

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10977545>

‘AQLLI TRANSPORT’ TIZIMINING ARXITEKTURASI VA TEXNOLOGIK MASALALAR TA’RIFI

Usmanova N.B., Haydarov M.P.

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti

***Annotatsiya:** Intellektual transport tizimlari (ITS) transport bilan bog‘liq xizmatlarni taqdim etish axborot, sensor, boshqaruv va aloqa texnologiyalarini birlashtiradi. Ularning foydalanuvchilari kundalik qatnovchilardan tortib siyosatchilar va shaharsozchilargacha. Ushbu tizimlarning murakkabligi va ularning muhitini hisobga olgan holda, ularni haqiqiy sharoitda o‘rganish ko‘pincha amalga oshirib bo‘lmaydi. Shuning uchun simulyatsiyalardan foydalanish bu muammoni hal qilishga yordam beradi, lekin o‘z muammolarini taqdim etadi: modellardan kodga o‘tishda kutilmagan xatolar bo‘lishi mumkin; ularning platformalari tez-tez ob‘ektiv modellashtirish, turli modellar va turli uskunalardan foydalanadigan ishlarni taqqoslash qiyin. Bu muammolarni bartaraf etish uchun ushbu maqola simulyatsiyalarning modelga asoslangan rivojlanish asosni taklif qiladi. U Intellektual transport tizimlarining ko‘p qirralari: odamlar, ularning transport vositalari va tashqi ma‘lumotlarning integratsiyalashgan spetsifikatsiyasini qo‘llab-quvvatlaydigan maxsus modellashtirish tiliga asoslangan.*

Atrof-muhit va ular ustida ishlaydigan sensorlar va aktuatorlar tarmog‘i qulay tarzda joylashtirilgan va taqsimlangan. Tizimda ushbu tilga mos spetsifikatsiyalarni yaratish uchun model muharriri va ulardan foydalanib kod ishlab chiqarish uchun kod generatori bilan ishlaydi.

Platforma spetsifikatsiyalari tadqiqotchilarga ushbu infratuzilmani qo‘llashda yordam beradigan ko‘rsatmalar mavjud. Kameralar yordamida svetoforlarni ilg‘or boshqarish va undan foydalanishni ko‘rsatadi.

***Kalit so‘zlar:** aqlli transport tizimi; aqlli shahar; sensor; aktuator; svetofor; simulyatsiya; modelga asoslangan muhandislik; modellashtirish tili; agentga asoslangan modellashtirish; kod ishlab chiqarish*

Kirish

Tezkor rivojlanayotgan raqamli texnologiyalar har qanday mamlakatning ko‘plab sohalarida muhim o‘rin egallab kelmoqda. Dunyo bo‘ylab hukumatlar aqlli infratuzilmani barpo etishga, bu orqali jamiyatda elektr tarmoqlari, temir yo‘llar, shaharlar, yo‘llarni yangilash uchun texnologiyadan foydalanishga, integratsiyalashga, barqaror rivojlanish va taraqqiyot uchun raqamli bilim va axborot texnologiyalardan foydalanishga aloida e‘tibor qaratmoqdalar. Ko‘pgina mamlakatlarda davlat va jamiyat

hayotining barcha sohalarini tubdan yangilashga qaratilgan taraqqiyotning innovatsion yo'liga o'tish belgilandi, raqamli iqtisodiyot tizimlarining ajralmas qismi bo'lgan, innovatsion g'oyalar, yuqori texnologiyalarni o'z ichiga olgan, inson hayoti va jamiyatini misli ko'rilmagan tezlik va mutanosibliklarda o'zgartiruvchi aqlli shahar infratuzilmasi esa ulkan imkoniyatlar va qator afzalliklarni keltirib chiqaradi.

Aqlli shaharlar uchun ko'plab ta'riflar mavjud, masalan, Xalqaro elektraloqa Ittifoqi taklif etgani: "Aqlli barqaror shahar - bu hayot sifatini, shahar faoliyati va xizmatlari samaradorligini va raqobatbardoshligini oshirish uchun axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) va boshqa vositalardan foydalanadigan innovatsion shahar, u hozirgi va kelajak avlodlarning iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik jihatlarga bo'lgan ehtiyojlarini qondiradi". Umuman olganda, aqlli texnologiyalar va infratuzilma hukumat, energiya, suv, mobillik va binolarda shahar innovatsiyasi uchun foyda keltiradi. Butun dunyo bo'ylab aqlli shaharlarni ishga tushirishning bosqichma-bosqich o'sishi aqlli shahar loyihalarida ishtirok etayotgan shaharlar soni, asosiy yechimlarning asosiy afzalliklarini qabul qilishning ortib borishida va ustuvor muammolarni hal qiluvchi texnologiyalar uchun kuchli siyosat drayverlarida namoyon bo'ladi. Rivojlanayotgan davlatlar qatorida O'zbekistonda ham bu borada turli sa'y-harakatlar amalga oshirilmoqda. Xususan, 2019-yilning yanvarida O'zbekiston hukumati ("O'zbekiston Respublikasida "Aqlli shahar" texnologiyalarini joriy etish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Vazirlar Mahkamasining qarori) "Aqlli shahar" texnologiyalarini mamlakatimizda joriy etish konsepsiyasini tasdiqladi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-6079-son qaroriga muvofiq mamlakatimizda raqamli iqtisodiyotni faol rivojlantirish, barcha tarmoqlarda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish, shaharlarda muhandislik-kommunikatsiya infratuzilmasini yaratish, aholi turmush darajasini yuksaltirish, joriy va istiqboldagi iqtisodiy, ijtimoiy, ekologik va madaniy ehtiyojlarni qondirishga qaratilgan chora-tadbirlarni keng joriy etish uchun kompleks asoslar belgilab berildi. Aqlli shahar miqyosida bularni ajralmas qismi bo'lib aqlli transport tizimi xizmat qiladi: bugungi kunda O'zbekistonda "Aqlli transport" innovatsion texnologiyalarini joriy etishning rejalashtirilgan bosqichlari jadal ravishda o'sishda davom etmoqda. Bugungi kunda O'zbekistonda "Aqlli shahar" va "Sanoat 4.0" yechimlarining umumiy tatbiq etilishi "kutilgan" va/yoki "aniqlanishi kerak bo'lgan" chora-tadbirlar doirasidadir. Bu shuni anglatadiki, aqlli shaharlarda qanday loyiha taklif qilinmasin, barcha qo'llab-quvvatlash va texnik xizmat ko'rsatish tizimlari joyida bo'lmasa, u muvaffaqiyat keltirmaydi. Shu sababli mutasaddi tashkilotlar tomonidan qo'llaniladigan aqlli shaharni rejalashtirish va rivojlanish tamoyillarini shakllantirish muhimdir. Bundan

tashqari, ular aqlli shahar, shu jumladan, aqlli transport yechimlarni taqdim eta oladigan innovatsion xizmatlar bilan jihozlanishi kerak. Bunda aqlli shahar yechimlarini tahlil qilinishi, yagona raqamli muhitni, jumladan, shahar darajasida aqlli transport infratuzilmasini shakllantirish asosida samarali shahar boshqaruvi va texnologiyalari uchun imkoniyatlar yaratilishi, intellektual transport tizimlarining muhandislik-kommunikatsiya infratuzilmasini yaratish talablari ishlab chiqilishi kerak.

‘Aqlli transport’ tizimining arxitekturasi

Aqlli transport tizim (ATT) lari ko‘plab tadqiqotchilarning diqqat markazida. Transport vositalaridan foydalanish tajribasini yaxshilash, shuningdek, tirbandlikni tartibga solish uchun ma’lumotlarni to‘playdigan va tahlil qiladigan tizimlarni namoyon etadigan ATTlar qatoriga haydovchilarga transport darajasi, taxminiy sayohat vaqtlari, yo‘l-transport hodisalari, yo‘l qurilishi va hattoki yo‘l harakati nazorati kameralarining joylashuvi haqida real vaqt rejimida ma’lumot beradigan zamonaviy GPS navigatsiya tizimi kiradi. ATT yo‘l harakati bilan bog‘liq muammolarni minimallashtirish, foydalanuvchilarni tirbandlik haqida xabardor qilish, qulaylik uchun mahalliy harakatni real vaqtda yetkazib berish, joylar mavjudligi va boshqalar bilan boyitish orqali yo‘l harakati samaradorligiga erishishga qaratilgan, bu esa yo‘lovchilarning sayohat vaqtini qisqartiradi, shuningdek, ularning xavfsizligi va qulayligini oshiradi.

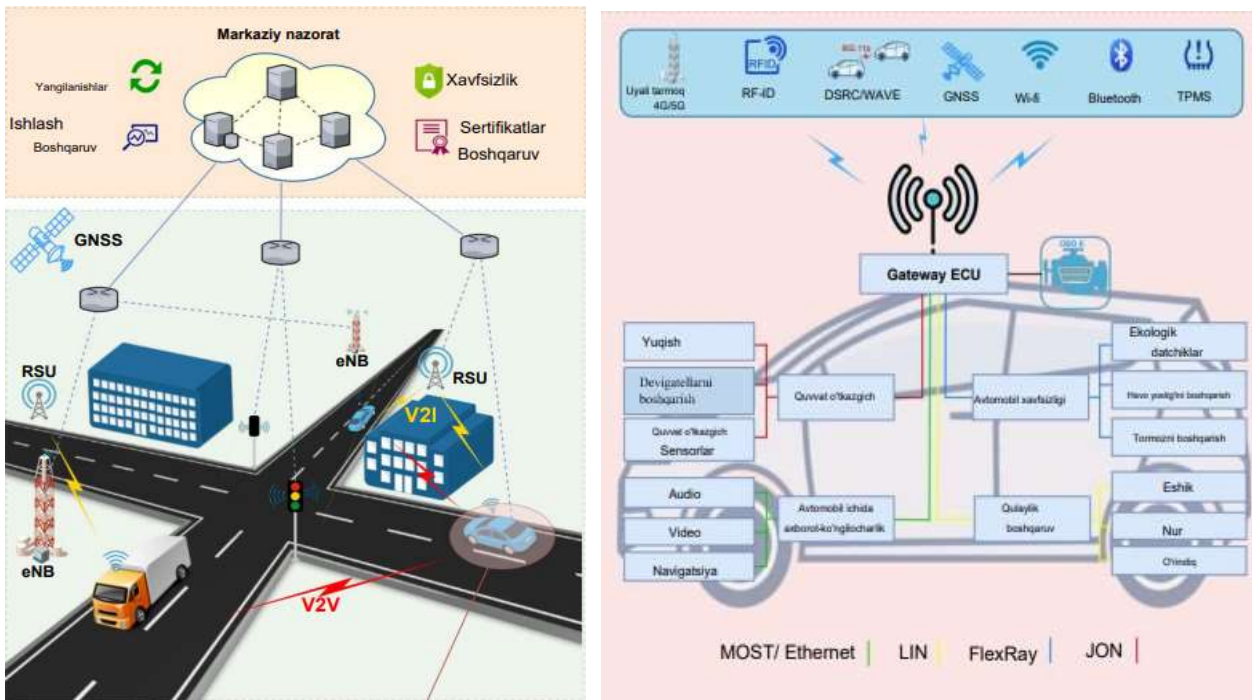
Avtomobil transportiga yo‘naltirilgan xizmatlarini dastlabki standartlashtirish Xalqaro standartlashtirish tashkiloti (ISO) tomonidan o‘rnatildi: Aqlli transport tizimlari yozuvlar modelini, funktsional maydonlar, bir qancha transport ma’lumotlari va boshqaruv tizimlarining namunaviy model arxitekturalarini (1- a) -rasm) o‘z ichiga oladi¹.

Yevropa transport xavfsizligi kengashi xabar berishicha, Aqlli transport tizimlari komponentlarida “aqlilikni” targ‘ib qilish uchun raqamli texnologiyalarni (masalan, Elektron boshqaruv bloklari (ECU), sensorlar va aktuatorlar) rivojlantirishga e’tibor qaratadi. Bunga parallel ravishda, Cooperative-ITS (C-ITS) komponentlari o‘rtasidagi o‘zaro aloqalarni qo‘llab-quvvatlash uchun aloqa protokollarini ishlab chiqishga qaratilgan. Shunday qilib, C-ITS ning maqsadi avtomobil tarmoqlarining umumiy ish faoliyatini yaxshilashi mumkin bo‘lgan ilovalarni faollashtirishdir⁶.

Turli xil aqlli transport tizimlari komponentlari o‘rtasidagi (1-b)-rasm) o‘zaro bog‘liqlikning yuqori darajalariga erishish uchun transport vositalari turli xil axborot-kommunikatsiya texnologiyalari bilan chigallashib bormoqda. Aqilli transport

¹ <https://review.uz/uz/post/intellektual-transport-tizimlari>

tizimlarini tasniflashni turli toifalarga ajratib, keltirish mumkin¹: xavfsizlik; samaradorlik; kam xarajatlilik; atrof muhitga ta'siri.



a) b)
1-rasm. Intellectual transport tizimlarining arxitekturasini (a) va asosiy komponentlari (b).

“Aqlli shahar” konsepsiyasi doirasida transport tizimining rivojlanishi, shuningdek, yangi transport turlari va transportlarga xizmat ko‘rsatish joylari, trafikni boshqarish va nazorat qilish, eng maqbul yo‘lni hisoblash uchun turli ilovalarning paydo bo‘lishi transport harakati jarayonini va unga moslashuvchanlik holatini yaxshilaydi hamda masofani o‘tishga ketadigan vaqtni qisqartirish imkoniyatini yaratadi.

Texnologik masalalar

Yo‘l harakatini boshqarish tizimini avtomatlashtirish va transportlar oqimi ko‘rsatkichlarini monitoring qilish, shu jumladan real vaqt rejimida harakat shartlarini monitoring qilish hozirgi kunda dolzarb ilmiy-texnik masalalardan biridir². Bunda Aqlli transport tizimini *ishlash xususiyatlari* alohida ahamiyatga ega. Jumladan, trafikni boshqarish markazi aqlli transport tizimining muhim komponenti hisoblanadi. Bu asosan transport mutasaddisi tomonidan boshqariladigan texnik tizimdir. Bu yerda barcha ma’lumotlar to‘planadi va tahlil qilinadi, keyingi operatsiyalar va real vaqt rejimida harakatni boshqarish yoki mahalliy transport vositasi haqida ma’lumot

¹ <https://lex.uz/docs/-4171067?ONDATE=19.01.2019#-4173109>

² www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/smart-transportation

jamlanadi. Yo‘l harakati boshqaruv markazini yaxshi tashkil etilgan va malakali ishlashi, aniq ma’lumotni yaratish va uni foydalanuvchilarga qaytarish uchun tahlil qilishdan ko‘ra uni aniq joylashuv ma’lumotlari bilan avtomatlashtirilgan ma’lumotlarni yig‘ishga bog‘liq¹.

Intellektual transport tizimlari, o‘z navbatida transport bilan bog‘liq xizmatlarni taqdim etish uchun axborot, sensor, boshqaruv va aloqa texnologiyalarini birlashtiradi (2-rasm). Ushbu tizimlarning murakkabligi va amalga oshirish muhitini hisobga olgan holda, ularni haqiqiy (real) sharoitda o‘rganishni ko‘pincha amalga oshirib bo‘lmaydi.



2-rasm. ITS aloqa protokollari to‘plami

Aqlli transport ilovalari aholining shaharlarga doimiy oqimi bilan bog‘liq muammolarni hal qilish va turli sohalaridagi transportni boshqarish tizimlari o‘rtasida keng ko‘lamli muvofiqlashtirish, masshtabda ishlash va turli manbalardan to‘plangan katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash orqali xavfsiz yo‘l tajribasini taqdim etish uchun katta salohiyatga ega². Rivojlanayotgan texnologiyalar transport infratuzilmalarining barqarorligini ta’minlaydi. Yo‘l harakati sharoitlari asosida ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va tarqatishning yangi usullarini joriy etish orqali ular transport vositalari harakatini tartibga solish, nazorat qilish va boshqarish uchun mavjud transport infratuzilmalaridan samarali foydalanishni ta’minlashi kerak.

¹ www.geospatialworld.net/blogs/what-is-intelligent-transport-system-and-how-it-works/

² Oladimeji, D.; Gupta, K.; Kose, N.A.; Gundogan, K.; Ge, L.; Liang, F. Smart Transportation: An Overview of Technologies and Applications. *Sensors* 2023, 23, 3880. <https://doi.org/10.3390/s23083880>

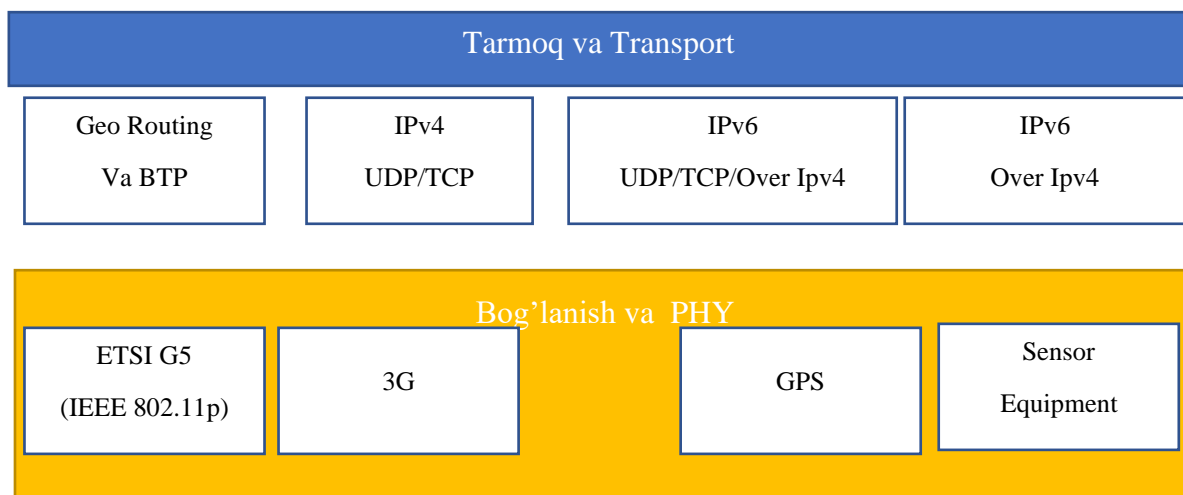
⁶ https://www.its.dot.gov/research_archives/arch/index.htm

Intellektual transport tizimi (ITS) - bu turli xil harakatni boshqarish tizimlari va transport tizimlari bilan bog'liq innovatsion xizmatlarni taqdim etishga qaratilgan yangi texnologiya. Bundan tashqari, bu foydalanuvchilarga ko'proq ma'lumotga ega bo'lish va transport tarmoqlaridan muvofiqlashtirilgan, aqlli va xavfsizroq foydalanish imkonini beradi. ITS transport muammolarini kamaytirish orqali transport samaradorligiga erishishga qaratilgan. Ushbu texnologiya foydalanuvchiga real vaqtda ishlaydigan ma'lumotlar, tirbandlik va boshqalar hodisalar haqida oldindan ma'lumot beradi, bu esa sayohat vaqtini qisqartiradi va foydalanuvchi xavfsizligi hamda qulayligini oshiradi.

Intellektual transport tizimida ishlash

Yo'l harakati boshqaruvi markazi (TMC) ITSning asosiy qismidir. Ushbu texnik tizim transport organi tomonidan boshqariladi. Ushbu tizimda barcha ma'lumotlar to'planadi, qayta ishlanadi va mahalliy transport vositalari haqida real vaqt rejimida ma'lumotlar va tafsilotlarni taqdim etish uchun transportning keyingi ishlashi va nazoratini boshqarish uchun tahlil qilinadi. Yo'l harakati boshqaruvi markazining to'g'ri ishlashi va yaxshi tashkil etilishi aniq joylashuv ma'lumotlari bilan avtomatlashtirilgan ma'lumotlarni yig'ish, aniq trafik ma'lumotlarini yaratish uchun ma'lumotlarni tahlil qilish va keyin bu aniq tahlil qilingan ma'lumotlarni sayohatchilarga qaytarishga bog'liq. Ma'lumotlarni yig'ish, ma'lumotlarni uzatish, ma'lumotlarni tahlil qilish va sayohat ma'lumotlari ITSning to'rt bosqichidir.

Aloqa protokollarining mos yozuvlar arxitekturasi DRIVE avtomobil aloqalari uchun belgilangan ETSI spetsifikatsiyalariga muvofiq tasvirlangan. Ko'pincha kirish qatlami quyidagilarga asoslanadi. Maxsus aloqa uchun IEEE 802.11p standartining PHY va MAC spetsifikatsiyalari mavjud (3-rasm). Biroq, 3G texnologiyalar ilovalar, boshqaruv va sinovlar uchun ham foydalanish mumkin infratuzilma bilan aloqa qilish ko'rsatilgan. Joylashuvni ta'minlash uchun GPS va sensor uskunalari ishlatiladi.⁷



3-rasm. Tarmoq va bog'lanuvchi qatlam

Umuman olganda, intellektual transport tizimi - bu transport tizimiga aloqa, boshqaruv va axborotni qayta ishlash texnologiyalarini kompleks qo'llash uchun umumiy atama. Ta'rif alohida texnologik ilovalar yoki boshqa transport strategiyalarini yaxshilash orqali erishish mumkin bo'lgan keng ko'lamli texnika va yondashuvlarni o'z ichiga oladi. ITS tushunchalari tirbandlik, xavfsizlik, barqaror atrof-muhit va unumdorlik kabi transport bilan bog'liq muammolarni hal qilish uchun ilg'or yer usti transport tizimlarida foydalanish uchun zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqish orqali turtki bo'ldi. Ushbu sohaga bag'ishlangan ko'plab tashabbuslar va loyihalar mavjud bo'lib, ular to'rtta asosiy xususiyatni ko'zlagan holda amalga oshirilgan:

- 1) real vaqt rejimida transport vositalari yoki jo'natmalarni sezish;
- 2) katta hajmdagi ma'lumotlarni ishonchliroq yetkazish;
- 3) ilg'or axborot texnologiyalari orqali katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash;
- 4) ushbu ma'lumotlardan to'g'ri va real vaqt rejimida foydalanish.

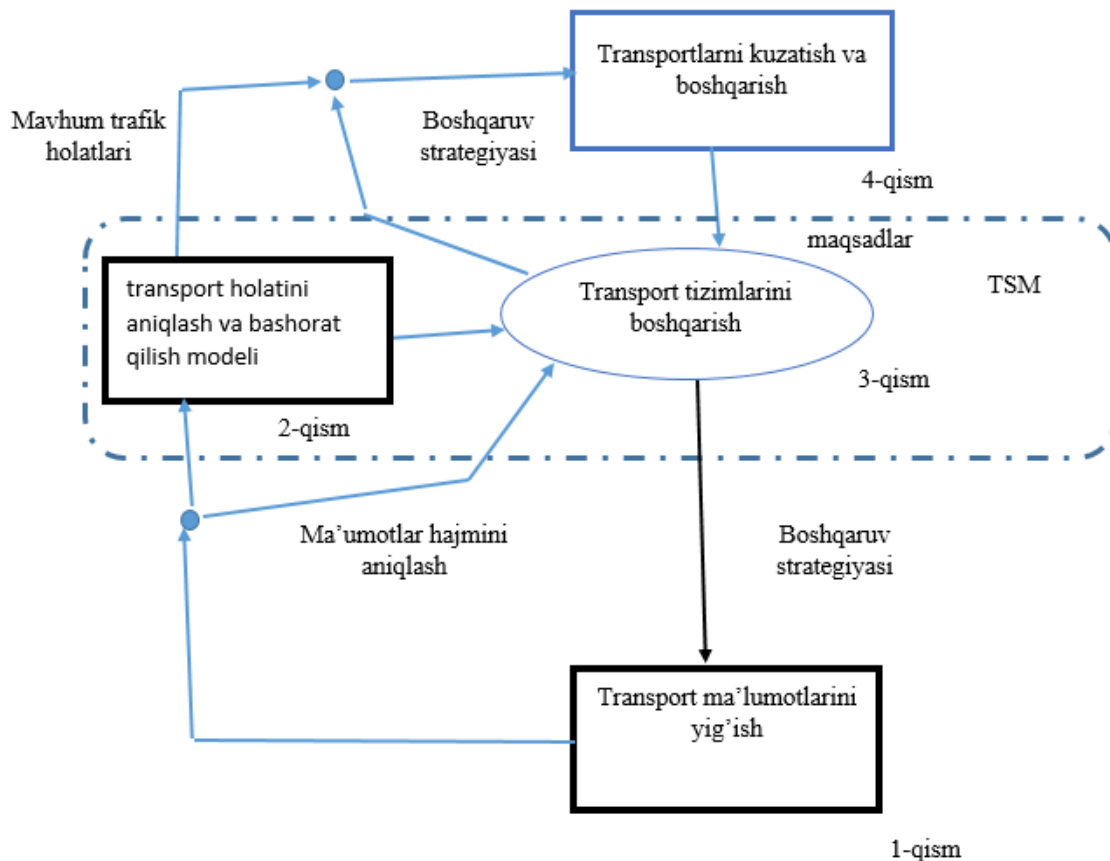
So'nggi yigirma yil ichida transport infratuzilmasi sohasida juda ko'p rivojlanish kuzatildi, vaholanki turli xil transport muammolari kundan-kunga ortib bormoqda. Bu, asosan, avtomobillar sonining ko'payishi bilan bog'liq. Dunyoning deyarli har bir mamlakati rivojlanayotgan yoki rivojlangan transport vositalarini boshqarishda muammolarga duch kelmoqda. Butun dunyo mamlakatlari diqqat markazida infratuzilmani rivojlantirishdan mavjud infratuzilma obyektlaridan unumli foydalanishga o'tilmoqda. Mavjud transport infratuzilmasidan optimal foydalanish uchun ITS butun dunyoda ishlab chiqilmoqda va foydalanilmoqda.

ITS - bu transport oqimini kuzatish va boshqarish, tirbandlikni kamaytirish, sayohatchilarga maqbul marshrutlarni taqdim etish, tizim samaradorligini oshirish, hayotni, vaqtni va odamlarni tejashga yordam beradigan keng ko'lamli aloqa, boshqaruv, avtotransport vositalarini aniqlash va elektronika texnologiyalarini amalga oshiradigan integratsiyalashgan tizimdir.

Keng qamrovli, real vaqtda, aniq va samarali transport va boshqaruv tizimiga ega ITSni tadqiqot nuqtai nazaridan bir necha komponentlardan iborat shaklda ko'rib chiqish maqsadga muvofiq¹. Intellektual transport tizimining tuzilishi 4-rasmda ko'rsatilgan, bu yerda 1-qism yo'l harakati to'g'risidagi ma'lumotlar to'plamidir va avtomobil holatini bog'langan transport vositalari yoki ulanishning tarmoq ma'lumotlariga kirish orqali olish mumkin. 2-qism transport holatini sezish va bashorat qilish, masalan, real vaqtda navbat uzunligini bashorat qilish. 3-qism - bu turli

⁷ Kai Gao et al., A Review of Research on Intersection Control Based on Connected Vehicles and Data-Driven Intelligent Approaches/ *Electronics* 2020, 9(6), 885; <https://doi.org/10.3390/electronics9060885>

strategiyalardan iborat bo'lgan va signal vaqtini yakunlovchi transport tizimini boshqarish. 4-qism - yuqori darajadagi transport monitoringi va boshqaruvi, u eng yuqori vakolatga ega va barcha ma'lumotlarni olishi mumkin. 2-qism va 3-qism transport tizimining modellari, deb ataladi, ular sezish, bashorat qilish va boshqarishni amalga oshiradi. Bunday holda sezish, bashorat qilish va boshqarish orqali transport tizimini adaptiv boshqaruvini tadqiq etish mumkin.



4-rasm. Intellektual transport tizimining tadqiqot arxitekturasi

Xulosa

O'zining kompleks amalga oshirilishida ITS real vaqt rejimida ma'lumotlarni uzatish orqali xavfsizlik, samaradorlik va xizmat ko'rsatish hamda yo'l harakati holatini yaxshilash uchun barcha turdagi transport tizimlarida elektronika, aloqa, kompyuterlar, boshqaruv va zondlash, sezish va aniqlashning ilg'or texnologiyalarini qo'llaydi. Shu bilan birga, turli komponentlararo axborot almashinuvi (prokolollar va interfeyslar kesimida) tirbandlikni nazorat qilish axboroti bilan cheklanib qolmasdan, balki yo'l harakati xavfsizligi va infratuzilmadan samarali foydalanish uchun ham qo'llaniladi.

Aholi turmush darajasining oshishi hisobiga aholi jon boshiga transport vositalari sonining tobora ortib borishi shaharlarda tirbandlik muammosini keltirib chiqarmoqda, bu esa hukumat va pirovardida fuqarolar uchun jiddiy muammo tug'dirmoqda. Rivojlanayotgan mamlakatlarda ITSni qo'llash texnologik va operatsion funktsiyalar bilan bog'liq ba'zi muhim to'siqlarga duch keladi, agar ITS shaharlarda keng qo'llanilishi kerak bo'lsa, ularni bartaraf etish kerak. Bunda amalga oshirish ssenariylari, samaradorlik va texnologik muammolar bo'yicha yetarli tadqiqotlar yo'qligi alohida e'tiborga olinadigan masaladir. Standartlashtirilgan formatlarga muvofiq o'zaro ishlash, tizim integratsiyasi bo'yicha ma'lumotlarni tahlil qilish, transportdan foyda keltiradigan ulanish, shuningdek, texnologik va institutsional sharoitlar tizimli tadqiqotni talab qiladigan hal qilinishi kerak bo'lgan muammolar qatoriga kiradi.

⁸ Intelligent transport systems - security services and architecture. Technical Report, ETSI, 2010