

**TRANSPORT VOSITASI VA PIYODA O'RTASIDAGI ALOQA (V2P)  
ASOSIDA AQLLI PIYODALAR O'TISH JOYINI BOSHQARISH***Xakimov Mavlonbek Solijon o'g'li**Andijon davlat texnika instituti, PhD doktoranti**e-mail: mavlonbexakimov17@gmail.com**Tel.: +998 93 419 29 97**Yusupov Sarvarbek Sodiqovich**Toshkent Kimyo xalqaro universiteti, PhD., dotsenti**e-mail: sarvarbek.83@mail.ru**Tel.: +998 90 217 54 27*

**Annotatsiya.** Piyodalar o'tish joylarida sodir bo'ladigan yo'l-transport hodisalari aholi zich hududlarda muhim muammo hisoblanadi. Ushbu maqolada IoT (Internet of Things) texnologiyasi asosida transport vositalari va piyodalar o'rtasidagi V2P (Vehicle-to-Pedestrian) kommunikatsiyasidan foydalangan holda aqlli piyodalar o'tish joyini boshqarish tizimi tahlil qilinadi. Tizim IoT sensorlari, kameralar va aloqa qurilmalari orqali real vaqt rejimida transport va piyodalar harakati haqida ma'lumotlarni yig'adi hamda transport vositalari va piyodalar o'rtasida axborot almashinuvini ta'minlaydi. Natijada yo'l harakati xavfsizligi va samaradorligi oshadi hamda piyodalar ishtirokidagi yo'l-transport hodisalari xavfi kamayadi. Ushbu yondashuv aqlli shaharlar sharoitida xavfsiz va samarali transport tizimini shakllantirishga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** Yo'l-transport, intellektual transport tizimlari (C-ITS), DSRC, V2P, piyodalar, aqlli shaharlar, kuzatuv, sensor tizimlari, xavfsizlik.

**KIRISH.** So'nggi yillarda transport vositalari bilan bog'liq piyodalar o'limi holatlari muhim muammoga aylanib bormoqda. Piyodalar xavfsizligini oshirish maqsadida stoxastik modellar, reaktiv boshqaruv mexanizmi hamda piyoda–infratuzilma (P2I) va transport vositasi–piyoda (V2P) kommunikatsiyasini o'z ichiga olgan namunaviy ssenariylarga asoslangan kompleks yondashuv taklif etilgan [1].

Biroq transport vositalari va piyodalar o'rtasida axborot almashishning eng samarali usuli hali ham to'liq aniqlanmagan. Taklif etilgan yondashuv piyodalar o'tishini ustuvor deb belgilaydi hamda Avtonom chorraha boshqaruvi (Autonomous Intersection Management) samaradorligini saqlagan holda xavfsizlikni ta'minlaydi [2].

Mazkur texnologiya qo'shimcha infratuzilma yoki piyodalar tomonidan olib yuriladigan maxsus qurilmalarni talab qilmasdan, inson tomonidan boshqariladigan hamda avtonom transport vositalari uchun qo'llanilishi mumkin. Svetofor asosidagi yechimlar bilan taqqoslaganda, signalizatsiyasiz chorrhalar uchun taklif etilgan

Avtonom piyodalar o'tish protokoli (Autonomous Pedestrian Crossing – APC) transport vositalarining kechikishini kamaytiradi va piyodalar yurish masofasini qisqartiradi. APC tizimi avtonom transport vositalari harakatlanadigan sharoitlarda, shuningdek inson boshqaruvidagi va avtonom transport vositalari aralash harakatlanadigan transport oqimlarida samarali ishlashi mumkin. Yo'l-transport hodisalarini boshqarish murakkab va nozik jarayon hisoblanadi. Turli zaif yo'l harakati ishtirokchilari (Vulnerable Road Users – VRU) guruhlariga xizmat ko'rsatadigan va xavfsizlik hamda qulaylik kabi turli maqsadlarni ko'zlaydigan V2P kommunikatsiya tizimlari so'nggi yillarda katta e'tibor qozonmoqda [3].

Ushbu tadqiqotlarda V2P tizimlarining umumiy tavsifi keltirilib, ularning ishlashida qo'llaniladigan turli kommunikatsiya texnologiyalari hamda foydalanuvchilar bilan o'zaro aloqani tashkil etish jarayonlari tahlil qilinadi.

Shuningdek, V2P tizimining taklif etilgan konseptual modeli, V2P texnologiyalari rivojlanishining hozirgi holati hamda xavfsizlik va qulaylikka yo'naltirilgan ilovalar uchun muhim bo'lgan loyihalash masalalari ko'rib chiqiladi [4].

**ADABIYOTLAR TAHLILI.** Ruoyu Pan, Lixua Jie, Xinyue Chjan, Shengli Pang, Honggang Vang, Chjaoying Veylarning ilmiy-tadqiqot ishlarida avtonom boshqaruvga yo'naltirilgan yangi V2P (vehicle-to-pedestrian) aloqa tarmog'i arxitekturasi ishlab chiqilgan hamda Long Range (LoRa) texnologiyasiga asoslangan V2P erta ogohlantirish tizimi yaratib tadqiqot doirasida V2P to'qnashuvning oldini olish modeli shakllantiriladi va yangi V2P to'qnashuv xavfini erta aniqlash usuli taklif etilgan. Taklif etilgan usulda piyoda va transport vositasi o'rtasidagi to'qnashuv jarayonini baholashda xavf indeksi (danger index) joriy etiladi. Shuningdek, piyoda harakat trayektoriyasini bashorat qilish uchun uzoq-qisqa muddatli xotira (LSTM) turidagi sun'iy neyron tarmog'i qo'llanadi. Bu esa, piyoda trayektoriyasi noaniq bo'lgan holatlarda piyoda–transport vositasi to'qnashuvining ehtimoliy xavf zonasini aniqlash imkonini beradi [5-6]

Lars Vischhof, Maksimilian Kilian, Stefan Shuxbek, Mattias Rupp, va Gerta Köster ilmiy-tadqiqot ishlarida piyodalarning harakatchanligini operatsion darajada batafsil modellashtirish P2X aloqasi va uning ilovalari natijalariga qanchalik ta'sir qilishi o'rganilgan [7]

I.Razi, A.Stevens, E.Dahlman va K.Chailarning ilmiy-tadqiqot ishlarida avtomobil bilan infratuzilmaning o'zaro ta'sirlashuvi o'rganilgan. Eksploatatsion sharoitda, avtomobillarga yaqinlashib kelayotgan yo'l belgilari, xavfli burilishlar, temir yo'l kesishmalari va hokazolar to'g'risidagi axborotlar qisqa masofali simsiz aloqa texnologiyalari orqali uzatilib, tasodifiy YTHning oldini olishga yordam berishi aniqlangan [8-9].

**TADQIQOT METODOLOGIYASI.** V2P real vaqt rejimida piyodalarning joylashuvi, harakat tezligi va yo'lga yaqinlashish trayektoriyasini transport vositalariga uzatadi. Bu orqali:

- haydovchining reaksiya vaqti qisqaradi,
- avtopilot tizimlari qaror qabul qilish aniqligi oshadi,
- avariya xavfi 30–50% gacha kamayadi (xalqaro tajriba asosida).

Aqlli piyodalar o'tish joylari

V2P yordamida quyidagi funksiyalar amalga oshiriladi:

- Piyodaning smartfonidagi signal asosida svetoforga moslashtirilgan faza

berish;

- Yaqinlashayotgan avtoulovni ogohlantirish;
- Piyodalar ko'rinmaydigan zonalarni radar va kamera bilan "to'ldirib",

ko'rish maydonini kengaytirish.

Shahar transportini boshqarishda qo'llanilishi

V2P orqali shahar boshqaruv markazlari piyodalar oqimi bo'yicha quyidagi ko'rsatkichlarni oladi:

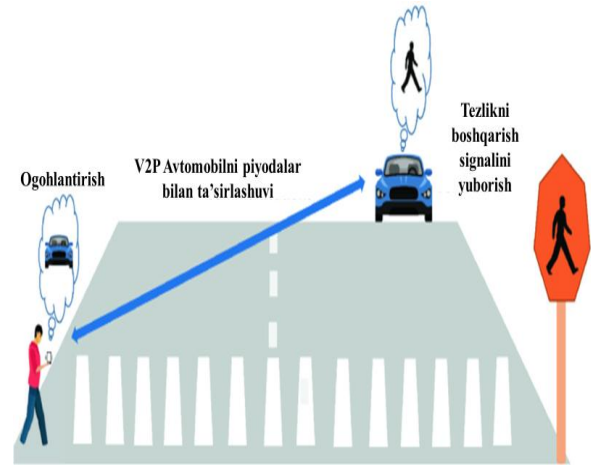
- vaqt bo'yicha piyoda oqimi zichligi,
- harakat tezligi,
- piyodalar kesib o'tish ehtimolligi,
- ehtimoliy tirbandlik zonalari.

Bu esa adaptiv boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish imkonini beradi.

**MUHOKAMA VA NATIJALAR.** Tizimni amaliy joriy etish natijalari piyodalar xavfsizligining sezilarli darajada oshganini hamda piyodalar o'tish joylarida sodir bo'ladigan yo'l-transport hodisalari kamayganini ko'rsatdi. Bunga zamonaviy sensorlar, real vaqt rejimida ma'lumotlarni qayta ishlash va aqlli kommunikatsiya texnologiyalarining qo'llanilishi sabab bo'ldi

### ***Piyodalar ishtirokidagi YTHning kamayishi***

Tizim joriy etilgandan so'ng piyodalar o'tish joylarida sodir bo'ladigan hodisalar soni sezilarli kamayadi. Infraqizil va ultratovush (IR/US) sensorlari piyodalar yo'lni kesib o'tayotganini aniqlaydi. Piyoda o'tish joyiga yaqinlashganda V2P kommunikatsiyasi ishga tushadi va V2P qabul qilgichlari o'rnatilgan transport vositalari haydovchilarini ogohlantiradi. Natijada haydovchilar tezlikni pasaytiradi va qo'shimcha ehtiyot choralarini ko'radi, bu esa piyodalar jarohatlanishi yoki halok bo'lishi holatlarini kamaytiradi.



### 1-rasm. Piyodani yaqinlashuvini ogohlantirishda V2P texnologiyasi *Piyodalar xabardorligini oshirish*

Maxsus mobil ilova yoki taqiladigan qurilmalar orqali ishlaydigan ogohlantirish tizimi piyodalar ogohliligini oshiradi. Yo'lni kesib o'tayotganda yaqinlashayotgan transport vositalari haqida real vaqt ogohlantirishlari berilishi piyodalarni yanada ehtiyotkor bo'lishga undaydi (1- rasm).

#### *Ma'lumotlarga asoslangan qaror qabul qilish*

Markaziy boshqaruv tizimi piyodalar harakati, transport oqimi va ob-havo ma'lumotlarini doimiy ravishda yig'ib boradi. Ushbu ma'lumotlar transport oqimi va YTH tendensiyalarini tahlil qilishga yordam beradi hamda shahar rejalashtiruvchilari va transport boshqaruvi organlariga xavfli chorrahalarini aniqlash imkonini beradi.

**XULOSA.** Olib borilgan tadqiqotlar natijasida V2P tizimlari yordamida haydovchining reaksiya vaqti qisqaradi, transport boshqaruvi samaradorligi oshadi hamda piyodalar ishtirokidagi yo'l-transport hodisalari sezilarli darajada kamayadi. Shuningdek, aqlli piyodalar o'tish joylari va markazlashgan boshqaruv tizimlari orqali yig'ilgan ma'lumotlar asosida transport oqimini optimallashtirish va xavfli hududlarni aniqlash imkoniyati yaratiladi.

Shu sababli, V2P texnologiyalarini shahar transport tizimlariga joriy etish piyodalar xavfsizligini ta'minlash, yo'l-transport hodisalarini kamaytirish va aqlli transport infratuzilmasini rivojlantirishning muhim yo'nalishi hisoblanadi.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 4 apreldagi PQ-190-son "Avtomobil yo'llarida inson xavfsizligini ishonchli ta'minlash va o'lim holatlarini keskin kamaytirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi qarori <https://lex.uz/ru/docs/5937573>
2. Yusupov S. S. "INNOVATSION INTELLEKTUAL TRANSPORT TIZIMLARINI MAHALLIY SHAROITDA SINERGIYASINI ASOSLASH" Toshkent 2022y 26-31 betlar

3. [https://www.researchgate.net/publication/309034893\\_Vehicle\\_to\\_Pedestrian\\_Communication\\_Modeling\\_and\\_Collision\\_Avoiding\\_Methodology\\_in\\_Connected\\_Vehicle\\_Environment](https://www.researchgate.net/publication/309034893_Vehicle_to_Pedestrian_Communication_Modeling_and_Collision_Avoiding_Methodology_in_Connected_Vehicle_Environment)
4. Shaheen S.A, Finson R. Intelligent Transportation Systems. //Encyclopedia of Energy. -2004. -pp. 487-496.
5. [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/7507573?utm\\_source=chatgpt.com](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/7507573?utm_source=chatgpt.com)
6. Nilesh R. Mate. Intelligent transportation systems a literature review from Indian perspective. / International journal of advanced research. -India. -2016. -Vol. 4(9). -pp. 1247-1253.
7. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366423003456?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366423003456?utm_source=chatgpt.com)
8. Razi I., Kenichi Yu. Intelligent Transportation Systems Using Short Range Wireless Technologies. // Journal of Transportation Technologies. -2011.-Vol. 1.-pp. 132-137.
9. Stevens A., Hopkin J. Benefits and deployment opportunities for vehicle/roadside cooperative ITS. // Research Gate. -2016. -pp. 1-7.
10. [https://www.researchgate.net/figure/Problem-definition-a-NLOS-pedestrian-crosswalk-scenario-b-right-turn-scenario-in\\_fig1\\_309034893](https://www.researchgate.net/figure/Problem-definition-a-NLOS-pedestrian-crosswalk-scenario-b-right-turn-scenario-in_fig1_309034893)