlarni minimallashtirilish va temir yo'l uzulida lokomotivlarning unumdorligini oshirish imkoniyatini beradi.

Ushbu tarzda, temir yo'l uzulida lokomotivlarni taqsimlashning optimallashtirilishi butun transport tizimining samaradorligini oshirishda katta ahamiyatga bo'lib, uzulning ishini yaxshilaydi, yuklarni va yo'lovchilarni tashishni to'xtovsiz bajarish imkoniyatini yaratadi.

Rejalashtirishning intellektual tizimini joriy etilishi uzul bo'yicha yuk va yo'lovchilarni tashish uchun mo'ljallangan lokomotivlarni to'g'ri taqsimlashni optimallashtirilishini, shuningdek yo'llarning va lokomotivlarning holatini yaxshilash imkoniyatini beradi. Ushbu tizimlar lokomotivlarga bo'lgan talabni avvaldan bashoratlash va ulardan foydalanishning optimallashtirish imkoniyatini yaratadi.

#### Foydalangan adabiyotlar / References

[1] Сатторов С.Б. Исследование способа размещения технических станций // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2017. № 4. С. 463-468.

[2] Сатторов С.Б. Обоснование размещения технических станций в зависимости от числа полурейсов // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2018. № 2. С. 239-246.

[3] Сатторов С.Б., Котенко А.Г., Белозеров В.Л. Вопросы развития железнодорожной линии Ахангаран-Тукимачи-Сырдарьинская // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2019. Т. 16. № 3. С. 439-448.

[4] Ерофеев А.А. Интеллектуальная система автоматического управления технической станцией // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: Материалы Юбилейной Междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2020. – С. 92–96.

[5] Ерофеев А.А., Бородин А.Ф. Принципы формирования управляющих решений в интеллектуальной системе управления перевозочным процессом // Проблемы безопасности на транспорте: Материалы XI Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. / под общ. ред. Ю.И. Кулаженко. – Гомель: БелГУТ, 2021. – С. 11–14.

[6] Михеева Т. И., Михеев С. В., Богданова И. Г. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №. 6. – С. 216.

[7] Жанказиев С. В. Интеллектуальные транспортные системы. – 2016.

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

Sattorov Samandar Baxtiyorovich

Toshkent davlat transport universiteti  
"Yuk transport tizimlari" kafedrasida  
dotsenti. t.f.n.

E-mail:  
sattorovsamandar100@gmail.com

Tel.: +99877 0735157

<https://orcid.org/0000-0001-7273-0449>

Saidivaliyev Shuxrat Umarxodjayevich

Toshkent davlat transport universiteti  
"Yuk transport tizimlari" kafedrasida  
dotsenti. t.f.f.d. (PhD).

E-mail: shuxratxoja@mail.ru

Tel.: +998974622129

<https://orcid.org/0000-0002-4461-4093>

Bozorov Ramazon Shamil o'g'li

Toshkent davlat transport universiteti  
"Yuk transport tizimlari" kafedrasida katta  
o'qituvchisi. t.f.f.d. (PhD).

E-mail: ramazon-bozorov@mail.ru

Tel.: +99891 2513377

<https://orcid.org/0000-0001-8655-0764>

Tashmatova Muqaddas Sadirxodjayevna

Toshkent davlat transport universiteti  
"Yuk transport tizimlari" kafedrasida katta  
o'qituvchisi.

E-mail: toshmatova.2021@mail.ru

Tel.: +998935151947

<https://orcid.org/0000-0002-9856-1775>

