Shahar avtobus transportida ekologik yuklamani baholash va kamaytirishning zamonaviy usullari

Shomurodova Shahzoda Hamza qizi
Toshkent davlat transport universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada shahar avtobus transportining atrof-muhitga ta’sirini baholash hamda ekologik yuklamani kamaytirishning zamonaviy usullari yoritilgan. Tadqiqotda avtobuslarning yoqilg‘i sarfi, harakatlanish masofasi, texnik holati, tirbandliklarda bekor turish va harakat tezligining atmosferaga chiqariladigan zararli moddalar miqdoriga ta’siri tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: shahar avtobusi, ekologik yuklama, transport emissiyasi, havo sifati, elektr avtobus.

Shahar transport tizimi aholining kundalik harakatlanishini ta’minlash bilan birga, shahar ekologik muhitining shakllanishiga ham bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, avtobus transporti shahar ichidagi yo‘lovchi tashishning asosiy vositalaridan biri bo‘lganligi sababli uning ekologik ko‘rsatkichlarini muntazam baholab borish muhimdir. Avtobuslarning atrof-muhitga ta’siri faqatgina atmosferaga chiqariladigan gazlar bilan cheklanmaydi. Transport vositalarining shovqini, yoqilg‘i va moylash materiallaridan foydalanish, shinalarning yeyilishi, texnik xizmat ko‘rsatish jarayonidagi chiqindilar ham ekologik yuklamaning tarkibiy qismlarini tashkil etadi.

Ekologik yuklama deganda transport vositasining ma’lum vaqt va hudud doirasida atrof-muhitga ko‘rsatadigan salbiy ta’siri tushuniladi. Uni baholashda avtobusning bir kilometr masofani bosib o‘tishi uchun sarflaydigan yoqilg‘i miqdori, tashilayotgan yo‘lovchilar soni, harakatlanish tezligi, dvigatelning texnik holati va atmosferaga chiqariladigan emissiyalar hajmi kabi ko‘rsatkichlardan foydalanish mumkin.

Shahar sharoitida avtobuslarning ekologik yuklamasi yo‘nalish xususiyatlariga qarab sezilarli darajada farqlanadi. Masalan, tirbandlik mavjud bo‘lgan markaziy ko‘chalarda avtobuslar tez-tez to‘xtashi, qayta harakatlanishi va past tezlikda yurishi sababli yoqilg‘i sarfi ortadi. Natijada bir kilometrga to‘g‘ri keladigan emissiya miqdori ham oshishi mumkin. Aksincha, harakatlanish sharoiti barqaror va yo‘nalishlar oqilona tashkil etilgan hududlarda avtobuslarning ekologik samaradorligi yuqoriroq bo‘ladi.

Shahar avtobus transportining ekologik yuklamasini shakllantiruvchi omillarni texnik, ekspluatatsion, tashkiliy va tashqi omillarga ajratish mumkin. Texnik omillarga dvigatelning konstruktiv xususiyatlari, transport vositasining yoshi, yonilg‘i tizimining sozligi, chiqindi gazlarni tozalash qurilmalarining samaradorligi va avtobusning umumiy texnik holati kiradi.

Ekspluatatsion omillar orasida avtobusning o‘rtacha tezligi, tezlanish va sekinlashishlar soni, bekatlarda turish davomiyligi, yo‘nalish uzunligi va kunlik bosib o‘tiladigan masofa muhim o‘rin egallaydi. Haydovchining boshqaruv uslubi ham yoqilg‘i sarfiga ta’sir qiluvchi omillardan biridir. Keskin tezlanish va keskin tormozlashlar nafaqat yoqilg‘i sarfini ko‘paytiradi, balki transport vositasining ayrim texnik qismlarining tezroq yeyilishiga ham olib keladi.

Tashkiliy omillar esa avtobus yo‘nalishlarining rejalashtirilishi, harakat jadvali, bekatlar joylashuvi va transport oqimini boshqarish bilan bog‘liq. Bir yo‘nalishda avtobuslar sonining haddan tashqari ko‘pligi yoki ularning harakat intervalining noto‘g‘ri belgilanishi transport oqimining samarasiz tashkil etilishiga olib kelishi mumkin.

Tashqi omillarga yo‘l qoplamasining holati, relyef, ob-havo sharoiti, yo‘lning nishabligi, tirbandlik darajasi va yo‘lovchilar oqimining mavsumiy o‘zgarishi kiradi. Ushbu omillar birgalikda avtobus transportining umumiy ekologik yuklamasini belgilaydi[2].

Avtobus transportining ekologik ta’sirini aniqlashda emissiya ko‘rsatkichlarini hisoblash asosiy yo‘nalishlardan biridir. Ichki yonuv dvigateliga ega avtobuslarda yoqilg‘i yonishi natijasida karbonat angidrid, azot oksidlari, uglevodorodlar va boshqa ifloslantiruvchi moddalar hosil bo‘ladi.

Karbonat angidridning miqdori asosan yoqilg‘i sarfi bilan bog‘liq. Shuning uchun yoqilg‘i sarfini kamaytirish orqali issiqxona gazlari emissiyasini ham pasaytirish mumkin. Azot oksidlari esa yuqori haroratdagi yonish jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lib, ularning miqdori dvigatelning ishlash rejimi va texnik holatiga bog‘liq ravishda o‘zgaradi.

Ekologik baholashni soddalashtirish uchun avtobusning ma’lum davrdagi yoqilg‘i sarfi va emissiya koeffitsientlari asosida hisob-kitoblarni amalga oshirish mumkin. Umumiy holda emissiya miqdorini quyidagi munosabat orqali ifodalash mumkin:

$$E = F \times K,$$

bu yerda E — ma’lum ifloslantiruvchi moddaning emissiya hajmi; F — sarflangan yoqilg‘i miqdori; K — tegishli yoqilg‘i uchun emissiya koeffitsienti.

Biroq faqat yoqilg‘i sarfiga asoslangan baholash transportning real harakat sharoitlarini to‘liq aks ettirmaydi. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlarda GPS ma’lumotlari, transport oqimining tezligi, bekatlarda turish vaqti hamda yo‘nalish bo‘yicha harakat dinamikasini hisobga olish maqsadga muvofiqdir.

Raqamlashtirish shahar transportining ekologik samaradorligini oshirish uchun yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. GPS qurilmalari orqali avtobuslarning real vaqt rejimidagi joylashuvi, tezligi, harakat yo‘nalishi va to‘xtash davomiyligi aniqlanishi mumkin. Ushbu ma’lumotlar asosida transport vositasining qaysi hududlarda ko‘proq yoqilg‘i sarflayotganini aniqlash imkoniyati paydo bo‘ladi[4].

Avtobuslarga o‘rnatilgan telematik qurilmalar dvigatel ishlashi, yoqilg‘i sarfi, tezlik va boshqa parametrlar bo‘yicha ma’lumotlarni yig‘ishga xizmat qiladi. Ma’lumotlarni yagona axborot tizimida birlashtirish orqali har bir avtobusning ekologik profilini shakllantirish mumkin.

Bunday tizimning muhim afzalligi shundaki, ekologik ko‘rsatkichlarni faqat yil yakunida emas, balki doimiy ravishda kuzatish imkoniyati mavjud bo‘ladi. Masalan, ma’lum bir avtobusda yoqilg‘i sarfi me’yoridan ortib ketgan bo‘lsa, bu texnik nosozlik yoki haydash uslubidagi muammoning belgisi bo‘lishi mumkin.

Shuningdek, raqamli monitoring natijalari asosida yo‘nalishlarning ekologik samaradorlik reytingini ishlab chiqish mumkin. Bunda bir kilometrga to‘g‘ri keladigan yoqilg‘i sarfi, bir yo‘lovchiga to‘g‘ri keladigan emissiya va avtobusning o‘rtacha harakat tezligi kabi ko‘rsatkichlardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Ekologik yuklamani kamaytirishning samarali yo‘llaridan biri mavjud avtobus yo‘nalishlarini optimallashtirishdir. Yo‘nalishlarni faqat masofa yoki yo‘lovchilar soni bo‘yicha emas, balki ekologik samaradorlik nuqtayi nazaridan ham baholash zarur.

Yo‘nalishlarni optimallashtirishda bekatlar orasidagi masofa, transport oqimining zichligi, yo‘lning o‘tkazuvchanligi, tirbandlik va yo‘lovchilar oqimi hisobga olinishi kerak. Bekatlarning juda qisqa masofada joylashtirilishi avtobuslarning tez-tez to‘xtashiga olib keladi. Juda uzoq masofada joylashtirilishi esa yo‘lovchilar uchun noqulaylik tug‘dirishi mumkin. Shuning uchun ekologik va ijtimoiy manfaatlar o‘rtasida muvozanatni ta’minlash zarur.

Avtobuslar harakat intervalini optimallashtirish ham ekologik samaradorlikka ta’sir qiladi. Yo‘lovchilar oqimiga mos kelmaydigan harakat jadvali natijasida ayrim avtobuslar kam yuklama bilan harakatlanishi mumkin. Bu holatda har bir yo‘lovchiga to‘g‘ri keladigan energiya sarfi ortadi[6].

Shu sababli harakat jadvalini real yo‘lovchilar oqimi asosida dinamik ravishda shakllantirish samarali yondashuv hisoblanadi. Bunda elektron to‘lov tizimlari, GPS ma’lumotlari va yo‘lovchilar oqimini hisoblash vositalaridan foydalanish mumkin.

Shahar transportida ekologik yuklamani kamaytirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri elektr avtobuslar ulushini oshirishdir. Elektr avtobuslarining asosiy afzalligi harakat jarayonida mahalliy

chiqindi gazlar emissiyasining mavjud emasligidir. Bu, ayniqsa, aholi zich yashaydigan va transport oqimi yuqori bo‘lgan shaharlarda muhim ahamiyatga ega.

Elektr transportidan foydalanishning ekologik samarasi elektr energiyasining qanday manbadan ishlab chiqarilishiga ham bog‘liq. Shu sababli elektr avtobuslarini joriy etish bilan bir qatorda, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirish ham muhimdir.

Gibrid avtobuslar esa ichki yonuv dvigateli va elektr yuritmasining afzalliklarini birlashtiradi. Ayniqsa, tez-tez to‘xtash va qayta harakatlanish talab qilinadigan shahar yo‘nalishlarida gibrid texnologiyalar yoqilg‘i sarfini kamaytirishga yordam berishi mumkin.

Biroq yangi turdagi avtobuslarni joriy etishda faqat xarid qiymatini emas, balki butun foydalanish davridagi xarajatlarni ham hisobga olish zarur. Bunda energiya sarfi, texnik xizmat ko‘rsatish, akkumulyatorning xizmat muddati, infratuzilma xarajatlari va transport vositasining ekspluatatsion samaradorligi baholanadi.

Transport vositalarining texnik holati ekologik yuklamaning muhim determinantlaridan biridir. Dvigatel, yonilg‘i purkash tizimi yoki chiqindi gazlarni tozalash qurilmasidagi nosozliklar emissiyaning keskin ortishiga olib kelishi mumkin.

Shu sababli avtobus parkida muntazam texnik diagnostika tizimini takomillashtirish zarur. Diagnostika jarayonida dvigatelning ishlash ko‘rsatkichlari, yoqilg‘i sarfi va chiqindi gazlar tarkibi nazorat qilinishi lozim.

Texnik xizmat ko‘rsatishni faqat nosozlik yuzaga kelgandan keyin amalga oshirish o‘rniga, profilaktik va prognozli texnik xizmat modeliga o‘tish maqsadga muvofiq. Raqamli sensorlar yordamida ayrim texnik ko‘rsatkichlarni doimiy kuzatish va nosozlik yuzaga kelishidan oldin ehtimoliy muammoni aniqlash mumkin.

Bunday yondashuv transport vositasining xizmat muddatini uzaytirish bilan birga, yoqilg‘i sarfini va ekologik yuklamani kamaytirishga ham xizmat qiladi[3].

Avtobusning ekologik samaradorligi texnik imkoniyatlardan tashqari, haydovchining boshqaruv uslubiga ham bog‘liq. Keskin tezlanish, yuqori tezlikda harakatlanish, asossiz tormozlash va dvigatelni uzoq vaqt bekor ishlatish yoqilg‘i sarfining ortishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Shu munosabat bilan haydovchilar uchun ekologik boshqaruv bo‘yicha maxsus o‘quv dasturlarini tashkil etish maqsadga muvofiq. Mazkur dasturlarda yoqilg‘ini tejaydigan boshqaruv usullari, transport oqimini oldindan baholash, tezlikni barqaror saqlash va bekatlarda dvigatelning bekor ishlash vaqtini qisqartirish kabi masalalarga e’tibor qaratilishi kerak.

Haydovchilar faoliyatini baholashda faqat yo‘nalishni o‘z vaqtida bajarish ko‘rsatkichi emas, balki yoqilg‘i sarfi va ekologik samaradorlik indikatorlari ham hisobga olinishi mumkin. Bu transport korxonalarida ekologik mas’uliyatni kuchaytirishga yordam beradi.

Shahar avtobus transportida ekologik muammolarni faqat bitta texnologiyani joriy etish orqali hal qilish qiyin. Eng samarali natijaga texnik, tashkiliy, raqamli va boshqaruv choralarini birlashtirish orqali erishish mumkin.

Kompleks model quyidagi yo‘nalishlarni o‘z ichiga olishi mumkin:

avtobuslarning texnik holatini muntazam ekologik diagnostika qilish;

yoqilg‘i sarfini raqamli monitoring qilish;

GPS va telematik ma’lumotlardan foydalanish;

avtobus yo‘nalishlarini ekologik mezonlar asosida optimallashtirish;

tirbandliklarni kamaytirish uchun jamoat transportiga ustuvorlik berish;

elektr va gibrid avtobuslar ulushini oshirish;

haydovchilarning ekologik boshqaruv ko‘nikmalarini rivojlantirish;

avtobuslarning harakat jadvalini real yo‘lovchilar oqimiga moslashtirish;

ekologik ko‘rsatkichlar bo‘yicha transport korxonalarining ichki monitoring tizimini yaratish[5].

Mazkur choralar o‘zaro bog‘liq holda amalga oshirilganda transport tizimining ekologik samaradorligi sezilarli darajada oshishi mumkin.

Avtobus transportida amalga oshirilayotgan ekologik tadbirlarning natijasini aniqlash uchun aniq mezonlar ishlab chiqilishi kerak. Bunday mezonlar transport korxonalariga qaror qabul qilishda ham yordam beradi.

Asosiy indikatorlar sifatida quyidagilarni ajratish mumkin: bir kilometrga sarflanadigan yoqilg‘i, bir avtobusga to‘g‘ri keladigan yillik emissiya, bir yo‘lovchiga to‘g‘ri keladigan emissiya, bekatlarda o‘rtacha turish vaqti, o‘rtacha harakat tezligi, elektr energiyasi sarfi va ekologik toifadagi avtobuslar ulushi.

Masalan, bir yo‘lovchiga to‘g‘ri keladigan ekologik yuklama quyidagi umumiy formula bilan ifodalanishi mumkin:

$$Q = E / P,$$

bu yerda Q — bir yo‘lovchiga to‘g‘ri keladigan emissiya; E — avtobusning ma’lum yo‘nalishdagi umumiy emissiyasi; P — tashilgan yo‘lovchilar soni.

Ushbu ko‘rsatkich avtobuslarning faqat texnik samaradorligini emas, balki ularning yo‘lovchi tashish samaradorligini ham hisobga olish imkonini beradi. Shu jihatdan mazkur indikator transport tizimini ekologik nuqtayi nazardan kompleks baholashda foydali hisoblanadi[4].

Umuman olganda, shahar avtobus transportining ekologik yuklamasini kamaytirish uzluksiz monitoring, aniq hisob-kitob va zamonaviy boshqaruv texnologiyalariga asoslangan tizimli yondashuvni talab etadi. Texnik jihatdan samarali avtobuslardan foydalanish, raqamli monitoringni kengaytirish, transport oqimini optimallashtirish va ekologik boshqaruv tamoyillarini amaliyotga joriy etish orqali shahar transportining atrof-muhitga salbiy ta’sirini bosqichma-bosqich kamaytirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2030-yilgacha O‘zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o‘tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori. — Toshkent, 2022. — 32 b.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risidagi Farmoni. — Toshkent, 2023. — 74 b.

3. Абдурахмонов Қ.Х., Шерматов Т. Транспорт тизими ва уни бошқариш асослари. — Тошкент: Фан ва технология, 2025. — 248 б.

4. Мусаев М.Н. Экология ва атроф-муҳит муҳофазаси. — Тошкент: Ўзбекистон, 2024. — 368 б.

5. Эргашев А.Э., Эргашев Т.А. Экология, биосфера ва табиатни муҳофаза қилиш. — Тошкент: Янги аср авлоди, 2026. — 432 б.

6. Қодиров Ф.М. Автомобил транспортида экологик хавфсизлик. — Тошкент: Транспорт, 2025. — 196 б.