

Elçin ABASOV, i.ü.f.d.dos
Qərbi Kaspi Universiteti
E-mail: abasov_e@mail.ru

Rəşid Aqşin ƏZİZLİ
Qərbi Kaspi Universiteti, magistrant
E-mail: azizov.rasid@mail.ru

SMART ŞƏHƏRLƏRDƏ İoT-NİN TƏTBİQİ ÜÇÜN VACİB OLAN FAKTORLAR

Xülasə

Tədqiqatın məqsədi: Tədqiqat infrastruktur, təhlükəsizlik, miqyaslılıq və ictimaiyyətin cəlb edilməsinə diqqət yetirərək, ağıllı şəhərlərdə İoT-nin uğurla tətbiqi üçün kritik amilləri araşdırmaq məqsədi daşıyır.

Tədqiqat metodu: Tədqiqat işində təhlil, sintez və müqayisəli üsullardan istifadə olunmuşdur. İşin elmi nəticələrinə nail olmaq üçün sistemli, proses, resurs və effektiv yanaşmalardan istifadə edilmişdir.

Tədqiqat göstərdi ki, güclü əlaqə və infrastruktur İoT uğurunun təməlini təşkil edir, Singapur kimi şəhərlərdə qüsursuz ünsiyyətə imkan verən yüksək sürətli şəbəkələr nümunəsi göstərilir. Güclü qaydalar və texnologiya həlləri tələb edən əsas narahatlıqlar kimi verilənlərin təhlükəsizliyi və məxfilik ortaya çıxdı. Cihazlar və platformalar arasında qarşılıqlı əlaqə vahid ağıllı şəhər ekosistemi yaratmaq üçün vacib olduğu vurğulandı. Tədqiqat həmçinin gələcək böyüməyə uyğunlaşmaq üçün İoT tətbiqlərində miqyaslılığa və davamlılığa ehtiyac olduğunu vurğuladı. Nəhayət, vətəndaşların fəal iştirakı və əməkdaşlıq tərəfdaşlığı etibarın gücləndirilməsi və İoT sistemlərinin uzunmüddətli davamlılığının təmin edilməsi üçün çox vacib idi.

Açar sözlər: Şəhər, smart şəhər, aşıyaların interneti və bağlantı (IoT)

UOT: 33.0, 338.

JEL: O31, O32.

DOI: <https://doi.org/10.54414/KJTB2851>

Giriş

Ağıllı şəhərlərdə Əşyaların İnternetinin (IoT) tətbiqi rəqəmsal texnologiyaların səmərəliliyi, dayanıqlığını və şəhər sakinləri üçün həyat keyfiyyətini artırdığı şəhərin inkişafına transformativ yanaşmanı təmsil edir. Ağıllı şəhərlərdə İoT cihazların, sensorların və infrastrukturun qarşılıqlı əlaqəsini asanlaşdırır, real vaxt rejimində məlumatların toplanmasına və təhlilinə tıxac axınından tutmuş enerji istehlakına qədər hər şeyi optimallaşdırmağa imkan verir. Bununla belə, İoT-nin bu şəhər məkanlarına uğurlu inteqrasiyası arzu olunan nəticələrə nail olmaq üçün diqqətlə nəzərdən keçirilməli olan bir neçə vacib amildən asılıdır. Əsas amillərdən biri güclü və genişlənən kommunikasiya infrastrukturunun yaradılmasıdır. Bu infrastruktur aşağı gecikmə və yüksək etibarlılığı təmin etməklə yanaşı, müxtəlif İoT cihazları arasında böyük həcmli məlumatların fasiləsiz ötürülməsini dəstəkləməlidir. Bundan əlavə,

vətəndaşları potensial pozuntulardan və həssas məlumatların sui-istifadəsindən qorumaq üçün məlumat təhlükəsizliyi və məxfilik problemləri həll edilməlidir. Şifrələmə və təhlükəsiz autentifikasiya protokolları kimi müvafiq kibertəhlükəsizlik tədbirlərinin qəbulu riskləri azaltmaq üçün vacibdir. Digər əsas amil, İoT cihazları tərəfindən yaradılan böyük həcmli məlumatların idarə edilməsi və təhlili qabiliyyətinə malik olan məlumatların idarə edilməsi sistemlərinin inkişafıdır. Ağıllı şəhərlər yol hərəkətinin idarə edilməsi, ictimai təhlükəsizlik və tullantıların idarə edilməsi kimi sahələrdə qərar qəbul etmə proseslərini məlumatlandırıcı hərəkətə keçə bilən anlayışlar təmin etmək üçün ağıllı məlumat analitikasına əsaslanır. Bundan əlavə, hökumət orqanları, özəl sektor oyunçuları və vətəndaşlar arasında əməkdaşlıq innovasiyaları təşviq etmək və İoT təşəbbüslərinin şəhər əhalisinin müxtəlif ehtiyaclarına cavab verməsini təmin etmək üçün vacibdir. Siyasi iradə,

tənzimləyici çərçivələr və bütün maraqlı tərəflərin cəlb edilməsi IoT ilə təchiz edilmiş ağıllı şəhər təşəbbüslərinin uzunmüddətli davamlılığı və uğuru üçün çox vacibdir. Ağıllı şəhərlərdə IoT-nin effektiv tətbiqi strateji planlaşdırma, texnoloji irəliləyişlər və həm daha ağıllı, həm də daha yaşana bilən şəhərlər yaratmaq üçün kollektiv öhdəlik tələb edir.

Smart şəhərlərdə IoT-nin tətbiqi

İnfrastrukturun inkişafı ağıllı şəhərlərdə IoT-nin uğurlu tətbiqi üçün təməl elementdir. IoT cihazları və sensorlar böyük həcmdə məlumat topladıqca, onların fasiləsiz işləməsini təmin etmək üçün güclü rəqəmsal infrastruktur mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu infrastruktur cihazlar və mərkəzi sistemlər arasında real vaxt rejimində məlumat ötürülməsini idarə etmək üçün zəruri olan yüksək sürətli internet bağlantısından başlayaraq bir neçə təbəqəni əhatə edir. Etibarlı və sürətli internet olmadan, IoT sistemlərinin effektivliyi ciddi şəkildə məhdudlaşdırılacaq, çünki məlumat mübadiləsində gecikmələr şəhər xidmətlərinin həssaslığına və səmərəliliyinə mane ola bilər. IoT-nin yerləşdirilməsinə təkan verən əsas irəliləyişlərdən biri 5G şəbəkələrinin yaranmasıdır. 5G şəbəkələrinin ultra aşağı gecikmə müddəti və yüksək ötürmə qabiliyyəti ağıllı şəhər sistemlərinə real vaxt rejimində işləməyə imkan verir, cihazlar arasında ani əlaqə yaratmağa və sürətli qərar qəbul etməyə imkan verir [3]. Məsələn, tıxacın idarə edilməsində 5G bağlantısı tıxac axınının real vaxt rejimində monitorinqini dəstəkləyir və tıxac siqnallarına dinamik düzəlişləri asanlaşdırır, bununla da nəqliyyat vasitələrinin hərəkətini optimallaşdırır və tıxacları azaldır. IoT cihazları tərəfindən yaradılan böyük həcmli məlumatların idarə edilməsi üçün lazım olan məlumatların saxlanması və emal gücü də eyni dərəcədə vacibdir. Ağıllı şəhərdə milyonlarla sensor və cihaz ətraf mühit haqqında məlumatlardan tutmuş yol hərəkəti modellərinə və enerji istehlakına qədər daim məlumat toplayır. Buna görə də, bu məlumatları səmərəli şəkildə saxlamaq və emal etmək üçün yüksək performanslı məlumat mərkəzləri və ya bulud hesablaşma sistemləri tələb olunur. Məlumatların emalı imkanları nəinki böyük həcmli məşğul olmalı, həm də vaxtında qərar qəbul etmək və sistemin cavab vermə qabiliyyətini təmin etmək üçün məlumatların tez işlənməsini təmin etməlidir. Ümumiləşdirsək, IoT-nin ağıllı

şəhərlərdəki uğuru rəqəmsal infrastrukturun inkişafı ilə dərindən bağlıdır. Yüksək sürətli qoşulma, 5G şəbəkələri və güclü məlumatların saxlanması və emalı sistemləri IoT tətbiqlərinin effektiv şəkildə yerləşdirilməsinə və işləməsinə imkan verən və nəticədə daha ağıllı, daha səmərəli şəhərlərə gətirib çıxaran vacib komponentlərdir.

Məlumat Təhlükəsizliyi və Məxfilik ağıllı şəhərlərdə IoT-nin tətbiqində mühüm amillərdir. IoT cihazları tərəfindən yaradılan məlumatların kütləvi axını ilə - tıxac məlumatlarından və enerji istehlakı nümunələrindən tutmuş şəxsi sağlamlıq məlumatlarına qədər - möhkəm təhlükəsizlik tədbirlərini təmin etmək və məxfilik problemlərini həll etmək çox vacibdir [7]. Ağıllı şəhərdə bu məlumatlar davamlı olaraq toplanır, işlənir və şəbəkələr arasında paylaşılır, potensial kiberhücumlar və ya icazəsiz giriş üçün geniş səth sahəsi yaradır. Kibertəhlükəsizlik əsas prioritetdir, çünki ağıllı şəhərlər müxtəlif təhlükələrə, o cümlədən hakkerlik, məlumatların pozulması və zərərli proqram hücumlarına qarşı həssas olan bir-biri ilə əlaqəli sistemlərə əsaslanır. Əşyaların İnterneti cihazları, sensorlar və ya şəbəkə infrastrukturunu təhlükə altına düşərsə, nəticələr xidmətin dayandırılmasından ictimai təhlükəsizliyə təhdidlərə qədər ağır ola bilər. Bu risklərdən qorunmaq üçün ağıllı şəhərlər cihazlar və mərkəzi sistemlər arasında hərəkət edərkən məlumatları qorumaq üçün qabaqcıl şifrələmə üsullarını, təhlükəsiz rabitə protokollarını və müntəzəm sistem yeniləmələrini tətbiq etməlidir. Bundan əlavə, IoT cihazlarına və şəhər şəbəkələrinə icazəsiz girişin qarşısını almaq üçün güclü autentifikasiya mexanizmləri tətbiq edilməlidir. Məxfilik məsələsi də eyni dərəcədə vacibdir. IoT cihazları çox vaxt fərdlər, o cümlədən onların hərəkətləri, davranışları və sağlamlıq vəziyyəti haqqında həssas məlumatları toplayır. Əgər bu məlumatlar lazımi səviyyədə qorunmursa və ya vətəndaşlar məlumatlarının necə istifadə edildiyindən xəbərsizdirlərsə, bu, məxfiliyin əhəmiyyətli dərəcədə pozulmasına səbəb ola bilər. Ağıllı şəhərlər üçün məlumatların necə toplandığını, saxlandığını və paylaşıldığını göstərən şəffaf siyasətlər yaratmaq vacibdir. Bundan əlavə, vətəndaşların hüquqlarına hörmət edilməsini təmin etmək üçün məxfilik qanunları və qaydalarına əməl edilməlidir və onlar müəyyən məlumatların toplanması praktikasına qoşulmaq və ya onlardan imtina etmək imkanı daxil olmaqla, öz şəxsi

məlumatları üzərində nəzarətə malik olmalıdırlar. Güclü məlumat təhlükəsizliyi və məxfiliyin təmin edilməsi ağıllı şəhərlərdə IoT-nin uğurla tətbiqi üçün vacibdir. Kompleks kibertəhlükəsizlik tədbirlərini həyata keçirməklə və məxfilik hüquqlarına hörmət etməklə, şəhərlər həssas məlumatları qoruyarkən IoT texnologiyalarının daha geniş şəkildə mənimsənilməsinə təşviq edərək, öz vətəndaşları ilə inam yarada bilər.

Qarşılıqlı işləmə qabiliyyəti ağıllı şəhərlərdə IoT-nin uğurla tətbiqi üçün mühüm amildir, çünki o, müxtəlif istehsalçıların IoT cihazları arasında qüsursuz əlaqə və inteqrasiyanı təmin edir. Ağıllı şəhərdə nəqliyyatın idarə edilməsi, tullantıların idarə olunması, ətraf mühitin monitorinqi və enerji paylanması kimi müxtəlif sistemlər hər biri potensial olaraq fərqli texnologiya və ya protokollardan istifadə edən müxtəlif IoT cihazlarına əsaslanır [2]. Qarşılıqlı işləmə qabiliyyəti olmasa, bu sistemlər birlikdə işləmək üçün mübarizə aparacaq və şəhərin ağıllı infrastrukturunun ümumi effektivliyinə mane olacaqdı. Standartlaşdırma qarşılıqlı fəaliyyətə nail olmaqda mühüm rol oynayır. Ümumi texniki standartları və protokolları qəbul etməklə, müxtəlif istehsalçıların cihazları eyni dildən istifadə edərək əlaqə yarada bilər, onların məlumat mübadiləsinə və səmərəli əməkdaşlıq etmələrini təmin edir. Məsələn, MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) və ya CoAP (Məhdud Tətbiq Protokolu) kimi protokollar IoT sistemlərində yüngül rabitə üçün geniş şəkildə istifadə edilir və istehsalçıdan asılı olmayaraq cihazlara məlumatı paylaşmağa imkan verir. Bundan əlavə, açıq standartlar tərtibatçılara və üçüncü tərəf satıcılarına uyğun həllər yaratmağa, innovasiyaları təşviq etməyə və şəhərin infrastrukturuna inteqrasiya oluna bilən cihazların ekosistemini genişləndirməyə imkan verir. Qarşılıqlı işləmə qabiliyyətinin olmaması, əksinə, cihazların ünsiyyət qura bilmədiyi və ya birlikdə işləyə bilmədiyi parçalanmış sistemlərə gətirib çıxara bilər ki, bu da müxtəlif şəhər funksiyaları arasında məlumatlardan istifadəni çətinləşdirir. Məsələn, nəqliyyatın monitorinqi sistemi parkinq idarəetmə sistemi ilə koordinasiya edə bilməyəcək və bu, resursların səmərəsiz istifadəsinə və ya optimallaşdırma imkanlarının əldən çıxmasına səbəb ola bilər. Bu inteqrasiyanın olmaması əməliyyat xərclərinin artmasına və xidmət keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb ola bilər. Ağıllı şəhərlərdə IoT-nin uğuru

üçün qarşılıqlı fəaliyyət vacibdir. Standartlaşdırma və qarşılıqlı fəaliyyət protokollarının qəbulu müxtəlif istehsalçıların cihazlarının problemsiz əlaqə saxlamasını təmin edərək, şəhər sistemlərinin harmoniyada işləməsinə təmin edir. Bu inteqrasiya nəinki IoT potensialını maksimum dərəcədə artırır, həm də şəhərlərə genişlənən, çevik və gələcəyə davamlı ağıllı infrastruktur qurmağa imkan verir.

Məlumatların idarə edilməsi və analitika ağıllı şəhərlərdə IoT-nin uğurlu tətbiqi üçün vacib amillərdir. IoT cihazları davamlı olaraq böyük həcmdə məlumat yaratdığından, bu məlumatların effektiv şəkildə idarə edilməsi, işlənməsi və təhlili şəhər xidmətlərini və əməliyyatlarını təkmilləşdirə biləcək hərəkətə keçə bilən fikirlər əldə etmək üçün çox vacibdir. IoT cihazları tərəfindən istehsal olunan məlumatların həcmi, sürəti və müxtəlifliyi onların səmərəli idarə olunmasını təmin etmək üçün qabaqcıl sistemlər tələb edir. Məlumatların saxlanması idarəetmə prosesində ilk addımdır. IoT cihazları təhlükəsiz şəkildə saxlanmalı və asan axtarış və təhlil etməyə imkan verən şəkildə təşkil edilməli olan real vaxt məlumat axınları yaradır. Bunun üçün əlçatanlığı və təhlükəsizliyi qoruyarkən böyük həcmdə verilənləri idarə edə bilən bulud hesablamaları və ya kənar hesablamalar kimi miqyaslı bilən saxlama həlləri tələb olunur. Məlumat saxlandıqdan sonra məlumatların emalı kritik olur. IoT cihazlarından alınan xam məlumatların mənalı və faydalı olması üçün tez-tez təmizlənməsi və dəyişdirilməsi lazımdır [1]. Süni intellekt (AI) və maşın öyrənməsi (ML) daxil olmaqla qabaqcıl analitika burada işə düşür. Bu texnologiyalar ağıllı şəhərlərə real vaxt məlumatlarında nümunələri, tendensiyləri və anomaliyaları müəyyən etməyə imkan verir və qərarların qəbulu üçün dəyərli fikirlər verir. Məsələn, süni intellektlə işləyən analitika real vaxt tıxac məlumatlarını təhlil etməklə, signal vaxtlarını tənzimləməklə və tıxacları minimuma endirməklə tıxac axınını optimallaşdırma bilər. Eynilə, ML alqoritmləri ilə təchiz edilmiş proqnozlaşdırıcı texniki xidmət şəhərlərə infrastruktur problemlərini kritik hala gəlməzdən əvvəl aşkar etməyə, xərclərə qənaət etməyə və pozuntuların qarşısını almağa kömək edə bilər. Üstəlik, həyata keçirilə bilən fikirlər ağıllı şəhər idarəçiliyinin açarıdır. Məlumatların təhlili ictimai təhlükəsizliyin yaxşılaşdırıl-

ması, enerji istehlakının azaldılması və ya nəqliyyatın səmərəliliyinin artırılması kimi şəhərin məqsədlərinə uyğunlaşdırılmalıdır. AI və ML modelləri ilə şəhərlər ehtiyacları proqnozlaşdırır, resursların bölüşdürülməsini yaxşılaşdırır və sakinlər üçün ümumi həyat keyfiyyətini artırır. Məlumatların idarə edilməsi və analitika ağıllı şəhərlərdə IoT potensialını açmaq üçün əsasdır. Düzgün saxlama, emal və qabaqcıl analitik alətlərin istifadəsi şəhərlərə əməliyyat səmərəliliyini, davamlılığı və vətəndaşların rifahını yaxşılaşdıran məlumatlı, məlumatlara əsaslanan qərarlar qəbul etməyə imkan verir.

Davamlılıq ağıllı şəhərlərdə IoT-nin tətbiqində həlledici amildir, çünki o, ekoloji cəhətdən təmiz həllərə artan global diqqət və ətraf mühitə təsirin minimuma endirilməsi ilə uzlaşır. IoT texnologiyalarının integrasiyası resursdan istifadəni optimallaşdırmaq, tullantıları azaltmaq və müxtəlif şəhər sistemlərinin səmərəliliyini artırmaqla davamlılıq məqsədlərini dəstəkləmək üçün unikal imkan təqdim edir, eyni zamanda ətraf mühitin təsirinə azaldır. Davamlı IoT-nin əsas aspekti enerjiyə qənaət edən cihaz və sistemlərin istifadəsidir [6]. IoT cihazları tez-tez ağıllı bir şəhərdə çoxlu sayda yerləşdirilir və əhəmiyyətli enerji istehlakı yaradır. Az gücə malik, enerjiyə qənaət edən IoT cihazlarına diqqət yetirməklə şəhərlər ümumi enerji tələbini azalda və IoT infrastrukturunun ətraf mühitə təsirinə azalda bilər. Aşağı güclü geniş ərazi şəbəkələri (LPWAN) və ya Bluetooth Aşağı Enerji (BLE) kimi texnologiyalar batareyanın ömrünü uzada və cihazların enerji istehlakını minimuma endirə bilər ki, bu da uzaq və ya əlçatmaz yerlərdə yerləşdirilən sensorlar və cihazlar üçün xüsusilə vacibdir. Enerjiyə qənaət edən cihazlarla yanaşı, ağıllı şəhər sistemləri müxtəlif sektorlarda enerji istifadəsini optimallaşdırmaq üçün dizayn edilə bilər. Məsələn, smart şəbəkələr real vaxt tələbi əsasında enerji paylanmasını tənzimləmək, tullantıları azaltmaq və bərpa olunan enerji mənbələrinin integrasiyasını təmin etməklə enerji istehlakını daha səmərəli şəkildə izləyə və idarə edə bilər. Eynilə, ağıllı işıqlandırma sistemləri küçə işıqlarının intensivliyini tıxaca və ya ətraf mühit şəraitinə görə avtomatik tənzimləməklə elektrik enerjisindən istifadəni azalda bilər və enerji qənaətinə daha çox töhfə verə bilər. Davamlılıq məqsədlərinin IoT tətbiqinə integrasiyası həmçinin tullantıların idarə edilməsi və suyun

qorunması kimi daha geniş ekoloji problemlərin həllini nəzərdə tutur. IoT-ni dəstəkləyən sensorlar tullantı qutularına nəzarət edə bilər, daşqınların qarşısını almaq və lazımsız tullantıların atılması səfərlərini azaltmaq üçün vaxtında yığılmağı təmin edə bilər. Bundan əlavə, IoT texnologiyaları real vaxt rejimində su istifadəsini izləyə, sızma və ya səmərəsizliyi müəyyən edə və operativ düzəldici tədbirlər görməyə imkan verə bilər. Davamlılıq ağıllı şəhərlərdə IoT tətbiqinin təməl daşı olmalıdır. Enerjiyə qənaət edən cihazları integrasiya etməklə, resurslardan istifadəni optimallaşdırmaqla və IoT sistemlərini davamlılıq məqsədləri ilə uyğunlaşdırmaqla şəhərlər ətraf mühitə təsirlərini azalda və daha yaşıl, daha davamlı şəhər gələcəyinə doğru irəliləyə bilər.

Ağıllı şəhərlərdə IoT-nin uğurla tətbiqi üçün güclü Tənzimləyici Çərçivə vacibdir. IoT texnologiyaları şəhər infrastrukturunun ayrılmaz hissəsinə çevrildikcə, hökumətlər məlumatların təhlükəsizliyini, təhlükəsizliyini və etik istifadəsini təmin etməklə yanaşı, onların tətbiqinə rəhbərlik etmək üçün aydın siyasət və qaydalar həyata keçirməlidir. Hərtərəfli tənzimləmə bazası vətəndaşlar və maraqlı tərəflər arasında etimadın gücləndirilməsinə kömək etməklə, innovasiyanı müdafiə ilə tarazlaşdırmaq üçün zəruri strukturu təmin edir. Normativ bazanın əsas cəhətlərindən biri təhlükəsizlik və təhlükəsizlik standartlarına uyğunluğun təmin edilməsidir. IoT cihazları bir-birinə bağlıdır və çox vaxt həssas məlumatları idarə edir, bu da onları kibercümlərə qarşı həssas edir. Hökumətlər IoT sistemlərinin hakerlik, məlumatların pozulması və digər zərərli fəaliyyət formaları kimi təhdidlərdən təhlükəsiz olmasını təmin etmək üçün aydın kibertəhlükəsizlik standartları müəyyən etməlidir. Bu qaydalara həm infrastrukturun, həm də vətəndaşların məxfiliyini qorumaq üçün şifrələmə, təhlükəsiz rabitə protokolları və proqram təminatının müntəzəm yenilənməsi tələbləri daxil edilməlidir. Məlumatların istifadəsi və məxfiliyin tənzimlənməsi də eyni dərəcədə vacibdir. Ağıllı şəhərlərdəki IoT cihazları bəziləri şəxsi və ya həssas ola bilən böyük həcmdə məlumat toplayır [4]. Hökumətlər vətəndaşların məxfilik hüquqlarına riayət olunmasını təmin edərək məlumatların necə toplandığını, saxlandığını və istifadə edildiyini müəyyən edən siyasətlər yaratmalıdırlar. Avropada Ümumi Məlumatların Mühafizəsi

fizəsi Qaydası (GDPR) kimi qaydalar, məlumatların işlənməsi ilə bağlı ciddi qaydaları tətbiq etməklə, fərdlərə öz şəxsi məlumatları üzərində daha çox nəzarət imkanı verməklə güclü nümunədir. Normativ baza həmçinin yerli hökumətlər, özəl şirkətlər və vətəndaşlar da daxil olmaqla, IoT layihələrində iştirak edən müxtəlif maraqlı tərəflər üçün mülkiyyət, hesabatlılıq və məsuliyyətləri müəyyən etməlidir. Rol və məsuliyyətlərə dair aydın təlimatlar hamar əməkdaşlığı təmin edir və IoT sistemlərinin saxlanması, təhlükəsizliyinə və ya təkmilləşdirilməsinə kimin cavabdeh olduğuna dair şəffaflıq və ya mübahisələrin qarşısını alır. Ağıllı şəhərlərdə IoT-nin qəbulu üçün yaxşı müəyyən edilmiş tənzimləyici çərçivə əsasdır. O, təhlükəsizlik, təhlükəsizlik və məxfilik standartlarına uyğunluğu təmin edir, eyni zamanda, bütün maraqlı tərəflərin rol və məsuliyyətlərinə aydınlıq gətirir, IoT texnologiyalarının istifadəsində şəffaflığı və hesabatlılığı təşviq edir.

Maliyyələşdirmə və İnvestisiya ağıllı şəhərlərdə IoT-nin uğurlu tətbiqi üçün kritik amillərdir. IoT sistemlərinin inkişafı və tətbiqi əhəmiyyətli maliyyə resursları tələb edir, çünki proses təkcə texnoloji sərmayələri deyil, həm də davamlı texniki xidmət, təkmilləşdirmələr və potensialın yaradılmasını əhatə edir. Kifayət qədər maliyyə olmadan, ağıllı şəhər layihələri öz potensiallarını tam şəkildə çatdırı bilməz və bu, IoT innovasiyaları vasitəsilə şəhər həyatını yaxşılaşdırmaq üçün əldən verilmiş imkanlara səbəb ola bilər. İnvestisiya tələb edən əsas sahələrdən biri texnoloji infrastrukturun özüdür. IoT sistemləri sensorlar, məlumat saxlama həlləri, əlaqə şəbəkələri və məlumatların emalı platformaları da daxil olmaqla geniş spektrli texnologiyalara əsaslanır. Bu infrastrukturun, xüsusən də mövcud şəhərlərdə quraşdırılması bahalı və vaxt apara bilər [5]. IoT cihazlarının şəhər daxilində effektiv əlaqə saxlamasını təmin etmək üçün etibarlı şəbəkələrin (məsələn, 5G və ya LPWAN kimi) qurulmasına investisiyalar lazımdır. Bundan əlavə, ağıllı şəhər layihələri məlumatların təhlili üçün AI və maşın öyrənməsi kimi qabaqcıl texnologiyaların integrasiyasını tələb edir ki, bu da əlavə maliyyə xərclərini nəzərdə tutur. Fiziki infraqurulturdan əlavə, təlim və bacarıqların artırılmasına da ehtiyac var. IoT sistemlərini uğurla tətbiq etmək üçün yerli hökumətlər və şəhər işçiləri bu texnologiyaları idarə etmək və saxlamaq üçün lazımi bacarıqlarla

təchiz edilməlidir. Bu, işçi qüvvəsinin IoT cihazlarını idarə etməyə, məlumatların təhlilini yerinə yetirməyə və sistem integrasiyası və ya problemlərin aradan qaldırılması ilə bağlı problemlərə cavab verməyə hazır olmasını təmin etmək üçün təhsil və təlim proqramlarına investisiyalar tələb edir. Bundan əlavə, davamlı investisiya şəhər infrastrukturunun davamlı inkişafı və təkamülü üçün vacibdir. Ağıllı şəhərlər dinamikdir və texnologiya yeni çağırışlara cavab vermək və ya yaranan imkanlardan yararlanmaq üçün daim inkişaf etməlidir. Davamlı investisiyalar olmadan ağıllı şəhər layihələri köhnələ bilər və ya miqyasda problemlərlə üzləşə bilər. Ağıllı şəhərlərdə IoT-nin uğurlu tətbiqi üçün maliyyələşdirmə və investisiya vacibdir. Adekvat maliyyə resursları texnologiya infrastrukturunun inkişafına, şəhər kadrlarının hazırlanmasına və ağıllı şəhər layihələrinin uzunmüddətli böyüməsinə imkan verir, şəhərlərin səmərəli, davamlı və sakinlərinin ehtiyaclarını ödəməyə qadir qalmasını təmin edir.

Nəticə

Ağıllı şəhərlərdə Əşyaların İnternetinin (IoT) tətbiqi həm çətinliklər, həm də imkanlar təqdim edərək müxtəlif ölçülərdə əhəmiyyətli irəliləyişlər təqdim edir. Onun uğurlu integrasiyası üçün əsas amillərə texnoloji infrastruktur, məlumatların təhlükəsizliyi və resursların səmərəli idarə edilməsi daxildir. Elmi cəhətdən ağıllı şəhərlərdə IoT-nin yeniliyi fiziki obyektlərin internetə qüsursuz qoşulmasındadır ki, bu da real vaxt rejimində məlumatların toplanması və təhlili üçün dinamik şəbəkə yaradır. Bu şəbəkə təkmilləşdirilmiş qərar qəbul etmə proseslərinə, optimallaşdırılmış enerji istehlakına, nəqliyyatın idarə edilməsinə və ictimai təhlükəsizliyə imkan verir ki, bunların hamısı daha ağıllı, daha dayanıqlı şəhər mühitinin yaradılmasına kömək edir. Tətbiq nöqtəyi-nəzərindən, ağıllı şəhərlərdə IoT sakinlərin həyat keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasında əsas rol oynayır. Tullantıların idarə edilməsi, nəqliyyat və səhiyyə kimi kritik xidmətlərin avtonom şəkildə monitorinqini və tənzimlənməsini təmin edən sistemləri işə salmaqla, IoT insan müdaxiləsini azaldır, səhvləri minimuma endirir və xidmətlərin çatdırılmasını artırır. Bundan əlavə, IoT-nin tətbiqi məlumatların şəffaflığı və şəhərsalma proseslərində iştirak vasitəsilə vətəndaşların daha çox iştirakını təşviq edir, şəhərləri daha həssas və əhatəli edir. İqtisadi səmərəlilik IoT-nin tətbiqində başqa bir mərkəzi

mülahizədir. Ağıllı şəhərlərdə İoT inteqrasiyası resurs istifadəsini sadələşdirmək, texniki xidmət cədvəllərini optimallaşdırmaq və enerji tullantılarını azaltmaqla əməliyyat xərclərini azaldır. Uzunmüddətli perspektivdə bu texnologiya daha yüksək məhsuldarlığa və iqtisadi artıma səbəb ola bilər, çünki bizneslər və bələdiyyələr məlumatlı, məlumatlara əsaslanan qərarlar qəbul etmək üçün İoT cihazları tərəfindən yaradılan fikirlərdən istifadə edə bilərlər. Bundan əlavə, ağıllı infrastrukturun inkişafı yerli iqtisadiyyatları daha da gücləndirərək iş yerlərinin yaradılması və əlaqəli sənayelərin inkişafı üçün imkanlar təklif edir. Ağıllı şəhərlərdə İoT-nin uğurla tətbiqi texnoloji, tənzimləyici və maliyyə maneələrinin aradan qaldırılmasından asılıdır. Bununla belə, innovasiya, davamlılıq və iqtisadi həyat qabiliyyəti baxımından potensial faydalar onun şəhər inkişafında transformasiyaedici qüvvə kimi əhəmiyyətini vurğulayır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Batty M. Smart Cities of the Future. European: 2020.
2. Dalal U.D. Green Internet of Things for Smart Cities: Concepts, Implications, and Challenges. Boca Raton: CRC Press, 2021.
3. Dustdar S. Smart Cities: The Internet of Things, People and Systems. Cham: Springer, 2017.
4. Ejaz W. Internet of Things for Smart Cities: Technologies, Big Data and Security. Cham: Springer, 2019.
5. Greenfield A. Against the Smart City. New York: Do Projects, 2021.
6. Kumar N. Secure and Intelligent IoT-Enabled Smart Cities. Hershey: IGI Global, 2020.
7. Townsend A. Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia. New York: W.W. Norton & Company, 2019.

Эльчин АБАСОВ, кандидат экономических наук

Каспийский университет

E-mail: abasov_e@mail.ru

Рашид Акшин АЗИЗЛИ

Каспийский университет, магистрант

E-mail: azizov.rasid@mail.ru

ВАЖНЫЕ ФАКТОРЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ IoT В УМНЫХ ГОРОДАХ

Резюме

Цель исследования: Целью исследования является изучение важнейших факторов успешного внедрения Интернета вещей в умных городах с упором на инфраструктуру, безопасность, масштабируемость и участие общественности.

Метод исследования: В исследовательской работе использовались методы анализа, синтеза и сравнения. Для достижения научных результатов работы использовались системный, процессный, ресурсный и эффективный подходы.

Исследование показало, что надежная связь и инфраструктура являются основой успеха Интернета вещей, а такие города, как Сингапур, являются примером высокоскоростных сетей, обеспечивающих бесперебойную связь. Безопасность данных и конфиденциальность стали ключевыми проблемами, требующими жесткого регулирования и технологических решений. Было подчеркнуто, что взаимодействие между устройствами и платформами имеет решающее значение для создания единой экосистемы умного города. Исследование также подчеркнуло необходимость масштабируемости и устойчивости приложений Интернета вещей для обеспечения будущего роста. Наконец, активное участие граждан и партнерское сотрудничество имели решающее значение для укрепления доверия и обеспечения долгосрочной устойчивости систем Интернета вещей.

Ключевые слова: Город, умный город, Интернет вещей и связь (IoT)

Elchin ABASOV, PhD in Economics

Western Caspian University

E-mail: abasov_e@mail.ru

Rashid Aqshin AZIZLI

Western Caspian University, Master's Student

E-mail: azizov.rasid@mail.ru

KEY FACTORS FOR IoT IMPLEMENTATION IN SMART CITIES

Summary

Research Objective: The study aims to explore critical factors for the successful implementation of IoT in smart cities, focusing on infrastructure, security, scalability, and public engagement.

Research Methodology: The research employed analysis, synthesis and comparative methods. Systematic, process, resource and effective approaches were used to achieve the scientific results of the work.

The study found that strong connectivity and infrastructure are the foundation for IoT success, with cities like Singapore providing an example of high-speed networks that enable seamless communication. Data security and privacy emerged as key concerns that required strong regulations and technology solutions. Interoperability between devices and platforms was highlighted as essential to creating a cohesive smart city ecosystem. The study also highlighted the need for scalability and resilience in IoT applications to accommodate future growth. Finally, active citizen engagement and collaborative partnerships were crucial to building trust and ensuring the long-term sustainability of IoT systems.

Keywords: *City, smart city, internet of things and connectivity (IoT)*