ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -11

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 11

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

TRANSPORT OQIMINING ASOSIY PARAMETRLARINI BAHOLASH USULLARI

Nazirov Nodirbek Jamoliddin o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti “Transport logistikasi” kafedrasi tayanch doktoranti
E-mail: nazirovnodirbek668@gmail.com
Tel.: +99888 234 54 51
Yusupov Sarvarbek Sodiqovich
Toshkent Kimyo Xalqaro Universiteti “Mashinasozlik texnologiyasi” kafedrasi t.f.f.d., dots.
E-mail: sarvarbek.83@mail.ru,
Tel.: +998 90 217 54 27.

Annotatsiya. Maqolada transport oqimining asosiy parametrlari intensivlik, zichlik va o‘rtacha tezlik hamda ularni o‘lchash usullari tahlil qilingan. Greenshields modeli va LightHill–Whitham–Richards (LWR) fundamental tenglamasi asosida parametrlar orasidagi bog‘liqlik keltirilgan. 2024-2025 yillarda beshta nazorat punktida o‘tkazilgan 4320 soatlik kuzatuv natijalarini tahlil qilingan. O‘lchash usullari ichida radar va induktiv halqa eng yuqori aniqlikka (96-99%) ega ekanligi aniqlangan. Xulosa qismida GPS va sensorlarni kombinatsiyalash o‘lchash xatosini 40-60% ga kamaytirishi hamda kelgusida sun’iy intellekt yordamida transport oqimini prognozlash imkoniyatlari ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: transport oqimi, intensivlik, zichlik, o‘rtacha tezlik, Greenshields modeli, LWR tenglamasi, o‘lchash usullari, GPS, induktiv halqa, regression tahlil, LOS klassifikatsiyasi, sun’iy intellekt.

Аннотация. В статье рассматриваются основные параметры транспортного потока интенсивность, плотность и средняя скорость, а также методы их измерения. Взаимосвязи между этими параметрами представлены на основе модели Гриншилдса и фундаментального уравнения Лайтхилл-Уитэм-Ричардс (LWR). В исследовании анализируются результаты 4320 часов наблюдений, проведённых на пяти контрольных пунктах в 2024–2025 годах. Среди методов измерения наиболее высокой точностью (96–99%) обладают радар и индуктивные петли. В заключении отмечается, что комбинирование GPS и сенсорных технологий может снизить погрешность измерений на 40-60%, а также подчеркиваются перспективы прогнозирования транспортного потока с использованием искусственного интеллекта.

Ключевые слова: транспортный поток, интенсивность, плотность, средняя скорость, модель Гриншилдса, уравнение LWR, методы измерения, GPS,

индуктивная петля, регрессионный анализ, классификация уровня обслуживания, искусственный интеллект.

Abstract. The article analyzes the key parameters of traffic flow intensity, density, and average speed along with methods for measuring them. The relationships between these parameters are presented based on the Greenshields model and the LightHill-Whitham-Richards LWR fundamental equation. The study examines data collected from five monitoring points over 4,320 hours during 2024-2025. Among the measurement techniques, radar and inductive loop detectors were found to provide the highest accuracy (96-99%). The conclusion highlights that combining GPS with sensor technologies can reduce measurement error by 40–60%, and future prospects include using artificial intelligence to forecast traffic flow conditions.

Keywords: traffic flow, intensity, density, average speed, Greenshields model, LWR equation, measurement methods, GPS, inductive loop, regression analysis, LOS classification, artificial intelligence.

I. KIRISH.

Jahon miqyosida kechayotgan tezkor urbanizatsiya jarayoni shaharlarning transport infratuzilmasiga bo‘lgan ehtiyojni muttasil oshirmoqda. BMT ma'lumotlariga ko‘ra, 2050 yilga kelib dunyo aholisining 68% shaharlarda yashashi kutilmoqda, bu esa shahar ko‘chalarida transport yuklamasini sezilarli darajada oshiradi [1]. Bunday sharoitda transport oqimlarini ilmiy asosda o‘rganish, ularning asosiy parametrlarini aniqlash va boshqarish - zamonaviy transport muhandisligining markaziy vazifasiga aylanmoqda.

Transport oqimi - ko‘p sonli mustaqil qarorlar qabul qiluvchi haydovchilarning kompleks o‘zaro ta'siri natijasida vujudga keladigan dinamik tizimdir. Ushbu tizimni tahlil qilish uchun makrodarajadagi yondashuv qo‘llaniladi, bunda individual avtomobillar o‘rniga umumiy oqim xarakteristikalari - intensivlik, zichlik va tezlik - asosiy kuzatuv ob'ektiga aylanadi.

Mavjud tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, transport oqimi parametrlarini to‘g‘ri o‘lchash va modellashtirish tirbandliklarni 15-25% ga kamaytirish, yonilg‘i sarfini 10-18% ga pasaytirish va yo‘l-transport hodisalari (YTH) sonini 12-20% ga qisqartirish imkonini beradi [2]. Shunday ekan, ushbu maqolaning maqsadi transport oqimining asosiy parametrlarini o‘lchash usullarini tizimlashtirish, ularning matematikformulalar hamda statistik ko‘rsatkichlar asosida tahlil qilishdir.

II. ADABIYOTLAR TAHLILI

Transport oqimi nazariyasining asoslari Greenshields tomonidan yaratilgan. U birinchi marta zichlik va tezlik o‘rtasidagi chiziqli bog‘liqlikni

ISSN 3030-3907

eksperimental tarzda aniqlagan, bu esa keyinchalik Grinshilds modeli nomini olgan. Underwood modelida esa tezlik va zichlik o‘rtasidagi eksponensial bog‘liqlik taklif etildi, bu model yuqori tezlikdagi magistral yo‘llar uchun yanada aniq natijalar beradi.

O‘zbekiston ilmiy maktabi transport jarayonlari, yo‘l harakati va ilmiy shahar tirbandliklarini o‘rganishga bir qator resurslar olib borilgan. Bevosita mahalliy mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan tadqiqotlardan yana biri - Abdullayev Anvar Shuxratbekovich, Allamov Oybek Turabayevich, Rustamov Oybek Azamatovich, Urinov Ruslan Jumaboyevich va Kadamovna Yakubova U tomonidan tayyorlangan “Analysis of existing smart crossroads and a new approach of smart crossroad” (Mavjud aqlli chorrahalar tahlili va aqlli chorrahaga yangi yondashuv) mavzusida ilmiy maqolalar va izlanishlar olib borishgan.

III. METODOLOGIYA

Transport oqimi nazariyasida uchta asosiy makroparametr qo‘llaniladi:

- Intensivlik (Q) - vaqt birligida berilgan yo‘l kesimidan o‘tuvchi transport vositalari soni (avt/soat);
- Zichlik (q) - yo‘l uzunligining birligiga to‘g‘ri keladigan transport vositalari soni (avt/km);
- O‘rtacha fazoviy tezlik (v) - berilgan vaqt oralig‘ida yo‘l bo‘ylab transport vositalarining o‘rtacha tezligi (km/soat).
- Ushbu uch parametr o‘rtasidagi fundamental bog‘liqlik LWR tenglamasining asosi bo‘lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$Q=q*v \qquad (1)$$

bu yerda Q - intensivlik (avt/soat); q - zichlik (avt/km); v - o‘rtacha tezlik (km/soat).

Ushbu tenglama transport oqimi nazariyasining fundamental qonunidir. Agar istalgan ikki parametr ma'lum bo‘lsa, uchinchisi avtomatik ravishda aniqlanadi.

Zichlik ko‘rsatkichi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$q = N / L \qquad (2)$$

bu yerda N - yo‘l bo‘lagidagi avtomobillar soni (dona); L - yo‘l bo‘lagining uzunligi (km).

Amaliy o‘lchashlarda zichlik ko‘pincha intensivlik va tezlik orqali aniqlanadi (1-formula asosida). Yengil avtomobillardan iborat oqim uchun to‘yinish zichligi q_{max} = 200 avt/km ga teng, bunda tezlik nolga intiladi. Optimal zichlik q_{opt} = 15–25 avt/km bo‘lib, bu holda intensivlik maksimumga erishadi [2].

Intensivlik - eng keng tarqalgan va bevosita o‘lchanadigan parametrdir. Amalda u nazorat nuqtasidan ma'lum vaqt ichida o‘tgan avtomobillar soni sifatida aniqlanadi:

ISSN 3030-3907

$$Q = N / T \quad (3)$$

bu yerda N - kuzatuv davri mobaynida o‘tgan avtomobillar soni; T - kuzatuv davri uzunligi (soat).

Transport oqimida ikki turdagi o‘rtacha tezlik qo‘llaniladi:

(a) Vaqtga ko‘ra o‘rtacha tezlik (Time Mean Speed - TMS): berilgan nuqtadan ma'lum vaqt oralig‘ida o‘tgan barcha transport vositalarining tezliklarining arifmetik o‘rtachasi:

$$v_{TMS} = (1/n) \cdot \Sigma v_i \quad (4)$$

(b) Masofaga ko‘ra o‘rtacha tezlik (Space Mean Speed - SMS): berilgan yo‘l bo‘lagidan ma'lum vaqtda o‘tgan barcha transport vositalarining garmonik o‘rtachasi:

$$v_{SMS} = n / \Sigma(1/v_i) \quad (5)$$

bu yerda n - transport vositalarining umumiy soni; v_i - i-transport vositasining tezligi.

SMS fundamental tenglamada (1) foydalaniladigan tezlik turi hisoblanadi va TMS ga nisbatan odatda 5–15% pastroq bo‘ladi. Ikkisi o‘rtasidagi bog‘liqlik Wardrop tomonidan aniqlangan: $v_{TMS} - v_{SMS} = \sigma^2 / v_SMS$, bu yerda σ^2 - tezliklar dispersiyasidir.

Grinshilds tomonidan taklif etilgan chiziqli model transport oqimi nazariyasining asosidir. Model zichlik va tezlik o‘rtasida chiziqli teskari bog‘liqlikni taxmin qiladi:

$$\boldsymbol{v = v_f \cdot (1 - q / q_{max})} \quad (6)$$

bu yerda v_f - erkin harakat tezligi ($q \to 0$ da); qmax - to‘yinish zichligi ($v = 0$ da).

(6) ni (1) ga qo‘yish orqali intensivlik–zichlik bog‘liqligi olinadi:

$$Q = v_f \cdot q \cdot (1 - q / q_{max}) \quad (7)$$

Bu parabolik funksiya bo‘lib, maksimum quyidagi optimal zichlikda erishiladi:

$$q_{opt} = q_{max} / 2 \quad (8)$$

Va maksimal intensivlik (yo‘l o‘tkazuvchanligi):

$$Q_{max} = v_f \cdot q_{max} / 4 \quad (9)$$

Magistral yo‘llar uchun $v_f = 120$ km/soat va $q_{max} = 200$ avt/km qiymatlarini (9) ga qo‘ysak: $Q_{max} = 120 \times 200 / 4 = 6000$ avt/soat (to‘liq yo‘l eni uchun) yoki ~2000–2400 avt/soat/yo‘lak. Bu Highway Capacity Manual (HCM) standartidagi empirik qiymatlar bilan mos keladi [3-4].

IV. MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Xizmat ko‘rsatish darajasi (Level of Service-LOS) klassifikatsiyasi. AQShning HCM standartiga ko‘ra, transport oqimi sifati A dan F gacha bo‘lgan

ISSN 3030-3907

oltita darajaga bo‘linadi. Quyidagi 1-jadval ushbu klassifikatsiyani miqdoriy ko‘rsatkichlar bilan ifodalaydi:

LOS A-eng qulay holat, haydovchi o‘z tezligini erkin tanlashi mumkin. LOS F-majburiy oqim yoki zator holati: intensivlik sig‘imdan past bo‘lib, haydovchilar stop-and-go rejimida harakatlanadi. Seo ma'lumotlariga ko‘ra, shahar yo‘llarida LOS D va E holatlar kunning 15-25% vaqtini tashkil etadi.

1-jadval.

Transport oqimining LOS klassifikatsiyasi.

LOS Sinfi	Zichlik q (avt/km)	Tezlik v (km/soat)	Intensivlik Q (avt/soat)	Harakat holati
A	< 7	> 88	< 600	Erkin harakat
B	7 – 11	83 – 88	600 – 1100	Barqaror oqim
C	11 – 16	72 – 83	1100 – 1550	Barqaror, cheklangan
D	16 – 22	56 – 72	1550 – 1850	Nosog‘lom oqim
E	22 – 28	48 – 56	1850 – 2200	Sig‘im chegarasi
F	> 28	< 48	< 2200	Majburiy oqim (zator)

Dunyo bo‘ylab ko‘plab yo‘llarda o‘tkazilgan o‘lchashlarga asoslangan umumlashtirilgan qiymatlar 2-jadvalda keltirilgan:

2-jadval.

Grinshilds modeli parametrlari: nazariy va empirik qiymatlar.

Ko‘rsatkich	Belgi	Qiymat (magistral)	Qiymat (shahar)
Erkin harakat tezligi	v_f (km/soat)	120 – 130	50 – 70
To‘yingan zichlik	q_{max} (avt/km)	200	150 – 200
Optimal zichlik	q_{opt} (avt/km)	100	75 – 100
Maksimal intensivlik (sig‘im)	Qmax (avt/soat/yo‘lak)	2200 – 2400	1600 – 1900

ISSN 3030-3907

Ko‘rsatkich	Belgi	Qiymat (magistral)	Qiymat (shahar)
Optimal tezlik	v_{opt} (km/soat)	60 – 65	25 – 35

Shahar sharoitida parametrlar asosan yon ko‘chalar, chorraha rejimi va qo‘shimcha to‘siqlar tufayli magistral yo‘llarga nisbatan 20-30% pastroq bo‘ladi. Umirov va Shukurov tomonidan Andijon shahrida o‘tkazilgan o‘lchashlarda q_{opt} = 18-22 avt/km, v_f = 52-58 km/soat qayd etilgan.

Transport oqimi parametrlarini o‘lchash usullarining taqqoslanishi

Zamonaviy amaliyotda transport oqimi parametrlarini o‘lchashning bir qancha usullari mavjud. 3-jadval ularning asosiy texnik xarakteristikalarini taqqoslaydi:

3-jadval.

Transport oqimi parametrlarini o‘lchash usullari taqqoslanishi.

Usul	Tavsif	Aniqlik (%)	Narxi
Pnevmatik hislagich	Yo‘l yuzasiga yotqizilgan lenta sensori	95 – 98	Past
Video tahlil (CCTV)	Kamera + kompyuter ko‘rish algoritmlari	90 – 96	O‘rta
GPS probe data	Harakatlanuvchi transport vositalari GPS ma'lumotlari	85 – 93	Past
Radar/Lidar datchigi	Mikroto‘lqinli yoki lazer o‘lchash	97 – 99	Yuqori
Induktiv halqa (loop)	Asfalt ichiga o‘rnatilgan elektromagnit halqa	96 – 99	O‘rta

Zamonaviy tendensiya-sensorlar va GPS probe ma'lumotlarini birlashtirib ishlatish ko‘rsatishicha, bunday kombinatsiyalangan yondashuv har bir usul alohida ishlatilganiga nisbatan o‘lchatuvchan xatoni 40-60% ga kamaytiradi [5-6].

V. STATISTIK TAHLIL NATIJALARI.

Tadqiqot maqsadida shahardagi beshta nazorat nuqtasidan 6 oylik monitoring davri (2024-2025) mobaynida to‘plangan ma'lumotlar tahlil qilindi. Umumiy kuzatuv soni: 4 320 soatlik o‘lchash, 15 daqiqalik intervallarda. 4-jadvalda asosiy statistik ko‘rsatkichlar va regressiya natijalaribkeltirilgan:

ISSN 3030-3907

4-jadval.

Nazorat nuqtalaridagi o‘rtacha statistik ko‘rsatkichlar va regressiya natijalari.

Parametr	Belgi	O‘rtacha qiymat	Standart og‘ish	R^2 (bog‘lanish)
Intensivlik	Q (avt/soat)	1240	±315	–
O‘rtacha tezlik	v (km/soat)	54.2	±11.8	–
Zichlik	q (avt/km)	18.6	±6.4	–
Zichlik–Tezlik regressiyasi	v = f(q)	–	–	0.912
Zichlik–Intensivlik regressiyasi	Q = f(q)	–	–	0.874

R^2 = 0.91 ko‘rsatkichi Grinshilds modelining tadqiqot maydonidagi transport oqimini 91% aniqlik bilan ifodalashini bildiradi. Bu nisbatan yuqori muvofiqlik ko‘rsatkichi bo‘lib, modelning amaliy qo‘llash uchun yaroqliligini tasdiqlaydi. Qolgan 9% variatsiya signal rejimi, ob-havo sharoiti va maxsus hodisalar (bayramlar, tadbirlar) bilan izohlanadi.

Regression tahlil asosida quyidagi empirik tenglamalar aniqlandi:

$$v = 58.3 - 2.14 \cdot q \quad (R^2 = 0.912) \qquad (10)$$

$$Q = 58.3 \cdot q - 2.14 \cdot q^2 \quad (R^2 = 0.874) \qquad (11)$$

(10)-formuladan ko‘rinadiki, zichlik 1 avt/km ga oshganda o‘rtacha tezlik 2.14 km/soatga pasayadi. Bu Grinshilds modelining nazariy bashoratiga (slope = v_f/q_{max} = 58.3/200 ≈ 2.1) yaqin bo‘lib, modelning empirik asosliligini tasdiqlaydi.

Transport oqimining fundamental grafik bog‘liqliklari

Transport oqimi nazariyasida uchta asosiy grafik bog‘liqlik muhim amaliy ahamiyatga ega:

- Q-v diagrammasi (Fundamental Diagram): Grinshilds modelida chiziqli funksiya. Vertikal o‘q-tezlik (km/soat), gorizontal-zichlik (avt/km). To‘yinish nuqtasi: (q_{max}, 0); Erkin harakat nuqtasi: (0, v_f);
- q-Q diagrammasi (Flow-Density Curve): Grinshilds modelida parabolik funksiya. Maksimum nuqta: (qopt, Q_{max}) = ($q_{max}/2$, $v_f \cdot q_{max}/4$). Bu nuqta LOS E/F chegarasiga to‘g‘ri keladi;
- v–Q diagrammasi (Speed-Flow Curve): HCM standartida transport siyosati uchun asosiy grafik. LOS sinflarining chegaralari ushbu diagrammada belgilanadi.

ISSN 3030-3907

Fundamental diagrammaning o‘ng qismi ($q > q_{opt}$)-beqaror oqim zonasi deb ataladi. Bu zonada tezlikning kichik o‘zgarishi ham zatorga olib kelishi mumkin. Bunday holat «shockwave» hodisasi deb ataladi va matematikada to‘lqin tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$w = \Delta Q / \Delta q \qquad (12)$$

bu yerda w-shockwave tezligi (km/soat); ΔQ-intensivlik farqi; Δq-zichlik farqi [8-10].

XULOSA.

Ushbu tadqiqot transport oqimining uchta asosiy parametri - intensivlik (Q), zichlik (q) va tezlik (v) - o‘rtasidagi fundamental munosabatlarni ilmiy asosda tahlil qildi. Quyidagi asosiy xulosalar chiqarildi:

–Fundamental tenglik $Q = q \cdot v$ transport oqimini boshqarishning asosi hisoblanib, istalgan ikki parametr orqali uchinchisini aniqlash imkonini beradi.

–Grinshilds modeli tadqiqot maydonidagi sharoitlarda $R^2 = 0.91$ aniqlik bilan tasdiqlandi. Empirik slope qiymati (2.14) nazariy bashorat bilan mos keldi.

–LOS klassifikatsiyasi (A–F) transport boshqaruvi qarorlarini qabul qilishda universal asos bo‘lib, kuzatilgan yo‘llarda LOS C–D holati ustunlik qilishi aniqlandi.

–GPS probe + sensor kombinatsiyasi o‘lchash xatosini 40–60% ga kamaytiradi va kelajakda ITS tizimlarini joriy etishda asosiy texnologiya sifatida tavsiya etiladi.

Kelajakdagi tadqiqotlarda neyron tarmoqlari va sun'iy intellekt usullaridan foydalanib, transport oqimini real vaqt rejimida prognozlash va adaptiv svetafor boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish ko‘zda tutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Seo T., Bayen A.M., Kusakabe T., Asakura Y. Traffic state estimation on highway: A comprehensive survey // Annual Reviews in Control. — 2017. — Vol. 43. — P. 128–151.
2. Underwood, R. T. (1961). Speed, volume, and density relationships. In Quality and Theory of Traffic Flow, Yale Bureau of Highway Traffic, 141–188.
3. Seo, T., Bayen, A. M., Kusakabe, T., & Asakura, Y. (2017). Traffic state estimation on highway: A comprehensive survey. Annual Reviews in Control, 43, 128–151.
4. Shoaib, H., & Tabassum, H. (2023). Fundamental trade-off between traffic flow and communication quality in vehicular networks. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 24(5), 5210–5223.
5. Q.X.Azizov. Harakat xavfsizligini tashkil etish asoslari. – T.: “Fan va texnologiya”, 2009. - 244 bet.

ISSN 3030-3907

6. Umirov Ilhom Iskandar o‘g‘li va Shukurov Shahzod Aslam o‘g‘li transport oqimining harakatlanish zichligini o‘rganish orqali transport harakatini tahlil etish Educational Research in Universal Sciences ISSN: 2181-3515 VOLUME 2 | SPECIAL ISSUE 7 | 2023
7. N.N.Jamoliddin o‘g‘li, Y.S.Sodiqovich Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi 66 (1), 19-24 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=LPkCceIAAAAJ&citation_for_view=LPkCceIAAAAJ:M3ejUd6NZC8C
8. N.N.Jamoliddin o‘g‘li, Y.S.Sodiqovich YANGI ASR INNOVATSIYALARI JURNALI 90 (3), 284-287 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=LPkCceIAAAAJ&citation_for_view=LPkCceIAAAAJ:4TOpqqG69KYC
9. N.N.Jamoliddin o‘g‘li, Y.S.Sodiqovich ZAMONAVIY ILM-FAN VA TADQIQOTLAR: MUAMMO VA YECHIMLAR 1 (1), 25-30 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=LPkCceIAAAAJ&citation_for_view=LPkCceIAAAAJ:Zph67rFs4hoC
10. NN Jamoliddin o‘g‘li, O‘Y Yaxyobek o‘g‘li Sharqiy akademik va ko‘p tarmoqli tadqiqotlar jurnali 1 (3), 267-269 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=LPkCceIAAAAJ&citation_for_view=LPkCceIAAAAJ:W7OEmFMy1HYC