International Scientific Journal of Contemporary Research in Social Sciences and Humanities
2026 / No. 1 (1)
ELECTRONIC JOURNAL | OPEN ACCESS
Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

IoT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA AQLLI SHAHAR TIZIMLARINI YARATISH: ARXITEKTURA, INTEGRATSIYA VA SAMARADORLIK MEZONLARI

Umirzaqova Tursunoy Akramjon qizi
Andijon davlat texnika instituti
E-mail: umirzaqovatursunoy65@gmail.com
Telefon: +998911600212

Annotatsiya.

Ushbu maqolada Internet of Things (IoT) texnologiyalari asosida aqlli shahar tizimlarini yaratishning konseptual va amaliy jihatlari tahlil qilinadi. Shahar infratuzilmasida sensorlar, aloqa tarmoqlari, chekka hisoblash, ma'lumotlar platformalari va tahliliy xizmatlarni yagona arxitekturaga birlashtirish yondashuvi taklif etiladi. Transport, ko'cha yoritilishi, suv va energiya iste'moli, chiqindilarni boshqarish hamda ekologik monitoring misolida IoT yechimlarining qo'llanishi ko'rib chiqiladi. Tadqiqot usuli sifatida standartlar va ilmiy manbalarni tahlil qilish, tizim arxitekturasini qatlamlarga ajratish hamda samaradorlik ko'rsatkichlarini formulalar orqali ifodalashdan foydalanildi. Maqolada amaliy tajriba natijalari sifatida ko'rsatilmagan qiymatlar keltirilmaydi; samaradorlikni baholash uchun tavsiya etiladigan mezonlar va sinov rejasi bayon qilinadi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, IoT asosidagi aqlli shahar platformasining muvaffaqiyati faqat sensorlar soniga emas, balki o'zaro moslik, kiberxavfsizlik, ma'lumotlar sifati, fuqarolar maxfiyligi va boshqaruv jarayonlarining integratsiyasiga bog'liq [1–4].

Kalit so'zlar: aqlli shahar, IoT, sensor tarmog'i, chekka hisoblash, shahar ma'lumotlar platformasi, interoperabellik, kiberxavfsizlik, GIS.

Аннотация.

В статье рассматриваются концептуальные и практические аспекты создания систем умного города на основе технологий Интернета вещей (IoT). Предлагается

Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

многоуровневый подход, объединяющий датчики, сети связи, периферийные вычисления, платформу городских данных и аналитические сервисы. Рассмотрены примеры применения IoT в управлении транспортом, уличным освещением, водо- и энергопотреблением, отходами и экологическим мониторингом. В качестве методов использованы анализ научных источников и стандартов, декомпозиция архитектуры и формализация показателей эффективности. Фактические экспериментальные результаты не заявляются; представлены рекомендуемые критерии и план пилотной проверки. Сделан вывод, что эффективность умного города определяется не только количеством подключённых устройств, но и совместимостью систем, качеством данных, кибербезопасностью, защитой частной жизни и интеграцией управленческих процессов [1–4].

Ключевые слова: умный город, Интернет вещей, сенсорная сеть, периферийные вычисления, городская платформа данных, совместимость, кибербезопасность, ГИС.

Abstract.

This article examines conceptual and practical aspects of developing smart-city systems using Internet of Things (IoT) technologies. It proposes a layered architecture integrating sensors, communication networks, edge computing, a city data platform, and analytical services. Applications in traffic management, street lighting, water and energy monitoring, waste collection, and environmental sensing are discussed. The method combines a review of research and standards, architectural decomposition, and formalisation of performance indicators. No unperformed field experiment is presented as completed; instead, evaluation criteria and a pilot-testing plan are proposed. The analysis indicates that smart-city performance depends not merely on the number of connected devices but also on interoperability, data quality, cybersecurity, privacy protection, and integration of municipal processes [1–4].

Keywords: smart city, Internet of Things, sensor network, edge computing, city data platform, interoperability, cybersecurity, GIS.

International Scientific Journal of Contemporary Research in Social Sciences and Humanities
2026 / No. 1 (1)
ELECTRONIC JOURNAL | OPEN ACCESS
Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

Kirish.

Urbanizatsiya, transport oqimining ortishi, resurslardan oqilona foydalanish va ekologik xavfsizlik masalalari shahar boshqaruvida real vaqt ma'lumotlariga bo'lgan ehtiyojni kuchaytirmoqda. An'anaviy boshqaruv tizimlarida turli idoralar ma'lumotlari alohida saqlanishi, o'lchovlar kechikib kelishi va muammolar faqat murojaat yoki rejalashtirilgan tekshiruvdan so'ng aniqlanishi mumkin. IoT ushbu cheklovlarni kamaytirish uchun fizik obyektlardan avtomatik o'lchovlarni yig'ish, uzatish va ulardan amaliy qarorlar chiqarish imkonini beradi [1; 2]. Aqlli shaharni alohida sensorlar yoki mobil ilovalar to'plami sifatida emas, balki transport, kommunal xizmatlar, energetika, ekologiya va jamoat xavfsizligi o'rtasida ma'lumot almashadigan ijtimoiy-texnik tizim sifatida ko'rish zarur. NIST yondashuvi ham standartlarga asoslangan, qayta qo'llanadigan, kengaytiriladigan va ishonchli yechimlar uchun umumiy arxitektura hamda hamkorlikni muhim deb ta'kidlaydi [1; 3].

Maqolaning maqsadi - IoT texnologiyalari asosida aqlli shahar tizimlarini yaratish uchun qatlamli arxitektura, qo'llanish yo'nalishlari, samaradorlik mezonlari va joriy etish bosqichlarini asoslash. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: IoT tizimining tarkibiy qismlarini aniqlash; shahar xizmatlari uchun mos aloqa texnologiyalarini taqqoslash; ma'lumotlar integratsiyasi va xavfsizlik talablarini ko'rsatish; samaradorlikni o'lchash formulalarini ishlab chiqish; bosqichma-bosqich pilot joriy etish modelini taklif qilish. Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, taklif etilayotgan yondashuv mahalliy hokimliklar, kommunal korxonalar va texnologik integratorlar uchun loyiha talablarini shakllantirishga yordam berishi mumkin. Shu bilan birga, har bir shahar uchun infratuzilma holati, byudjet, aloqa qamrovi, huquqiy talablar va fuqarolar ehtiyojlari alohida o'rganilishi lozim.

Metodlar.

Tadqiqot konseptual-tahliliy xarakterga ega. Birinchi bosqichda aqlli shahar, IoT arxitekturasi, ma'lumot almashinuvi va ishonchli kiberfizik tizimlar bo'yicha ilmiy hamda standartlashtirish manbalari tahlil qilindi. Xususan, NISTning aqlli shahar tizimlari bo'yicha materiallari, ISO/IEC 17917:2024 ma'lumot almashish bo'yicha

Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

yo‘riqnomasi va IoT arxitekturasi standartlari mazmunidan foydalanildi [1–5]. Ikkinchi bosqichda tizim funksional qatlamlarga ajratildi: qurilmalar va sensorlar; aloqa va gateway; chekka hisoblash; ma’lumotlarni saqlash va integratsiya; analitika va xizmatlar; boshqaruv va foydalanuvchi interfeysi. Har bir qatlam uchun kiruvchi ma’lumot, bajariladigan vazifa, chiqish natijasi va xavfsizlik nazorati belgilandi. Uchinchi bosqichda transport, yoritish, suv, energiya, chiqindi va ekologik monitoring kabi foydalanish holatlari bo‘yicha qiyosiy tahlil o‘tkazildi. To‘rtinchi bosqichda samaradorlikni o‘lchash uchun ma’lumot yetkazilish ishonchliligi, hodisaga javob vaqti, energiya tejalishi va umumiy xarajat kabi ko‘rsatkichlar formulalar orqali ifodalandi. Bu formulalar taklif etilgan baholash modeli bo‘lib, maqolada ularning qiymatlari real shahar tajribasida o‘lchangan deb da’vo qilinmaydi. Kelgusi amaliy sinovlarda boshlang‘ich holat (baseline) bilan pilot joriy etilgandan keyingi ko‘rsatkichlarni bir xil vaqt oralig‘i va o‘lchash usuli asosida taqqoslash tavsiya etiladi.

Tahlilning cheklovi: ushbu ish muayyan shahar infratuzilmasida o‘tkazilgan eksperimental tajriba emas. Shuning uchun iqtisodiy samara yoki energiya tejalishi bo‘yicha universal foizlar berilmaydi. Yakuniy natijalar sensor turi, joylashuvi, aloqa sifati, ma’lumotlar hajmi, xizmat ko‘rsatish modeli va mahalliy operatsion jarayonlarga bog‘liq bo‘ladi.

Natijalar.

Taklif etilayotgan IoT arxitekturasi. Tahlil natijasida aqlli shahar uchun qatlamli arxitektura taklif etildi (1-rasm). Qatlamlar orasidagi aloqa standart API, aniq ma’lumotlar sxemasi va yagona identifikatorlar orqali tashkil qilinishi kerak. Bunday tuzilma alohida xizmatlarni bosqichma-bosqich ishga tushirishga, keyinchalik esa ularni umumiy shahar platformasiga birlashtirishga imkon beradi [1; 3; 5].

International Scientific Journal of Contemporary Research in Social Sciences and Humanities
2026 / No. 1 (1)
ELECTRONIC JOURNAL | OPEN ACCESS
Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026



1-rasm. IoT asosidagi aqlli shahar tizimining taklif etilayotgan qatlamli arxitekturasi

Qurilmalar qatlamiga havo sifati, shovqin, suv bosimi, elektr energiyasi, transport oqimi, parkovka bandligi va yoritish holatini o‘lchaydigan sensorlar kiradi. Aloqa qatlamida vazifaga qarab Wi-Fi, uyali aloqa, LPWAN yoki simli tarmoqlar tanlanadi. Masalan, kam hajmli va kam quvvatli davriy o‘lchovlar uchun LPWAN mos bo‘lishi mumkin, yuqori tezlikdagi video oqimi esa keng polosali aloqa talab qiladi. Texnologiya tanlovi qamrov, kechikish, quvvat sarfi, qurilma narxi va xizmat ko‘rsatish imkoniyatlari bilan asoslanadi. Chekka hisoblash (edge computing) ma’lumotni sensor yaqinida dastlabki qayta ishlashga yordam beradi. Masalan, yo‘l kesishmasidagi qurilma barcha video kadrlarni markazga yubormasdan, transport zichligi yoki navbat uzunligi kabi agregat ko‘rsatkichlarni uzatishi mumkin. Bu tarmoq yukini kamaytiradi, ayrim holatlarda javob vaqtini qisqartiradi va maxfiylikka oid xatarlarni boshqarishni yengillashtiradi. Biroq chekka qurilmalarning yangilanishi, jismoniy himoyasi va konfiguratsiyasi ham xavfsizlik rejasiga kiritilishi kerak.

Ma’lumotlar platformasi turli manbalardan keladigan oqimlarni qabul qiladi, vaqt tamg‘asi va manba identifikatorini tekshiradi, ma’lumotlarni saqlaydi hamda API orqali tegishli xizmatlarga taqdim etadi. GIS shahar xaritasida hodisalarni ko‘rsatish uchun,

Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

vaqt qatori bazalari esa sensorlarning ketma-ket o‘lchovlarini saqlash uchun foydali bo‘lishi mumkin. Tizimlararo moslik faqat ma’lumotni texnik uzatish emas; maydonlarning ma’nosi, o‘lchov birliklari, yangilanish tezligi va foydalanish huquqlari ham kelishilgan bo‘lishi kerak [4; 5].

IoT qo‘llanilish yo‘nalishlari. Transportda yo‘l detektorlari, aqlli svetoforlar va parkovka sensorlari oqim zichligi hamda bo‘sh joylar haqida yangilanadigan ma’lumot berishi mumkin. Bunday ma’lumotlar svetofor rejimini moslashtirish, jamoat transporti jadvalini yaxshilash va tirbandlikni aniqlashda qo‘llanadi. Shu bilan birga, kameralar ishlatilsa, shaxsni aniqlashga oid ma’lumotlarni minimallashtirish, saqlash muddatini belgilash va vakolatli kirishni cheklash zarur.

Kommunal xizmatlarda aqlli hisoblagichlar suv yoki elektr sarfini kuzatib, odatiy bo‘lmagan sarf va ehtimoliy sizib chiqishlarni aniqlashga yordam beradi. Ko‘cha yoritish tizimida yorug‘lik darajasi, vaqt va piyodalar harakatiga qarab yoritish ssenariylari qo‘llanishi mumkin. Chiqindi konteynerlaridagi to‘lish sensorlari esa yig‘ish marshrutlarini talabga qarab rejalashtirish imkonini beradi. Bu yechimlarning iqtisodiy samarasi alohida pilot orqali tekshirilishi kerak. Ekologik monitoringda PM2.5/PM10, harorat, namlik, shovqin va boshqa ko‘rsatkichlar bo‘yicha sensor tarmoqlari ishlatilishi mumkin. Bunda arzon sensorlarning kalibrlash, o‘lchov noaniqligi va ob-havo ta’siriga sezgirligi hisobga olinadi. Rasmiy nazorat stansiyalari bilan davriy taqqoslash ma’lumotlarning ishonchliligini oshiradi.

Aqlli shahar xizmatlari uchun IoT yechimlarining qiyosiy tahlili

1-jadval.

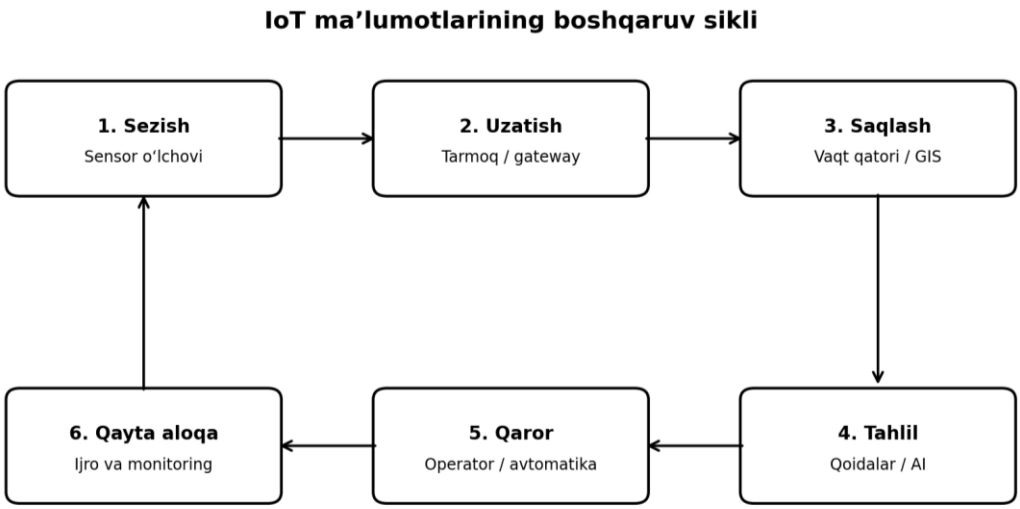
Yo‘nalish	Sensor/ma’lumot manbai	Asosiy foyda	Muhim cheklov
Transport	Oqim detektori, kamera, GPS	Tirbandlikni kuzatish va boshqarish	Aloqa kechikishi, maxfiylik
Energiya va yoritish	Aqlli hisoblagich, yorug‘lik sensori	Sarflarni kuzatish, rejimni moslash	Kalibrlash va qurilma xizmatlari

International Scientific Journal of Contemporary Research in Social Sciences and Humanities
2026 / No. 1 (1)
ELECTRONIC JOURNAL | OPEN ACCESS
Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

Suv ta’minoti	Oqim, bosim, sizib chiqish sensori	Yo‘qotishlarni erta aniqlash	Tarmoqdagi jismoniy sharoit
Chiqindi	Konteyner to‘lish sensori, GPS	Marshrutni optimallashtirish	Sensor ifloslanishi, batareya
Ekologiya	Havo sifati, shovqin, ob-havo	Hududiy ekologik holatni kuzatish	O‘lchov aniqligi va kalibrlash

Jadvaldagi foydalar kutiladigan funksional imkoniyatlarni ifodalaydi; ular avtomatik ravishda kafolatlangan iqtisodiy natija degani emas. Har bir yo‘nalish bo‘yicha boshlang‘ich holat, operatsion xarajat va xizmat sifati ko‘rsatkichlari aniqlanishi lozim.

Ma’lumotlar oqimi va ishlash mexanizmi. IoT tizimi doimiy sikl asosida ishlaydi: o‘lchash, uzatish, tekshirish, saqlash, tahlil qilish, qaror qabul qilish va natijani kuzatish. 2-rasmda mazkur sikl ko‘rsatilgan. Ma’lumotlar sifatini nazorat qilish uchun noto‘g‘ri diapazon, takroriy paket, vaqt tamg‘asining yo‘qligi va aloqa uzilishlarini aniqlash qoidalari ishlab chiqilishi kerak.



2-rasm. IoT ma’lumotlarining o‘lchashdan boshqaruv qarorigacha bo‘lgan sikli

Tizimning ishonchliligini baholashda yetkazilgan o‘lchovlar ulushi muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Agar rejalashtirilgan o‘lchovlar soni N, muvaffaqiyatli qabul

International Scientific Journal of Contemporary Research in Social Sciences and Humanities
2026 / No. 1 (1)
ELECTRONIC JOURNAL | OPEN ACCESS
Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

qilingan yaroqli o‘lchovlar soni esa N_q bo‘lsa, yetkazilish ishonchliligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R = (N_q / N) \times 100\%$$

(1) bu yerda R — yaroqli ma’lumot yetkazilish foizi; N_q — qabul qilingan yaroqli o‘lchovlar; N — rejalashtirilgan o‘lchovlar soni.

Hodisa aniqlangan va unga javob berilgan vaqt oralig‘i xizmatning operativligini ifodalaydi. Bir nechta hodisa uchun o‘rtacha javob vaqti quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$T_{avg} = (1 / m) \times \Sigma(t_j - t_{0j}),\ j = 1 \ldots m$$

(2) bu yerda t_0j — j-hodisa aniqlangan vaqt, t_j — unga javob berilgan vaqt, m — kuzatilgan hodisalar soni.

Resurs tejalishini baholashda joriy etishdan oldingi va keyingi sarf taqqoslanadi. Masalan, bir xil xizmat hajmida boshlang‘ich sarf E_0, IoT joriy etilgandan keyingi sarf E_1 bo‘lsa:

$$S_E = ((E_0 - E_1) / E_0) \times 100\%$$

(3) bu yerda S_E — sarfning nisbiy o‘zgarishi; E_0 va E_1 — taqqoslanadigan davrlardagi energiya yoki boshqa resurs sarfi.

Ushbu formulalarni to‘g‘ri qo‘llash uchun o‘lchov davri, ob-havo, xizmat hajmi va boshqa ta’sir etuvchi omillar imkon qadar tenglashtiriladi. Faqat tizim ishga tushirilganidan keyingi natijani ko‘rish yetarli emas; taqqoslash uchun nazorat hududi yoki avvalgi davr ma’lumotlari talab qilinishi mumkin.

Xavfsizlik, maxfiylik va boshqaruv. Aqlli shahar infratuzilmasi jismoniy obyektlarga ta’sir qilishi mumkinligi sababli, kiberxavfsizlik loyihaning boshidan hisobga olinishi kerak. Qurilmalar uchun noyob identifikatsiya, xavfsiz autentifikatsiya, shifrlangan aloqa, imzolangan dasturiy yangilanishlar, tarmoq segmentatsiyasi, jurnal yuritish va hodisalarga javob berish rejasi tavsiya etiladi [1; 3]. Standart parollarni almashtirish va qo‘llab-quvvatlash muddati tugagan qurilmalarni rejalashtirilgan tarzda yangilash ham muhim. Maxfiylik bo‘yicha ma’lumotni yig‘ishdan oldin uning maqsadi va huquqiy asosini belgilash, faqat zarur ma’lumotni to‘plash, saqlash muddatini

International Scientific Journal of Contemporary Research in Social Sciences and Humanities
2026 / No. 1 (1)
ELECTRONIC JOURNAL | OPEN ACCESS
Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

cheklash va rollar bo‘yicha kirish huquqini taqsimlash kerak. Video yoki geolokatsiya kabi sezgir manbalarda imkon qadar shaxsni aniqlamaydigan agregat natijalardan foydalanish maqsadga muvofiq. Fuqarolar uchun ma’lumot nima maqsadda ishlatilishi va kimga taqdim etilishi tushunarli shaklda e’lon qilinishi kerak.

IoT aqlli shahar tizimi uchun asosiy xavflar va nazorat choralari

2-jadval.

Xavf	Ehtimoliy oqibat	Tavsiya etiladigan nazorat
Qurilmaning buzib kirilishi	Soxta o‘lchov yoki boshqaruv	Autentifikatsiya, yangilash, segmentatsiya
Aloqa uzilishi	Ma’lumot kechikishi yoki yo‘qolishi	Mahalliy bufer, qayta uzatish, monitoring
Noto‘g‘ri sensor o‘lchovi	Noto‘g‘ri qaror	Kalibrlash, diapazon tekshiruvi, etalon bilan solishtirish
Ortiqcha shaxsiy ma’lumot	Maxfiylik buzilishi	Minimallashtirish, anonimlashtirish, saqlash muddatlari
Yopiq ishlab chiqaruvchi ekotizimi	Vendor lock-in va integratsiya qiyinligi	Ochiq API, hujjatlashtirilgan formatlar, standartlar

Samaradorlik ko‘rsatkichlari. Aqlli shahar platformasining samaradorligini faqat o‘rnatilgan qurilmalar soni bilan o‘lchash yetarli emas. Ko‘rsatkichlar texnik ishonchlilik, xizmat sifati, iqtisodiy samaradorlik, ekologik ta’sir va fuqarolar tajribasini qamrab olishi kerak. 3-jadvalda pilot loyiha uchun tavsiya etiladigan mezonlar berilgan.

IoT pilot loyihasini baholash uchun tavsiya etiladigan KPIlar

3-jadval.

Mezon	Hisoblash / o‘lchash	Ma’lumot manbai	Baholash maqsadi

International Scientific Journal of Contemporary Research in Social Sciences and Humanities
2026 / No. 1 (1)
ELECTRONIC JOURNAL | OPEN ACCESS
Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

Ma’lumot yetkazilish ishonchliligi	Yaroqli paketlar / rejalashtirilgan paketlar	Gateway va platforma jurnallari	Aloqa va sensor barqarorligi
Javob vaqti	Hodisa va javob orasidagi vaqt	Hodisa jurnali	Operativlik
Resurs sarfi	Oldingi va keyingi davr sarfi	Hisoblagichlar	Energiya/suv samaradorligi
Xizmat mavjudligi	Ishlagan vaqt / jami vaqt	Monitoring tizimi	Uzluksizlik
Bir hodisa xarajati	Jami operatsion xarajat / hodisalar	Moliyaviy va xizmat ma’lumotlari	Iqtisodiy maqsadga muvofiqlik

Pilotdan oldin KPIlar bo‘yicha boshlang‘ich qiymatlar, ma’lumot egasi, o‘lchash davriyligi va qabul qilinadigan chegaralar kelishib olinishi zarur. Masalan, javob vaqtining pasayishi faqat hodisa aniqlash vaqti, operatorning javob berishi va ijro mexanizmi birgalikda qayd etilganida ishonchli baholanadi.

Muhokama.

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, aqlli shahar tizimlarida eng katta tashkiliy muammolardan biri — alohida idoralarda mavjud bo‘lgan axborot tizimlarini yagona ma’lumotlar ekotizimiga birlashtirishdir. Texnik jihatdan ishlaydigan, lekin boshqa platformalar bilan ma’lumot almasha olmaydigan yechimlar uzoq muddatda xarajatni oshirishi va shahar bo‘yicha umumiy tahlilni cheklashi mumkin. Shu sababli tizimni xarid qilish bosqichidayoq API, ma’lumotlar lug‘ati, eksport formati va qurilmalarni almashtirish shartlari belgilanishi lozim [3–5]. Ikkinchi muhim masala — texnologiya tanlovini vazifaga moslashtirish. Har bir sensorni doimiy yuqori tezlikdagi tarmoqqa ulash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo‘lmasligi mumkin. Davriy o‘lchovlar, real vaqt boshqaruvi va multimedia oqimlari uchun turli aloqa profillari kerak bo‘ladi.

Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

Uchinchi masala — ishonch va fuqarolar manfaatlari. Sensorlar ko‘payishi o‘z-o‘zidan shahar xizmatlarini yaxshilamaydi. Ma’lumotlar noto‘g‘ri bo‘lsa, mas’ul tashkilotlar ulardan foydalanmasa yoki fuqarolar ma’lumot ishlatilishidan bexabar bo‘lsa, texnologik investitsiyaning foydasi kamayadi. Shuning uchun fuqarolar bilan maslahatlashish, ochiq ko‘rsatkichlar paneli, shikoyat kanallari va mustaqil xavfsizlik tekshiruvlari loyiha boshqaruviga kiritilishi kerak. To‘rtinchi masala — barqaror moliyalashtirish va xizmat ko‘rsatish. Sensor va gateway qurilmalari xaridi bilan cheklanib qolmasdan, batareya almashtirish, kalibrlash, aloqa to‘lovi, dasturiy yangilanish, kiberxavfsizlik va xodimlarni tayyorlash xarajatlari hisobga olinishi zarur.

O‘zbekiston shaharlari uchun amaliy yondashuv kichik, aniq muammoga qaratilgan pilotdan boshlanishi mumkin. Masalan, bir hududdagi ko‘cha yoritilishi yoki suv hisobini raqamlashtirish bo‘yicha natijalar o‘lchanib, texnik va iqtisodiy jihatdan tasdiqlangandan so‘ng boshqa hududlarga kengaytiriladi. Mahalliy iqlim, aloqa infratuzilmasi, qurilmalarni himoyalash sharoiti va amaldagi qonunchilik alohida hisobga olinishi kerak. Bu tavsiya muayyan shahar uchun tayyor loyiha smetasi emas; u dastlabki texnik-iqtisodiy asoslashga yo‘naltiruvchi umumiy modeldir. Kelgusi tadqiqotlarda real shahar hududida kamida bir necha oy davom etadigan pilot sinov o‘tkazish, boshlang‘ich va yakuniy ko‘rsatkichlarni taqqoslash, ma’lumotlar sifati va xavfsizlik hodisalarini qayd etish hamda foydalanuvchilar fikrini o‘rganish maqsadga muvofiq. Shunda taklif etilgan arxitekturaning mahalliy sharoitdagi samaradorligi miqdoriy dalillar bilan tekshiriladi.

Xulosa.

IoT texnologiyalari aqlli shahar xizmatlarida real vaqt ma’lumotlarini yig‘ish, infratuzilma holatini kuzatish va boshqaruv qarorlarini dalillarga asoslash uchun muhim imkoniyat yaratadi. Maqolada sensorlar, aloqa, chekka hisoblash, ma’lumotlar platformasi, analitika va foydalanuvchi xizmatlarini birlashtiruvchi qatlamli arxitektura taklif etildi. Transport, energiya, suv, chiqindi va ekologik monitoring yo‘nalishlari uchun qo‘llanish holatlari hamda asosiy cheklovlar tahlil qilindi. Samarali joriy etishning zarur shartlari quyidagilardan iborat: ochiq standartlar va API orqali

Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

tizimlararo moslikni ta’minlash; ma’lumotlar sifati va sensor kalibrlashini boshqarish; kiberxavfsizlik va maxfiylikni loyihalashning dastlabki bosqichidan kiritish; o‘lchanadigan KPIlarni oldindan belgilash; pilot natijalarini tekshirgandan keyingina yechimni kengaytirish. Maqola konseptual tahlilga asoslangan bo‘lib, unda real tajriba natijalari da’vo qilinmadi. Keyingi bosqichda taklif etilgan modelni mahalliy shahar sharoitida pilot sinovdan o‘tkazish va texnik-iqtisodiy samarani miqdoriy baholash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. National Institute of Standards and Technology. Cyber-Physical Systems/Internet of Things for Smart Cities [Elektron resurs]. — URL: https://www.nist.gov/programs-projects/cyber-physical-systemsinternet-things-smart-cities
2. International Telecommunication Union. IoT/ICT Standards for Smart Cities: Technical Report [Elektron resurs]. — Geneva: ITU, 2023. — URL: https://www.itu.int/cities/wp-content/uploads/2023/05/TR_IoT-ICT-Standards-for-Smart-Cities4449.pdf
3. Rhee S., Nguyen C., Nelson A., Hoffman D., Toth G. Towards a Foundation for a Collaborative Replicable Smart Cities IoT Architecture [Elektron resurs] // NIST. — 2017. — URL: https://www.nist.gov/publications/towards-foundation-collaborative-replicable-smart-cities-iot-architecture
4. ISO/IEC 17917:2024. Smart cities — Guidance to establishing a decision-making framework for sharing data and information services. — Geneva: International Organization for Standardization, 2024.
5. ISO/IEC 30141:2024. Internet of Things (IoT) — Reference Architecture. — Geneva: International Organization for Standardization, 2024.
6. Temirova D.X. Analysis of Smart City: Conception, Standard, Architecture and Model // Raqamli iqtisodiyot. — 2025. — № 8. — B. 845–857. — DOI: https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.digital-economy.126279

Received: 10 October 2026, Accepted: 20 October 2026, Published: 26 October 2026

7. IEEE Standards Association. IEEE Standards for Smart Cities [Elektron resurs]. — URL: https://standards.ieee.org/initiatives/smart-cities-standards/
8. Replication of Smart-City, Internet of Things Assets in a Municipal Deployment // IEEE Internet of Things Journal. — 2019. — DOI: 10.1109/JIOT.2019.2911010.