

YIG'MA YO'NALISHLI KONTEYNER POEZDLARINING OPTIMAL YO'NALISH TARMOG'INI MODELLASHTIRISH

Boboyev D.Sh.¹

¹ – *Toshkent davlat transport universiteti (Toshkent, O'zbekiston).*

Kalit so'zlar: konteyner tashuvlari, konteyner poyezdi, yig'ma yo'nalishli konteyner poyezdi, optimal marshrut, transport tarmog'i, konteyner terminali, talab matritsasi, iqtisodiy-matematik model, optimallashtirish, yetkazib berish vaqti, marshrutlash, graf modeli.

Annotatsiya: Ushbu maqolada konteyner tashuvlarini samarali tashkil etish va konteyner poyezdlarining optimal harakat yo'nalishlarini shakllantirish masalalari tadqiq etilgan. Konteyner terminalida yuklarni belgilangan manzillarga o'z vaqtida yetkazib berish, konteynerlarni vagonlarga to'plash vaqtini qisqartirish hamda avtomobil transportidan temir yo'l transportiga to'g'ridan-to'g'ri qayta yuklash ulushini oshirishga qaratilgan tashkiliy va texnologik yondashuvlar ko'rib chiqilgan. Yig'ma yo'nalishli konteyner poyezdlarining muqobil marshrutlarini modellashtirish uchun transport tarmog'i graf ko'rinishida ifodalangan hamda konteynerlarni boshlang'ich punktdan yakuniy manzilgacha yetkazib berish vaqtini minimallashtirish mezonini asosida iqtisodiy-matematik model ishlab chiqish yondashuvi taklif etilgan. Shuningdek, talab matritsasidan foydalanib, to'g'ridan-to'g'ri va yig'ma yo'nalishli konteyner poyezdlarini bosqichma-bosqich shakllantirish algoritmi ishlab chiqilgan. Modelni amaliy hisoblashda MS Excel dasturining "Yechimni qidirish" vositasidan foydalanish imkoniyati asoslangan. Taklif etilgan yondashuv konteyner oqimlarini ratsional taqsimlash, poyezd marshrutlarini optimallashtirish va temir yo'l konteyner tashuvlarining raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

Kirish. Bugungi kunda ko'plab xorij mamlakatlarida poezdlarining jadval bo'yicha harakatlanishini tashkil etish ishlari olib borilmoqda. Ko'rilayotgan chora-tadbirlar poezdlar o'z vaqtida jo'nab ketadigan va etib keladigan harakat jadvalining barqaror yo'nalishlarini belgilash imkonini beradi. Tashish jarayonini tashkil etishga bunday yondashuv konteyner kompaniyalariga mijozlarga transport xizmati ko'rsatish samaradorligi va sifatini oshirish imkonini beradi.

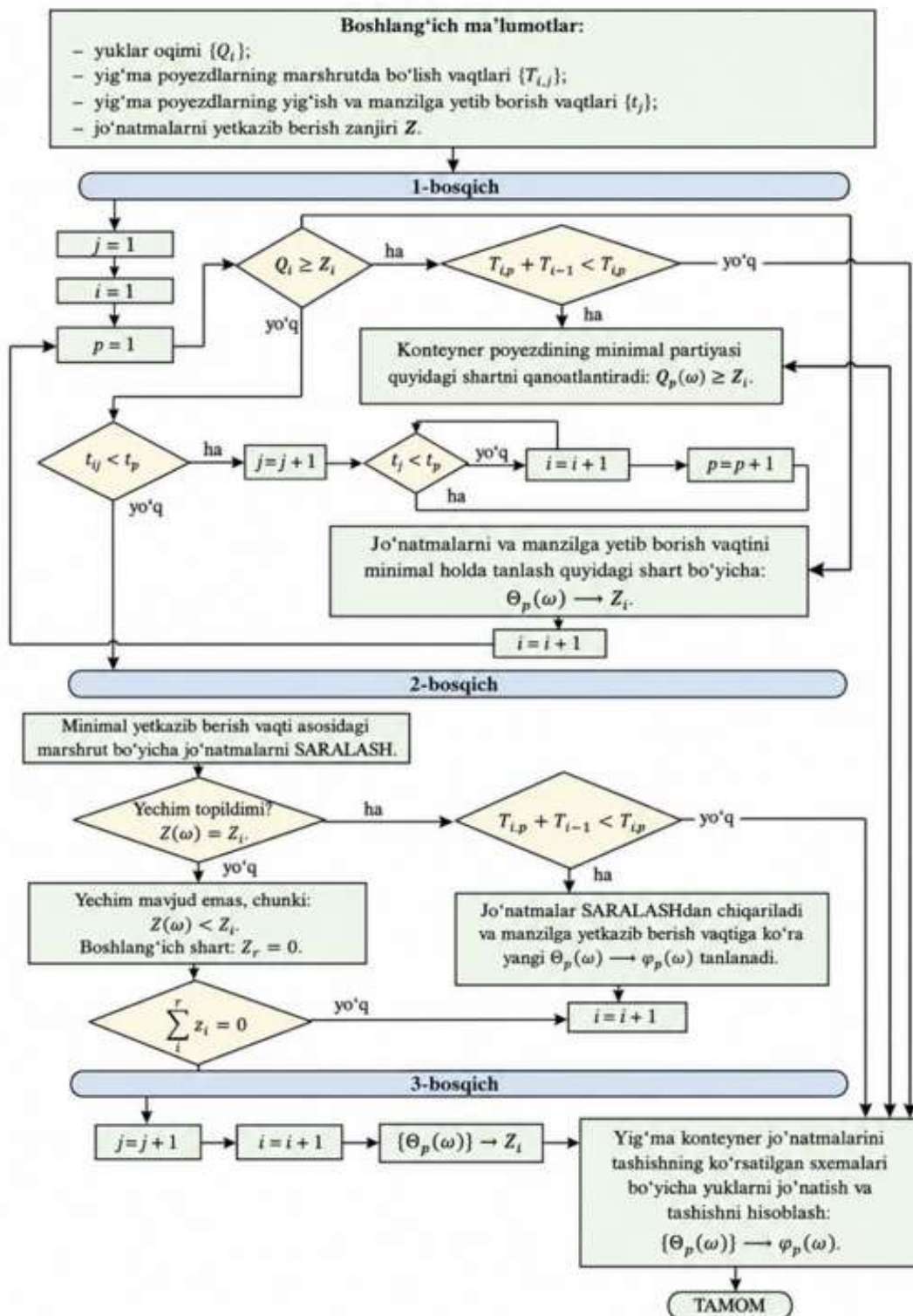
Konteyner terminalida konteynerlar to'plamini vagonga to'plash vaqtini qisqartirish va konteynerni avtomobildan vagonga to'g'ridan-to'g'ri qayta yuklash ulushini oshirish uchun konteynerlarni belgilangan manzillar bo'yicha qabul qilishning kalendar rejasi o'rnatilgan. Mamlakatda konteyner tashuvlarini rivojlantirish uchun quyidagi chora-tadbirlar taklif etiladi: tariflarni tartibga solish orqali operatorlarning harakatlanuvchi tarkibidan samarali foydalanishni rag'batlantirish, yukni yo'lda

qo'riqlashni uning sug'urtasi bilan almashtirish, avtomobil tashuvchilari uchun yo'llardan foydalanganlik uchun to'lov belgilash, terminallararo xizmat ko'rsatishni tashkil etish uchun konteyner terminallari tarmog'ini shakllantirish va boshqalar.

Asosiy qism. Yig'ma yo'nalishli konteyner poyezdlarining optimal marshrutlarini aniqlash uchun transport tarmog'ini graf modeli orqali ifodalash va uning uchlari sifatida konteynerlarni yuklash hamda tushirish stansiyalarini, qirralari sifatida esa temir yo'l aloqa yo'llarini qabul qilish maqsadga muvofiq. Bunday matematik ifodalash transport tarmog'idagi mavjud yo'nalishlarni tizimli ravishda baholash va konteyner oqimlari uchun eng maqbul marshrutlarni aniqlash imkonini beradi. Tadqiqotda asosiy optimallashtirish mezonni sifatida konteynerlarni yetkazib berish vaqti qabul qilindi. Ushbu mezon konteyner tashuvlarining iste'molchilar uchun jozibadorligi va temir yo'l transportining boshqa transport turlariga nisbatan raqobatbardoshligini belgilovchi muhim ko'rsatkichlardan biridir. Shu bilan birga, ishlab chiqilgan modelni tashish qiymati, transport xarajatlari yoki bir nechta mezonlarni birgalikda hisobga olish asosida ham takomillashtirish mumkin.

Yig'ma yo'nalishli konteyner poezdlarining optimal yo'nalish tarmog'ini modellashtirish ham asosiy jihatlardan sanaladi. YMKP harakatining muqobil yo'nalishlari to'plamini $G = (V, E)$ grafi yordamida tasvirlaymiz, bu erda v_i grafining uchlari konteynerlarni yuklash/tushirish stansiyalari (terminallari), e_{ij} qirralari esa temir yo'l aloqa yo'llari hisoblanadi. Keyinchalik, har bir punktning konteyner tashuvlariga bo'lgan talabning belgilangan miqdorida berilgan grafda SMKP harakatining optimal yo'nalishini topish modeli ishlab chiqish shart. Ya'ni, SMKMning harakat marshrutini oraliq punktlarda yuk operatsiyalarini bajarish vaqtini hisobga olgan holda boshlang'ich punktdan oxirgi punktga bo'lgan harakat vaqti mezonni bo'yicha optimallashtirish taklif etiladi. Etkazib berish vaqti maqsadli mezon sifatida tanlangan, chunki aynan shu ko'rsatkich hozirgi vaqtda temir yo'l orqali konteyner tashuvlarining raqobatbardoshligini ta'minlashda asosiy hisoblanadi. Shu bilan birga, model optimallikning boshqa mezonlarini ham berish imkonini beradi, masalan, berilgan yo'nalishlar bo'yicha SMKPda konteynerlarni tashish qiymati yoki ko'p mezonli baholash. Ishlab chiqilgan iqtisodiy-matematik model nochiziqli dasturlash masalalari sinfiga kiradi. Optimal echimni topish turli matematik algoritmlar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Ushbu tadqiqotda optimallashtirish masalasini echish uchun eng qulay variant - MS Excel dasturiy muhitida o'rnatilgan "Yechimni qidirish" algoritmlaridan foydalaniladi.

Berilgan talab matritsasi va transport tarmog'ida, odatda, bitta emas, balki me'yoriy yuklangan va turli marshrutlangan bir nechta marshrutli konteyner poezdlarini shakllantirish mumkin. Shu munosabat bilan, berilgan transport tarmog'ida konteyner poezdlarini rejalashtirishning quyidagi bosqichma-bosqich algoritmi taklif etiladi (1-rasm).



1-rasm. Transport tarmog'ida konteyner poezdlarini rejalashtirishning algoritmi
Algoritmning ishlash bosqichlari quyidagicha.

1-bosqich. Konteynerlarni ortish/tushirish uchun bir jo'nash stansiyasidan boshqa manzil stansiyasigacha to'xtovlarsiz shakllantirilishi mumkin bo'lgan poezd yo'nalishlari tayinlanadi. Buning uchun $\{Q_{ij}\}$ matritsasi ketma-ket ko'rib chiqiladi va shunday Q_{ij} elementlari tanlanadiki, ular uchun $Q_{ij} \geq Z_n$. Belgilangan to'g'ri yo'nalishlar qadam-baqadam talab matritsasidan chiqarib tashlanadi: tanlangan

elementlar uchun quyidagi amal bajariladi: $Q_{ij} - Z_n$. Birinchi bosqichda bajarilgan u qadamlar soni tayinlangan to'g'ri marshrutlar soniga mos keladi. $\{Q_{ij}\}$ matritsasidan barcha to'g'ridan-to'g'ri yo'nalishlarni chiqarib tashlaganimizdan so'ng, keyingi bosqichga o'tamiz.

2-bosqich. SMKP harakatining optimal marshrutini izlash modeliga muvofiq konteynerni etkazib berish vaqti mezonini bo'yicha optimal marshrutni hisoblash amalga oshiriladi. Agar echim talab matritsasidan topilgan bo'lsa, shakllantirilgan $\{Q_{ij}(u)\}$ – $q_{ij}(u)$ marshrut chiqarib tashlanadi, aks holda poezdning me'yoriy yuklanish sharti bajarilmaydigan qovurg'alar tarmoqdan chiqarib tashlanadi, modelga $Z_k = 0$ cheklov kiritiladi. 2-bosqich berilgan shartlarda barcha mumkin bo'lgan marshrut variantlari ko'rib chiqilgunga qadar takrorlanadi.

3-bosqich. Algoritmning 1–2-bosqichida birorta ham yo'nalishga kiritilmagan konteynerlar yig'ma yuk poezdlari tarkibida jo'natilishi yoki keyingi SMKPni jo'natishning maqsadga muvofiqligi paydo bo'lgunga qadar terminalda to'planishi mumkin. Konteyner oqimini to'plash to'g'risidagi qaror, agar to'plash vaqti (T_n) yig'ma yuk poezdidagi harakat vaqti va SMKP o'rtasidagi farqdan oshmasa, qabul qilinadi.

Algoritm shunday ishlaydiki, har bir u qadamda to'g'ri yo'nalishli yoki yig'ma yo'nalishli konteyner poezdi tayinlanadi, marshrutga taqsimlangan konteyner oqimining bir qismi $\{Q_{ij}\}$ talab matritsasidan chiqarib tashlanadi. Algoritmning ishlashi natijasida har kuni va to'planishda belgilangan interval bilan jo'natiladigan to'g'ridan-to'g'ri va yig'ma marshrutli konteyner poezdlari ro'yxati, shuningdek, oddiy yig'ma konteyner poezdlari tarkibida jo'natish yo'nalishlariga kiritilmaydigan qoldiq konteyner oqimi hosil bo'ladi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari konteyner tashuvlarini samarali tashkil etishda poyezdlarning harakat yo'nalishlarini oqilona shakllantirish va konteyner oqimlarini transport tarmog'i bo'ylab optimal taqsimlash muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, konteynerlarni terminalda ortiqcha ushlab turish vaqtini kamaytirish, ularni to'g'ridan-to'g'ri vagonlarga qayta yuklash imkoniyatlarini kengaytirish hamda poyezdlarning belgilangan jadval asosida harakatlanishini ta'minlash temir yo'l konteyner tashuvlarining samaradorligini oshirishning muhim shartlari hisoblanadi.

Taklif etilgan uch bosqichli algoritm transport tarmog'ida konteyner poyezdlarini izchil shakllantirish imkonini beradi. Birinchi bosqichda yetarli hajmdagi to'g'ridan-to'g'ri konteyner oqimlari aniqlanadi, ikkinchi bosqichda qolgan oqimlar uchun yetkazib berish vaqti bo'yicha optimal yig'ma marshrutlar tanlanadi, uchinchi bosqichda esa yo'nalishlarga kiritilmagan konteynerlarni yig'ma yuk poezdlari tarkibida jo'natish yoki terminalda keyingi konteyner poyezdigacha to'plash bo'yicha qaror qabul qilinadi.

Mazkur algoritmdan foydalanish natijasida harakat intervali va konteyner oqimining hajmiga mos ravishda to'g'ridan-to'g'ri hamda yig'ma marshrutli konteyner poyezdlari tarkibini shakllantirish mumkin. Modelni MS Excel muhitidagi "Yechimni qidirish" vositasi yordamida amaliy hisoblash imkoniyati esa taklif etilgan yondashuvning foydalanish qulayligini oshiradi.

Umuman olganda, ishlab chiqilgan model va algoritm konteyner oqimlarini ratsional taqsimlash, konteynerlarni terminalda to'plash vaqtini kamaytirish, poyezd marshrutlarini optimallashtirish va tashish jarayonining muntazamligini ta'minlash uchun amaliy asos bo'lib xizmat qiladi. Ushbu yondashuvni real transport tarmog'i, konteyner terminallari va mavjud talab matritsalarini asosida qo'llash orqali temir yo'l konteyner tashuvlarining tezkorligi, ishonchliligi va raqobatbardoshligini yanada oshirish mumkin.

Adabiyotlar:

1. Ziyoda Mukhamedova, Diyor Boboev. Research on improving the modern transport system in the process of cargo delivery. Railway transport: current issues and innovations, 3(1), 2022/3/28, 15–24.
2. J. Shihnazarov, D. Boboev, M. Dehkonov, D. Ikramova. Choice of an efficient mode of transport on the basis of comparison of technical and economic indicators of types of transport. - E3S Web of Conferences, 2023, 1-7
3. Ziyoda Mukhamedova, Diyor Boboyev, Shukhrat Saidivaliev, Rustam Abdullaev, Jamshid Kobulov, Sardorbek Akhmedov, Sherzod Fayzibayev. Mathematical modeling of fastening conditions in piggyback transport: ensuring safety and stability across different transport modes. Discover Applied Sciences: 2025/6/8, 619. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-025-07188-7>
4. Bozorov R. Sh, Boboev D. Sh. Methods of installation of wire rope and binder when securing loads. Pedagogics: 2025/5/30, 76-84.
5. Do'lobov D., Boboyev D. Sh. Stages of development of the organization of wagon flows. Editorial board: 2024/10/7, 219.
6. Ziyoda Adilova, Diyor Boboyev, Navruz Axtamov. Mathematical model of fastening conditions in container transportation taking into account various conditions. Transport bulletin: 2024/9/30, 98-103.
7. Boboyev Diyor Shomurotovich. Placing vehicles on the railway platform when organizing counter-trailer transportation. Journal of new century innovations: 2022/12/7, 17-21.