

Həşimov M.A.AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
mamedhashimov@gmail.com**“AĞILLI ŞƏHƏR” KONSEPSİYASI: MÖVCUD VƏZİYYƏTİ, TƏTBİQ SAHƏLƏRİ
VƏ PROBLEMLƏRİ**

Son dövrlərdə “ağıllı şəhər” (AŞ) ifadəsi geniş istifadə edilməyə başlayıb, elmi konfranslarda, seminarlarda, texnoloji forumlarda, siyasi qurumlarda və hətta vətəndaşların gündəlik həyatında getdikcə daha çox istifadə olunur. AŞ informasiya və kommunikasiya texnologiyalarından istifadə edərək vətəndaşlara səmərəli xidmətlər göstərmək üçün perspektivli bir həll kimi qəbul edilir. AŞ-in yaradılmasında məqsəd vətəndaşların həyat keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq və şəhər xidmətlərinin effektivlik səviyyəsini artırmaqdır. Məqalədə AŞ-in mövcud vəziyyəti və gələcək perspektivləri barədə məlumat verilmişdir. AŞ statusu almaq üçün tələb olunan əsas komponentlər təhlil edilmişdir. AŞ konsepsiyasının həyata keçirilməsində istifadə olunan qabaqcıl texnologiyalar analiz edilmişdir. AŞ mühitində məlumatların toplanması və ötürülməsi üçün istifadə olunan şəbəkə standartları göstərilmişdir. Eyni zamanda, AŞ mühitini əhatə edən xidmətlərin vətəndaşlar və dövlət qurumları üçün yaratdığı üstünlüklər barədə məlumat verilmişdir. Məqalədə AŞ lahiyələrini dünyanın bir sıra ölkələrində uğurla həyata keçirən şəhərlər araşdırılmışdır. AŞ konsepsiyasının reallaşdırılmasında mövcud olan problemlər analiz edilmiş və müəyyən təkliflər verilmişdir. İşin yerinə yetirilməsində müqayisəli təhlil və sistemli yanaşma metodlarından istifadə edilmişdir. Məqalədə əldə edilən nəticələr AŞ konsepsiyasının elmi-nəzəri problemlərinin həlli, həmçinin bu konsepsiyasının formalaşması məsələlərində istifadə edilə bilər.

Açar sözlər: “Ağıllı şəhər”, “ağıllı şəhər” komponentləri, şəbəkə standartları, “ağıllı şəhər” problemləri.

Giriş

Birləşmiş Millətlər Təşkilatının İqtisadi və Sosial Məsələlər Departamentinin (*ing. Department of Economic and Social Affairs of the United Nations, DESAP*) 2018-ci ildə apardığı araşdırmaların nəticələrinə görə 1950-ci illərdə dünya əhalisinin təxminən 30%-i şəhər yerlərində yaşayırdı. 2014-cü ildə bu rəqəm 55%-ə yüksəldi. Bu tədqiqatlara əsasən, 2030-cu ilədək dünya əhalisinin 60%-i, 2050-ci ilədək isə 70%-nin müasir şəhərlərdə məskunlaşacağı proqnoz edilir [1]. Şəhərlərin sürətlə böyüməsi şəhər mühitində yaşamaqla əlaqəli bir çox problemləri (ictimai təhlükəsizlik, nəqliyyatın idarə olunması, tullantıların atılması, səs-küy, hava və su çirklənməsi və s.) daha da ağırlaşdırır.

Şəhərlər böyüdükcə və genişləndikcə əməliyyat səmərəliliyini artırmaq və idarəetmə xərclərini azaltmaq üçün ağıllı və yeni həllər vacibdir. Mövcud maliyyə böhranı şəhərlərin dövlət tərəfindən maliyyələşdirilməsini kəskin şəkildə azaldıb və bu da, vətəndaşların həyat keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına maneə törədir. Mütəxəssislərin fikrincə “Urbanisasiyanın qarşısını almaq mümkün olmayacaq. İnsanların şəhərə axını həmişə olduğu kimi davam edəcək. Ona görə də həyat tərzini rahatlaşdırmaq lazımdır. Belə vəziyyətdə isə yeganə çıxış yolu “ağıllı şəhərlər” ola bilər.

“Ağıllı şəhər” (AŞ) – şəhər problemlərini həll etmək üçün informasiya və kommunikasiya texnologiyalarından (İKT) istifadə edən bir şəhərdir. AŞ konsepsiyası həyatın daha asan, daha yaxşı və daha əyləncəli olduğu bir şəhərdir. AŞ, davamlı şəhər inkişafını təşviq etmək üçün ənənəvi infrastrukturun müasir texnologiya ilə peşəkarlıqla birləşməsidir.

AŞ yaratmağın əsas məqsədi sosial və iqtisadi göstəricilərin yaxşılaşdırılması, vətəndaşlar üçün həyatı daha asan və təhlükəsiz etməkdir. Bu gün dünyada bir çox inkişaf etmiş və ya inkişaf etməkdə olan ölkələrin şəhərləri sabahın ağıllı şəhərləri olmağa çalışır. Azərbaycanda da “ağıllı şəhər” konsepsiyasının tətbiqi ilə bağlı araşdırma aparılması və pilot layihə həyata keçirilməsi imkanlarının müəyyən edilməsi Prezident İlham Əliyevin 2020-ci il 27 fevral tarixli Sərəncamı ilə

təsdiq edilmiş “Açıq hökumətin təşviqinə dair 2020-2022-ci illər üçün Milli Fəaliyyət Planı”nda öz əksini tapıb [2]. 19 aprel 2021-ci ildə isə Azərbaycan Prezidenti “ağıllı şəhər” (Smart City) və “ağıllı kənd” (Smart Village) konsepsiyasının hazırlanması haqqında” Sərəncam imzalayıb [3]. Bu tədqiqat işinin məqsədi də AŞ sahəsində beynəlxalq təcrübəni öyrənmək, istifadə olunan texnologiyaları təhlil etmək və problemləri müəyyən etməkdir.

“Ağıllı şəhər” komponentləri

AŞ-ın infrastrukturuna fiziki, İKT və xidmətlər daxildir. Fiziki infraqurudura binalar, avtomobil yolları, dəmir yolları, elektrik təchizatı xətləri və su təchizatı sistemləri daxildir. Fiziki infraqurudur ümumiyyətlə AŞ-in “ağıllı” olmayan hissəsidir. İKT infraquruduru AŞ-in əsas “ağıllı” komponentidir. AŞ-də rəqəmsal infraqurudur fiziki infraqurudura inteqrasiya olunur, bu da resursların daha səmərəli və qənaətli idarə olunmasını və istifadəsini təmin edir. İKT infraqurudurunun düzgün qurulması məlumatlardan səmərəli və təhlükəsiz istifadə üçün əsas rol oynayır. Xidmət infraquruduru isə İKT komponentləri əsasında fiziki infraqurudurun idarə olunmasıdır.

AŞ statusu almaq çoxşaxəli bir prosesdir. Ağıllı şəhərin altı əsas komponenti aşağıdakılardır [4-6]:

“*Ağıllı iqtisadiyyat*” innovasiya və təşəbbüskarlığa, yüksək məhsuldarlığa, əmək bazarının çevikliyinə, beynəlxalq və bölgələrarası əməkdaşlığa açıqlığa və dəyişmə qabiliyyətinə əsaslanan iqtisadiyyat hesab edilir. Başqa sözlə, ağıllı iqtisadiyyat yanaşmasında təbii resursların istifadəsinə əsaslanan iqtisadiyyat innovasiya və müasir İKT-nin aparıcı rol oynadığı yeni biliklərə əsaslanan iqtisadi modellə əvəzlənir. Bu isə qlobal rəqabət və davamlı texnoloji inkişaf ilə xarakterizə olunur.

“*Ağıllı mobillik*” “ağıllı” hərəkətliliyin nail olunmasına imkan verən şəhərsalma ilə əlaqədardır. Bu yanaşmada İKT-nin geniş istifadəsi ilə nəqliyyat vasitələrinin və piyadaların hərəkətinin asanlaşdırılması, tıxacların azaldılması, park yerlərinin idarə edilməsi nəzərdə tutulur. “Ağıllı mobillik” daha yaxşı nəqliyyat şəbəkəsinin idarə edilməsini və ictimai nəqliyyatda fasilələrin minimuma endirilməsini tələb edir.

“*Ağıllı həyat*” dedikdə, keyfiyyətli səhiyyə, təhsil və təhlükəsizlik daxil olmaqla bütün vətəndaşlar üçün sağlam həyat tərzinin təmin edilməsi nəzərdə tutulur. “Ağıllı həyat” İKT xidmətləri vasitəsilə həyat keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasını, səhiyyə xidmətinin, mədəniyyət müəssisələrinin, turistlər üçün cəlbediciliyin, sosial birliyin və təhlükəsizliyin təşviq edilməsini ehtiva edir. “Ağıllı həyat” binaların insanlara və ətraf mühitə uyğun olmasına imkan verən yeni texnologiyaların tətbiq olunduğu ağıllı bina ideyası ilə də əlaqəlidir.

“*Ağıllı insanlar*” dedikdə həyatın və karyeranın bütün mərhələlərində şəhər sakinlərinin səriştə və vərdişlərini davamlı olaraq inkişaf etdirərək keyfiyyətli insan kapitalının yetişdirilməsi nəzərdə tutulur. Nəticədə insan resurslarının və əmək bazarının keyfiyyəti yüksəlir. Eyni zamanda, “Ağıllı insanlar” sosial-iqtisadi dialoqa, vətəndaşların ictimai həyata göstərdiyi təsirinə, mədəni və yaradıcı potensialdan istifadəyə, mədəni, turizm və idman infraqurudurlarının inkişafına yardım etməklə sosial kapitalın inkişafına imkan yaradır.

“*Ağıllı mühit*” enerji istehlakı, bərpa olunan resurslardan alınan enerji və innovativ texnologiyaların istifadəsi kimi göstəriciləri əhatə edir. “Ağıllı mühit” dedikdə, eyni zamanda iqlim dəyişikliyinə uyğunlaşma, enerji səmərəliliyinin artırılmasına, yanacaq və enerji təchizatı təhlükəsizliyinin artırılmasına, bərpa olunan enerji mənbələrinin inkişafına və enerji sektorunun ətraf mühitə təsirinə azaldılmasına dair texnoloji tədqiqatlara yönəlmiş həllərin tətbiqi nəzərdə tutulur.

“*Ağıllı idarəetmə*” vətəndaşların dövlət idarəçiliyində iştirakına və ağıllı idarəetməyə imkan verən şəffaf qərar qəbulətmə proseslərinin genişləndirilməsinə xidmət edən elektron xidmətləri və sosial medianı əhatə edir. E-xidmətlərin vətəndaşlar tərəfindən istifadəsini (dövlət orqanları ilə qarşılıqlı əlaqənin qurulması məqsədilə, məktəb seçimi, ictimai idman müəssisələri rezervasiyası, kitabxana xidmətləri və s.), vətəndaşların rəsmi sənədlərə əlyətərliyini və qərar proseslərində iştirak etmələrini təmin edir.

“Ağıllı şəhər” konsepsiyasının yaradılması texnologiyaları

Müasir dövrdə İKT cəmiyyətin inkişafına təsir göstərən əsas amillərdən birinə çevrilmişdir. AŞ-ın infrastrukturunu yüksək texnologiyalar əsasında qurulur. Çünki AŞ nisbətən böyük konsepsiyadır. Aşağıda qeyd olunan texnologiyaların kompleks şəkildə istifadəsi şəhər mühitində daha ağıllı və operativ qərarların verilməsinə imkan verir:

Əşyaların İnterneti. Bu texnologiyanın inkişafı ilə AŞ-lər üçün yeni bir dövr meydana gəldi. Bizi əhatə edən bütün faydalı əşyaların (məişət avadanlıqlarının, elektrik cihazlarının, gündəlik istehlak mallarının, nəqliyyat vasitələrinin, istehsal qurğularının, əmək alətlərinin, informasiya daşıyıcılarının, tibbi ləvazimatların, mühafizə və nəzarət sistemlərinin, bitki və heyvanat aləminin) İnternet şəbəkəsinə qoşulması “Əşyaların İnterneti” (*ing. Internet of things, IoT*) termininin yaradılmasına gətirib çıxarmışdır [7]. IoT-a artıq gündəlik həyatımızın bir çox fəaliyyət sahələrində rast gəlinir. Onlardan, əsasən evdə, xəstəxana və xüsusi riskli obyektlərdə baş verən dəyişikliklərin məsafədən idarə olunması, yanğınların qarşısının alınması və s. kimi müxtəlif faydalı fəaliyyətin təmin edilməsi məqsədi ilə istifadə olunur. IoT konsepsiyasının mahiyyəti ondan ibarətdir ki, bizi əhatə edən əşyalar miniatur identifikasiya və sensor (həssas) qurğularla təmin olunaraq naqill və naqilsiz əlaqələr (peyk, mobil əlaqə, Wi-Fi və Bluetooth) vasitəsilə qarşılıqlı əlaqədə olur və proseslərin tamamilə avtomatik yerinə yetirilməsini təmin edir [8].

Big Data. Bu texnologiya AŞ-də IoT cihazları tərəfindən toplanan məlumatların işlənməsində mühüm rol oynayır. Şəhərdə quraşdırılmış sensorlar çox sayda məlumatlar yaradır və səmərəli istifadə edildikdə bir çox faydaları ola bilər. Bu verilənlər çox zaman strukturlaşdırılmayıb, olduqca müxtəlif formatlara malikdirlər, böyük sürətlə yaranırlar və həcmi kəskin sıçrayışla artır. Belə informasiya axınının mövcud texnologiyalarla adi verilənlər bazalarında emalı mümkün deyil və yeni texnologiyalar tələb edilir. Big Data texnologiyaları müxtəlif mənbələrdən alınmış strukturlaşdırılmamış verilənlərin real zamanda emalını mümkün edir [9].

Bulud texnologiyası. AŞ mühitində istifadə edilən ağıllı cihazların hesablama gücü, qida mənbəyi, yaddaş və s. məhdud olduğundan çox vaxt bulud texnologiyasının (*ing. cloud computing*) xidmətlərindən geniş istifadə olunur. Bu texnologiya son istifadəçiləri aşağı xərcə çoxsaylı resurslarla təmin etmək üçün perspektivli həll hesab edilir. Beləliklə də, yüksək hesablama gücünə və yaddaş imkanlarına malik bulud texnologiyası məlumatların emalı üçün effektiv həll kimi qəbul olunur. Bulud texnologiyası kompüter texnologiyaları infrastrukturunun və proqram təminatının bilavasitə şəbəkə mühitində yaradılmasını və istifadə edilməsini təmin edir [10]. Bulud texnologiyaları müəssisələrdə yerləşən server kompüterlərinin hesablama və yaddaş resurslarının və proqram təminatının buludlar üzərinə köçürülməsini təmin edir, yəni onların ümumi qrup halında birləşdirilməsidir [11].

Duman texnologiyası. Bulud texnologiyası mərkəzləşdirilmiş bir hesablama modeli olduğundan, hesablamaların əksəriyyəti bulud serverlərdə yerinə yetirilir. Bu isə, bütün məlumat və sorğuların mərkəzləşdirilmiş buluda ötürülməsi deməkdir. Verilənlərin emal sürətinin artmasına baxmayaraq, şəbəkənin ötürücülüüyü əhəmiyyətli dərəcədə artmamışdır. Beləliklə, şəbəkənin aşağı ötürücülüüyü böyük həcmdə məlumatların emal edilməsi zamanı bulud sistemi üçün problemlər yaradır. Bulud texnologiyası generasiya olunmuş məlumatların emal edilib saxlanması üçün effektiv texnologiya olmasına baxmayaraq, mövcud tətbiqlərin real zamanda istifadəsi və ya gecikmə ilə bağlı məhdudiyyətlərə malik olması, eyni zamanda şəbəkənin aşağı ötürücülük qabiliyyəti kimi problemləri yalnız bulud texnologiyası vasitəsilə həll etmək mümkün deyil. Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq, hal-hazırda AŞ mühitində sensorlardan toplanan məlumatların ilkin emalı üçün aralıq hesablama sistemlərindən geniş istifadə olunur. Bu səbəbdən də bulud texnologiyasından əlavə, duman hesablamaları (*ing. fog computing*) adlanan yeni hesablama paradigması təklif edilmişdir. Duman texnologiyası IoT-a adekvat həll gətirən yeni konsepsiyadır. Ənənəvi bulud sistemində verilənlər mərkəzinin və şəbəkənin yükünün azaldılması üçün duman texnologiyası coğrafi olaraq paylanmış IoT tətbiqlərinin dəstəklənməsi üçün alternativ həll kimi təklif edilmişdir [12].

Süni intellekt. AŞ nəhəng həcmdə verilənlər generasiya edir, lakin əsas problem bu verilənlərin vaxtında dəqiq emalı və analizindən ibarətdir. Süni intellekt texnologiyaları insanın minimum iştirakı ilə və ya, ümumiyyətlə, iştirakı olmadan qərarların qəbulu üçün mühüm rol oynayır. Süni intellekt təcrübədən öyrənmək və insanın “ağıllı” davranışını təqlid etmək üçün müxtəlif metodlara istinad edir [13]. Süni intellekt AŞ texnologiyalarını dəstəkləmək üçün gələcək proqnozlar və həllər yaratmaq üçün böyük həcmdə məlumatları səmərəli şəkildə təhlil edə bilər. Məsələn enerji istifadəsi haqqında məlumat toplamaq və istehlakçı davranışını proqnozlaşdırmaq üçün sensorlar bir binaya yerləşdirilə bilər. Yaradılan məlumatlar süni intellektin istifadəsi ilə ardıcıl proqnozlar verməyə və gündəlik, həftəlik və mövsümi fərqləri izləməyə kömək edə bilər.

“Ağıllı şəhər” mühitində verilənlərin toplanması və ötürülməsi üçün şəbəkə standartları

IoT-da istifadə olunan qurğular arasında qarşılıqlı əlaqəni və təhlükəsiz rabitəni təmin etmək üçün müxtəlif şəbəkə standartlarından istifadə olunur. Bunlara misal olaraq AŞ mühitində verilənlərin toplanması və ötürülməsi üçün geniş istifadə olunan şəbəkə standartları aşağıda göstərilmişdir [14-16]:

- ZigBee – IEEE 802.15.4 standartı olub, verilənlərin aşağı sürətli naqilsiz ötürülməsi üçün hazırlanmışdır. Bu texnologiya 10–100 metr radiusda maksimal olaraq 250 kb/s sürətlə verilənlərin təhlükəsiz ötürülməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. ZigBee texnologiyası yüksək etibarlılığa, aşağı qiymətə, enerji qənaətinə malik şəbəkələrin yaradılmasında geniş istifadə olunur.

- Wi-Fi (Wireless Fidelity) – naqilsiz lokal şəbəkələrin təşkili üçün nəzərdə tutulmuşdur və 802.11 standartını dəstəkləyir. Hal-hazırda IEEE 802.22 yeni bir standart layihələndirilməkdədir. Bu standart verilənləri 22 Mbit/san sürətlə 100 km radiusda ötürməyə imkan verəcək.

- Bluetooth 5.0 – bu versiyanın ən vacib üstünlüyü sürətli olmasıdır. Başqa sözlə, sürətli olması ilə birlikdə (4–12 meqabayt/san), əvvəlki versiyalardan fərqli olaraq, informasiyanı uzaq məsafəyə (240 m) ötürmə xüsusiyyətinə malikdir.

- Bluetooth LE – bu versiyanın digər versiyalardan əhəmiyyətli üstünlüklərindən biri o qədər də çox uzaq məsafədə olmayan qurğular arasında verilənlərin ötürülməsi üçün az enerji sərfiyyatı olmasıdır.

- Z-Wave – digər kommunikasiya texnologiyalarına nəzərən daha sadə texnologiyadır. Bu texnologiya 30 metr radiusda istifadə olunur və verilənlərin ötürülməsinin sürəti 100 kb/san. təşkil edir.

- LoRaWAN – ağıllı cihazların bir-biri ilə əlaqə yaratmasını təmin edən ümumi bir protokoldur. LoRaWAN çox az enerji istifadə etmək üçün optimallaşdırılmış, uzun məsafə (2–5 km), genişmiqyaslı şəbəkə (WAN) xüsusiyyətlərinə malikdir.

- 4G LTE – dördüncü nəsillə mobil əlaqə texnologiyasıdır, mobil və digər qurğularda verilənlərin 100 km radiusda yüksəksürətli simsiz ötürülməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur.

- 5G – Çox aşağı gecikmə (1 ms-dən az) və çox yüksək şəbəkə genişliyi (10 Gb/s) kimi inkişaf etmiş xüsusiyyətləri sayəsində AŞ-lər üçün 5G əsas texnologiyalardan biri hesab olunur. Buna görə də 5G ictimai təhlükəsizlik və nəzarət kimi tətbiqetmələri dəstəkləyən, məkan və zamandan asılı olmayaraq daha çox IoT cihazının İnternetə qoşulmasına imkan verən bir rabitə texnologiyası kimi qəbul edilə bilər.

Yuxarıda qeyd edilən simsiz texnologiyalardan AŞ mühitində qısamənzilli əlaqə üçün ZigBee, Bluetooth, Wi-Fi, Z-Wave-dən, genişzolaqlı əlaqə üçün LoRaWAN, 4G, 5G-dən geniş istifadə olunur.

“Ağıllı şəhər” konsepsiyasını əhatə edən xidmətlər

AŞ konsepsiyasının əsas ideyası şəhərin bütün xidmət və obyektlərini vahid sistemdə birləşdirib idarə etməkdən ibarətdir. Bu xidmətlərdən bəzilərinə aşağıdakılar aiddir [17-22]:

Nəqliyyatın intellektual idarəetmə sistemləri – yol hərəkətinin, bütün nəqliyyat növlərinin (fərdi, ictimai, yük) işinin monitorinqi və idarə edilməsidir. Böyük şəhərlərdəki nəqliyyat sistemi şəhər sakinlərinin gündəlik həyatına böyük təsir göstərir. İqtisadi və fiziki məhdudiyyətlər

səbəbindən bir çox hallarda infrastrukturunu yaxşılaşdıraraq nəqliyyatın hərəkətini optimallaşdırmaq mümkün olmur. Bunun əvəzinə ağıllı sensorlar və rabitə infrastrukturunun inteqrasiyası ilə qabaqcıl planlaşdırma və nəzarət vasitələrindən istifadə edərək nəqliyyat şəbəkəsini daha səmərəli etmək olar. Nəqliyyat sisteminin daha çox səmərəli, ətraf mühitə uyğun, rahat və təhlükəsiz edilməsinə doğru ilk addım vəziyyəti istənilən vaxt qiymətləndirmək və gələcək davranışlarını proqnozlaşdırmaqdır. Çoxlu sayda sensorlardan istifadə edərək dəqiq qiymətləndirmə və proqnozlaşdırma trafik idarəetməsini proaktiv şəkildə idarə etməyə imkan verir ki, bu da səmərəliliyi artıraraq tıxacları əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər.

İctimai nəqliyyatın idarə edilməsi – şəhərin müxtəlif nöqtələrində quraşdırılmış izləmə cihazlarının köməyi ilə sərnişinlərin mobil tətbiqetmələr və ictimai nəqliyyat dayanacaqlarındakı elektron məlumat lövhələri vasitəsilə gəliş vaxtı barədə məlumatlandırılmasını nəzərdə tutur. Bütün ictimai nəqliyyat vasitələri vahid verilənlər bazasında birləşdirilə bilər ki, bu da onların bir-biri ilə ünsiyyət qurmalarını və istifadəçiləri gəliş vaxtları barədə xəbərdar etmələrini təmin edir. Mobil tətbiqetmələr qatarların, avtobusların və digər ictimai nəqliyyat növlərinin gediş müddətlərini təxmin etməklə yanaşı, hər bir marşrut üçün vaxtı müəyyən etməli və hər hansı fəvqəladə vəziyyətdə alternativ bir yol təqdim etməlidirlər. İctimai nəqliyyatın səmərəli fəaliyyəti fərdi nəqliyyat vasitələrindən istifadəni də minimuma endirəcək.

“Ağıllı parking” – dayanacaq yerlərinin monitorinqi, sürücülərə boş yerlərin mövcudluğu barədə məlumat verilməsi, parklama pozuntularının aşkarlanması və onlayn park ödənişini nəzərdə tutur. Şəhərlər inkişaf etdikcə park yeri tapmaq daha da çətinləşir. Sürücülər park yeri axtarmağa çox vaxt sərf edirlər. Sensorlar mövcud park yerlərini aşkar edərək və tətbiqdən istifadə edərək sürücüləri ora yönəltməklə park axtarışı müddətinin, yanacaq istehlakının, CO2 emissiyalarının və park pozuntularının azalmasına kömək edə bilər.

“Ağıllı işıqlandırma” – avtomobillərin və ya insanların hərəkətinə, hava şəraitinə və yaşayış sahəsinə uyğun küçələrin və yaşayış məntəqələrinin işıqlandırılmasının avtomatik tənzimlənməsini ehtiva edir. Sensorların köməyi ilə toplanan məlumatlara əsasən işığın yanması, sönməsi və parlaqlıq səviyyəsi tənzimlənir. Digər tərəfdən lampaların LED (*light-emitting diode*) küçə işıqları ilə dəyişdirilməsi daha yaxşı işıqlandırmanı təmin edir və enerji istehlakını 50%-dən çox azaldır.

Tullantıların ağıllı idarə olunması – şəhərlərdə tullantıların toplanması prosesi çox mürəkkəbdir və çoxlu resurslar tələb edir. Mövcud sistemlərin əksəriyyəti şəhərin tullantılarının toplanması üçün mütəmadi olaraq qutuların dolu olub-olmamasından asılı olmayaraq əvvəlcədən təyin olunmuş bir marşrut üzrə hərəkət edir və tullantıları təkrar emal üçün toplayırlar. Tullantıların ağıllı idarə olunması həlləri isə qutuların dolma səviyyələrini ölçmək və konteynerlər boşalmağa hazır olduqda şəhər tullantılarının toplanması xidmətlərini xəbərdar etmək üçün konteynerlərdə yerləşdirilmiş sensorlardan istifadə edir. Zamanla sensorlar tərəfindən toplanan məlumatlar sürücü marşrutlarını və cədvəllərini optimallaşdırmaq və əməliyyat xərclərini azaltmaq üçün istifadə edilə bilər.

“Ağıllı nəzarət sistemi” – təhlükəsizlik vətəndaşların nöqtəyi-nəzərindən AŞ-lərin ən vacib elementidir. Bu məqsədlə bütün şəhər davamlı izlənilməli, müşahidə edilməli və cinayət əməlləri dərhal aşkarlanmalıdır. “Ağıllı video nəzarət həlləri” süni intellekt texnologiyaları vasitəsilə avtomobil nömrələrinin tanınması, nəqliyyat vasitələrinin izlənməsi, üz tanıma və s. kimi halları özündə birləşdirir. Üz tanıma şübhəli və ya izləmə siyahısında olan insanları izdihamın içərisindən müəyyən etməyə imkan verir. Cinayətkarlığın vaxtında aşkarlanması, insanların çox olduğu ictimai yerlərdə baş verən qanunsuzluqların və ya bədbəxt hadisələrin müşahidə olunması və təhlili AŞ-in təhlükəsizliyinin vacib istiqamətlərindəndir. Beləliklə, ağıllı kameralar və videoanalitiklər vasitəsi ilə hər şey nəzarət altında olur.

“Ağıllı sayğac” – avtomatik sayğac oxuması su, elektrik və qaz istehlakı məlumatlarının real vaxt rejimində uzaqdan izləmə və hesablaşma məqsədilə istehlakçıya və təchizatçıya ötürülməsi üçün istifadə olunur. “Ağıllı sayğac”lar su, elektrik və qaz istifadəsini və ya oğurluqları qısa müddət ərzində və real vaxt rejimində ölçə və hesabat verə bilər.

“*Ağıllı su idarəetməsi*”. BMT-nin hesabatlarına görə su çatışmazlığı 2025-ci ilədək dünya əhalisinin təxminən 20%-nə birbaşa təsir edəcək və dolayısı ilə planetin qalan sakinlərinə, ümumiyyətlə iqtisadiyyata və ekosistemlərə təsir edəcəkdir. “Ağıllı su sistemləri” bu proqnozların qarşısını almağa və su ehtiyatlarından səmərəli istifadə nəticəsində vurulmuş ziyanı aradan qaldırmağa kömək edə bilər. Bu gün ağıllı su texnologiyası şirin su anbarından başlayaraq çirkab sularının toplanmasına və təmizlənməsinə qədər bütün su təchizatı zəncirinə nəzarət edir. Ağıllı su ehtiyatları idarəetməsində müxtəlif sensorlardan geniş istifadə olunur. Su təchizatı zəncirinin müxtəlif nöqtələrindəki sensorlar tərəfindən generasiya olunan məlumatlardan istifadə edərək ağıllı sayğaclar və monitorinq mərkəzləri su istehlakını real vaxtda ölçür, həddindən artıq istifadə və tullantı nöqtələrini müəyyənləşdirməyə kömək edir, istifadə qaydalarını tənzimləyir və gələcək istehlak üçün proqnozlar verir.

Mövcud “ağıllı şəhər”lər

Son on il ərzində bir çox şəhərlər AŞ layihələrinin reallaşdırılması istiqamətində bir sıra uğurlu addımlar atmağa nail olublar. Aşağıda AŞ konsepsiyasının uğurla tətbiq olunduğu şəhərlər göstərilmişdir:

Barselona müxtəlif analitik göstəricilərinə görə davamlı olaraq yüksək pillələrdə qərarlaşır və AŞ konsepsiyasında istinad kimi istifadə olunur. Təsadufi deyil ki, bu şəhər 2011-ci ildən etibarən hər il AŞ-lər üçün ən əhəmiyyətli tədbir olan Smart City Expo Dünya Konqresinə ev sahibliyi edir. Barselona dünyanın ən qədim şəhərlərindən biri olmasına baxmayaraq müasir texnologiyalar vasitəsilə burada AŞ layihələrini uğurla həyata keçirməyə nail olublar [23]. Şəhərdə tullantıların toplanmasını, nəqliyyat və park sistemlərini, yaşıl sahələrin suvarılmasını, yağış, nəm, külək, günəş, səs-küy, havanın çirklənməsini ölçən sensorlar mövcuddur. İctimai işıqlandırmada enerjiyə qənaət edən və günəş enerjisindən istifadə edən küçə lampalarından istifadə olunur. 2012-ci ildən bəri Barselona şəhər daxilində ictimai nəqliyyatdan tullantıların idarə edilməsinə qədər quraşdırılmış ağıllı cihazları sahəsində illik gəliri təxminən 100 milyon dollar artırdı. Məsələn, ağıllı işıqlandırma sayəsində şəhər hər il 37 milyon dollar əlavə qənaət etdiyini bildirdi. Ümumilikdə, ağıllı sistemlər sudan 58 milyon dollar qənaət etməyə, park gəlirlərini ildə 50 milyon dollar artırmağa kömək etdi [24].

Sinqapur şəhər əyaləti “ağıllı kamera”larla ictimai yerlərin təmizliyini, insanların sıxlığını və qeydiyyatı alınmış nəqliyyat vasitələrinin hərəkətini izləyən tam AŞ yaratmaq yarışında ən qabaqcıllardan biri sayılır. “Ağıllı nəqliyyat sistemi”ni tətbiq etmək üçün 1 Gbit/s-lik ultra yüksək sürətli, genişzolaqlı infrastrukturdan istifadə olunur. Sinqapurda enerji istifadəsini, tullantıların idarə edilməsini və suyun istifadəsini real vaxtda izləyən sistemlər də mövcuddur. “Yaşıl şəhərlər” indeksində Sinqapur Asiyada birinci sıralarda qərarlaşır. Yağış sularının yığılması, çirkab suların təmizlənməsi və duzsuzlaşdırılması da daxil olmaqla, şəhər texnoloji cəhətdən ən inkişaf etmiş su idarəetmə sistemlərindən birinə sahibdir [4]. Bundan əlavə, yaşlı və xəstə insanların rifahını təmin etmək üçün bir sıra nəzarət sistemləri də mövcuddur. TeleHealth video konsultasiyaları şəxsən baş çəkmək mümkün olmadıqda İnternet üzərindən görüşlər təklif edir, TeleRehab isə xəstələrə öz evlərində məşqlər etməyə imkan verir. Fiziki sağlamlığı məhdud olan vətəndaşların işini asanlaşdırmaq üçün RFID (*Radio Frequency Identification*) kartları işıqforun dirəklərinə toxundurduqda yol keçmə müddətini artırmaq üçün istifadə olunur [25].

İspaniyanın Santander şəhəri də AŞ olaraq tanınır. 2012-2014-cü illərdə AŞ tədqiqat layihələrindən biri Santanderdə həyata keçirilmişdir. Bu layihə zamanı ətraf mühitin monitorinqi üçün təxminən 2000 sensor və 400 park sensoru, 2000 RFID etiketi və QR (*Quick Response code*) kodu, 60 cihaz real vaxt rejimində nəqliyyatın idarə edilməsinin analiz edilməsi üçün quraşdırılmışdır [26]. Şəhər zibil qutularında və konteynerlərdə tullantıların səviyyəsinə dair real vaxt məlumatlarını toplamaq üçün 6000 sensor, RFID və NFC (*Near-Field Communication*) etiketlərindən istifadə edir. Şəhərdə istilik, rütubət, nəqliyyat vasitələrinin sürəti və yeri, trafik intensivliyi, ictimai nəqliyyat hərəkət cədvəlləri, hava keyfiyyəti və su təchizatı şəbəkələri

haqqında məlumatlar kimi bir neçə “ağıllı” məsələləri yerinə yetirən təxminən 20000 ağıllı cihaz var. Alınan sensor məlumatları mərkəzi kompüter tərəfindən Munoz laboratoriyasına ötürülür. Beləliklə, bu rəqəmsal Santander şəhərində hər şey qeyd olunur [27].

ABŞ-in Çikaqo şəhərindəki AŞ layihəsi əsasən təhsil, iqtisadi inkişaf, cinayət və nəqliyyatın idarə edilməsinə yönəlmişdir. IBM şirkəti ilə əməkdaşlıq edərək ağıllı şəbəkələri dəstəkləmək üçün Çikaqoda təxminən 300000 “ağıllı” cihaz yerləşdirilmişdir. Bu layihənin əsas məqsədi enerji itkilərini azaltmaq və xərclərə qənaət etməkdir. Layihə çərçivəsində şəhərdəki cinayətin azaldılmasına kömək edən, Cisco texnologiyalarına əsaslanan analitik bir platforma hazırlanıb [27].

San-Diyeqoda trafik axını və parklanmanı optimallaşdırmaqla yanaşı ictimai təhlükəsizlik və ətraf mühit haqqında məlumatlılığı artırmaq üçün 3200 “ağıllı” sensor quraşdırılmışdır. Elektrik nəqliyyat vasitələri günəşdən elektrik enerjisi doldurma stansiyaları tərəfindən dəstəklənir və ağıllı kameralar trafik problemlərini və cinayətləri izləyir [18].

Toronto şəhərində istifadəçilərin onlayn şəkildə gündəlik, aylıq və ya illik ümumi və orta su istehlakını izləyən “MyWaterToronto” adlı sayt hazırlanıb. Hətta, istifadəçilər bu platformadan istifadə edərək sızıntıları aşkar edə bilirlər [28].

San-Fransisko şəhəri bir çox yeni, ağıllı texnologiyaların tətbiq olunmasına səbəb olan yenilikçi və yaradıcı bir atmosfərə sahibdir. Bu şəhər “yaşıl” təşəbbüsdən “ağıllı” park sisteminə qədər bir çox xüsusiyyətlərə sahib bir şəhər kimi tanınır.

Yaponiyanın Fujisava şəhəri daxilində bir yaşayış sahəsi olan Fujisava “ağıllı” şəhəriyi özəl və dövlət sektorları arasında orta AŞ layihəsidir. Fujisavada hər evdə enerji istehsalı üçün günəş batareyaları var. Həmçinin enerji istehlakı Smart ev enerji idarəetmə sistemi (*ing, Home Energy Management Systems, HEMS*) tərəfindən idarə olunur. Bundan əlavə, evlərin hər birində enerji istehlakı tənzimləndiyindən enerji səmərəliliyinin artırılması üçün həddindən artıq enerji istifadə edən evlərə dəstək verilir [26].

Şəhər rəhbərliyi tərəfindən vətəndaşların təhlükəsizliyini təmin etmək üçün fəlakət xəbərdarlıq sistemi, müşahidə kameraları, işıqlandırma və patrul kimi bir neçə xidmətlər təmin olunmuşdur. Bundan əlavə, qəsəbə sensor LED küçə işıqları ilə təchiz edilmişdir. Bu işıqlar yoldan keçən olduqda və ya nəqliyyat vasitəsi aşkar edildikdə parlaqlığı tənzimləyir.

2017-ci ildə **Stokholm** Şəhər Şurası (İsveç) 2040-cı ilədək dünyanın ən AŞ-i olmağı hədəfləyən bir yol xəritəsini təsdiqlədi. Yol xəritəsinin üç əsas məqsədi var: yaşlıların təhlükəsizliyi, effektiv hərəkətlilik və təmiz su. Bu məqsədlə dövlət sektoru və sənaye nümayəndələrinin yol xəritəsinin icrası üzərində çalışdığı “Digital Demo Stockholm” tərəfdaşlığı yaradıldı. Bundan başqa, bu yol xəritəsi təsdiqlənməmişdən əvvəl də Stokholm artıq AŞ sahəsində aşağıda qeyd olunan layihələri uğurla həyata keçirməyi bacarmışdı [26, 29]:

“*Ağıllı qutu*”lar. Günəş enerjisi ilə işləyən bu qutular sensorlar vasitəsilə tam dolmaq üzrə olduqlarını bildirirlər. Hətta həmin zibil qutuları tullantıları qablaşdırmağa qadırdırlar. Adi qutuları gündə 1-3 dəfə boşaltmaq lazımdırsa, “ağıllı” qutular günəş enerjisi ilə işləyir və tullantıları qablaşdırdıqları üçün onları həftədə yalnız dörd dəfə boşaltmaq lazımdır. Bu, daha az zibil toplama, daha az xərc və tullantıların azaldılması deməkdir.

“*Ağıllı küçə işıqları*”. LED texnologiyası olan küçə işıqları və işıq intensivliyini tənzimləyə bilən hərəkət sensorları.

Təkliflər üçün mobil tətbiqlər. Vətəndaşların şəhərdə rast gəlinən hər hansı bir trafik və ya şəhərsalma hadisəsi barədə birbaşa məlumat verə biləcəyi bir ağıllı telefon tətbiqi.

İşıqforlara nəzarət edən ictimai nəqliyyatın idarə edilməsi mərkəzi. Avtobuslar qrafikdən geri qaldıqda işıqforlarda prioritet almaq üçün mərkəzə sorğu göndərə bilər. Sistem cədvəldən bir dəqiqədən çox geri qalan avtobusların işıqforlarda avtomatik olaraq prioritet almasına imkan verir. Sürücü Avtobus Radio Birliyi vasitəsi ilə işıqforun idarəetmə sistemində sorğu göndərir. Şəhərdə avtomobilləri, avtobusları, tramvayları və velosipedləri izləmək üçün 4000-dən çox yerüstü sensor quraşdırılmışdır.

“Ağıllı şəhər” sahəsində mövcud olan problemlər və həlli yolları

İKT bir şəhərin idarə edilməsini və fəaliyyətini genişləndirmək üçün böyük potensiala malikdir. Lakin bütün bu texnologiyaların öz çatışmazlıqları və məhdudiyyətləri var. AŞ konsepsiyasının yaradılması zamanı meydana çıxan problemlərdən bəziləri aşağıda göstərilmişdir [30-32]:

İnfrastruktur problemləri. AŞ sakinlərin həyat keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq məqsədilə məlumat toplamaq və analiz etmək üçün sensor texnologiyasından istifadə edir. Havanın çirklənməsindən yollardakı tıxacların səviyyəsinə qədər məlumat toplayan sensorların quraşdırılması və saxlanması kompleks bir infrastruktur tələb edir. Məlumatların toplanması üçün çoxlu sayda “ağıllı” cihazlar yerləşdirilməlidir. “Ağıllı” cihazlarla bağlı meydana çıxan problemlər və həlli yolları aşağıdakılardır:

- Sensorlar enerji toplaması mümkün olmayan mühitdə yerləşdirildiyindən qida mənbəyi kimi batareyalardan istifadə olunur. Batareyaların istifadə müddəti isə uzunmüddətli fəaliyyət üçün kifayət etmir. Bu səbəbdən sensorların aparat təminatının təkmilləşdirilməsi və qida mənbəyi kimi alternativ enerji mənbələrindən istifadə edilməsi tələb olunur;
- Mürəkkəb infrastruktura malik şəhər mühitində sensorların düzgün yerləşdirilməsi dəqiq ölçmə və hesabat vermək üçün çox vacibdir;
- Hazırda həddən artıq böyük həcmdə verilənlər generasiya edən milyardlarla “ağıllı” qurğular mövcuddur. Generasiya edilən verilənlərin emalı və saxlanması üçün böyük həcmdə resurslar tələb edilir. Bunun üçün bulud və ya duman texnologiyalarından geniş istifadə olunur. Lakin generasiya olunan məlumatların həcmindən və növündən asılı olaraq hesablamaların hansı hissəsinin bulud serverə yüklənməsi, hansı həcmdə hesablamaların isə duman qurğularında yerinə yetirilməsini müəyyənləşdirmək üçün metodlar işlənməlidir;
- IoT qurğuları və sensorları müxtəlif şirkətlər tərəfindən istehsal olunduğundan onların şəbəkə standartları, hesablama gücü, yaddaş və s. kimi imkanları da müxtəlifdir. Bu zaman şəbəkələrin idarəetməsi, əlaqələndirilməsi və ən optimal resursların seçilməsi mürəkkəb problemə çevrilir. Bu problemlərin həlli üçün milyardlarla IoT cihazını birləşdirən vahid bir yanaşma tələb olunur.

Maliyyə problemləri. Aydındır ki, AŞ qurmaq üçün böyük bir İKT infrastrukturu lazımdır. Bunun üçün milyonlarla sensora, minlərlə şəbəkə avadanlığına və hesablama cihazına ehtiyac var. Məsələn, “ağıllı” nəqliyyat idarəetmə sistemində hər bir avtomobil sensorlarla təchiz olunmalı və yol kənarında minlərlə cihaz quraşdırılmalıdır. Digər tərəfdən, dayanıqlı AŞ konsepsiyasına nail olmaq üçün uğurlu strategiya hazırlamaq, texnologiyaların tətbiq olunma sahələrini müəyyənləşdirmək üçün kifayət qədər texniki və İKT mütəxəssislərinə ehtiyac var. Bunun üçün böyük maliyyə investisiyaları tələb olunur. Bu sərmayə yalnız bir dəfə ilə məhdudlaşmır. Quraşdırılmış avadanlıqları davamlı olaraq işlək halda saxlamaq üçün onlar tez-tez yoxlanılmalı və təkmilləşdirilməlidir. Bütün bunlar isə kifayət qədər maliyyə xərcləri tələb edir. Hökumətlər AŞ təşəbbüslərinə uyğun gəlir modelləri yaratmaq üçün yeni bir strategiya hazırlamağı düşünməlidirlər.

Şəbəkə problemləri. AŞ mühitində sensorlar real vaxtda böyük həcmdə məlumat toplayır və göndərir. AŞ xidmətlərinin səmərəli idarə olunması üçün toplanan məlumatların təhlili və emalı demək olar ki, dərhal yerinə yetirilməlidir. Bunun üçün yüksəksürətli İnternet bağlantısı tələb olunur. Simsiz genişzolaqlı xidmətlərin genişlənməsinə baxmayaraq hələ də bir çox böyük şəhərlərdə internetə girişin məhdud olduğu ərazilər vardır. Bir çox şəhərlərdə yüksəksürətli məlumat ötürülməsi üçün kifayət qədər təsirli olmayan 4G mobil əhatə sistemi mövcuddur və yaxud da mövcud sistemin imkanlarından tam istifadə olunmur. Bir çox şəhərlərin də yaxın gələcəkdə 5G-yə keçəcəyi real görünür. AŞ-in isə real zamanda və fasiləsiz fəaliyyət göstərməsi üçün orada yüksəksürətli İnternetin quraşdırılması tələb olunur.

AŞ qurğuları, ümumiyyətlə Wi-Fi, ZigBee, WiMax, LoRaWAN, Z-Wave, WPAN, mobil internet və s. kimi müxtəlif simsiz şəbəkə texnologiyalarından istifadə edərək yerləşdirilir.

Bununla birlikdə, müxtəlif simsiz şəbəkələr arasında qarşılıqlı əlaqəni təmin etmək böyük bir problemə çevrilmişdir. Müxtəlif simsiz şəbəkələr arasında ünsiyyəti təmin etmək üçün qarşılıqlı əlaqə məsələlərini həll etmək lazımdır.

Təhlükəsizlik problemləri. AŞ-lər çoxlu sayda cihazın İnternetə qoşulmasını təmin etdiyi üçün təhlükəsizlik çox vacib bir problemə çevrilir. AŞ cihazlarının 2025-ci ilədək 1 milyarda çatacağı proqnozlaşdırılır. İnternetə qoşulmuş bu cihazlar real vaxtda çoxlu sayda məlumat generasiya edəcəkdir. HP şirkətinin proqnozlarına görə AŞ IoT cihazlarının təxminən 70%-i yetərli avtorizasiya, qeyri-kafi proqram mühafizəsi və zəif şifrələnmiş rabitə protokolları kimi əhəmiyyətli zəifliklər səbəbindən hücum riski altındadır [27]. Hakerlər, viruslar, “Trojan” və s.-dən gələn təhdidlər xidmətləri pozmaq və bütün sistemə (bank, nəqliyyat və s.) müdaxilə etmək kimi böyük potensiala malikdir və bu da böyük itkilərlə nəticələnə bilər [33]. Bu səbəbdən dövlət orqanları və İT mütəxəssisləri “ağıllı” cihazların təhlükəsizliyini və dəstəkləyici infrastrukturunu gücləndirməlidirlər. Təhlükəsizlik və məxfilik yalnız məlumat və xidmətlərə giriş təmin etmək üçün deyil, həm də bu sistemlərdən istifadə zamanı vətəndaşlar arasında inam yaratmaq üçün vacibdir.

AŞ-dəki təhlükəsizlik problemləri bir çox insanın AŞ layihələrinə şübhə ilə yanaşmasının əsas səbəbidir. IoT cihazları mahiyyət etibarilə təhlükəsizlik boşluqlarıdır. Artan IoT sensorları və şəhər infrastrukturunun bir-birindən asılı, ayrı-ayrı hissələrinin artan qarşılıqlı əlaqəsi təbii ki, narahatlıqlar doğurur. Təhlükəsizlik standartları dəyişməz qalsa, kiber cinayətkarlar bir gün bütün AŞ xidmətlərini yararsız hala sala bilər. Xoşbəxtlikdən, texnoloji şirkətlər getdikcə daha da inkişaf etmiş kiberhücumlardan qorunmaq üçün böyük məlumat analitikası, blokchain və şifrələmə texnologiyalarına əsaslanan təhlükəsizlik həlləri yaradırlar. AŞ xidmətlərinin həyata keçirilməsində maraqlı olan şirkətlər, özəl və dövlət sektorları təhdidləri aradan qaldırmaq üçün yeni nəsil təhlükəsizlik sistemlərinə investisiya yatırmalıdırlar.

Məxfilik problemləri. Şəhər sakinləri AŞ layihələrindən faydalanmaq və daha yaxşı təhlükəsizlik, aşağı cinayət halları və ümumiyyətlə daha yaxşı bir həyat keyfiyyətinə sahib olmaq istəyir. Lakin AŞ-də həyat keyfiyyəti ilə məxfiliyə müdaxilə arasında bir tarazlıq var. Ağıllı bir şəhərə doğru irəliləyiş və müxtəlif cihazların gündəlik həyata inteqrasiyası ilə məxfilik problemləri yaradan fərdi məlumatların toplanması təbii hala çevrilir. Məsələn, istifadəçiyə tıxac barədə məlumat verən “ağıllı” bir trafik idarəetməsi tətbiqi, istifadəçinin yeri barədə məlumat tələb edəcəkdir [34]. Şəhərin hər yerində quraşdırılmış CCTV (*Closed-Circuit Television*) kameralar qanun pozuntularının qarşısını ala bilər, lakin bir şəxsdən hər hansı məqsəd üçün toplanan məlumatlar, bildiriş və razılıq verilmədən başqa bir məqsəd üçün istifadə oluna bilər. Bu səbəbdən də, yeni məlumat məxfiliyi və idarə olunması siyasətlərinə ehtiyac var. Son illərdə müxtəlif mexanizmlər və strategiyalar hazırlanmışdır, lakin sürətlə inkişaf edən “ağıllı” qurğuların çoxsaylı təhlükəsizlik tələblərini təmin etmək üçün daima yenilənməlidir. İcazəsiz şəxslər tərəfindən sui-istifadə hallarının qarşısını almaq üçün şifrələmə metodları və diferensial məxfilik kimi bəzi yeni metodlar tətbiq edilməlidir.

Sosial adaptasiya problemləri. AŞ şəhər əhalisinin mövcud və ortaya çıxan problemlərinin öhdəsindən gəlmək üçün ideal bir həll kimi görünür. Belə bir sistemin sosial uyğunlaşması ümumilikdə vətəndaşların və xüsusilə şəhər rəhbərlərinin sosial vərdişlərində dəyişiklik tələb edir. “Ağıllı” obyektlərin ətraf mühiti düzgün qavraması, məlumatları etibarlı şəkildə mübadilə etməsi, məxfi məlumatları qoruması zəmanəti olmadan, istifadəçilər gündəlik həyatlarının bir hissəsi olacaq bu yeni texnologiyayı qəbul etmək istəməzlər və bu da xidmət təminatçıları üçün AŞ tətbiqetmələrinin bazar dəyərini azaldır. Bu səbəbdən belə narahatlıqlar AŞ tətbiqinin başlanğıc mərhələsində proaktiv şəkildə həll olunmazsa, istifadəçilər və müəssisələr tərəfindən bu texnologiyanın qəbul edilməsinə maneə yarana bilər. Məsələn, şəhər yaşlı insanlar üçün “ağıllı” səhiyyə təşəbbüsü həyata keçirə bilməz, çünki əksəriyyəti bu texnologiyadan necə istifadə edəcəyini bilmir. Beləliklə, AŞ xidmətləri yalnız texnoloji cəhətdən bilikli vətəndaşlara deyil, bütün kateqoriyalı vətəndaşlara xitab edəcək şəkildə həyata keçirilməlidir.

Big Data problemləri. AŞ cihazlarının sayı sürətlə artdıqca, onlardan toplanan fərqli məlumatların müxtəlif sürətlərdə emalı effektiv idarəetmə sistemi tələb edir. Bu sistem etibarlı və miqyaslı olmalıdır. Sətsiz-hesabsız AŞ sensorlarından qeyri-bircins məlumatların davamlı yaradılması, toplanması, işlənməsi və saxlanması öz çətinlikləri var. Buna baxmayaraq, şəhərdən toplanan böyük məlumatlar AŞ-nin hədəfinə çatmaq üçün son dərəcə faydalı və həyati əhəmiyyətə malikdir. Məsələn, nəqliyyat vasitələrinə quraşdırılmış GPS (*Global Positioning System*) sensorları nəqliyyat axını barədə istifadəçiləri məlumatlandırmaq və istiqamətləndirmək üçün real vaxt rejimində istifadə edilməlidir. Bu cihazların hər birindəki məlumatları ölçmək və birləşdirmək qabiliyyəti olmadan, bu xidmət tam həyata keçirilə bilməz. Bu məlumatların təhlili “ağıllı” metodlar və alqoritmlər tələb edir. Məsələn, dərin öyrənmə metodları cihazların yaratdığı məlumatları səmərəli şəkildə təhlil etmək üçün uyğunlaşdırıla bilər.

Nəticə

Son onillikdə şəhərlərin müxtəlif problemlərinin həlli üçün təklif olunan yeni istiqamətlərdən biri də AŞ konsepsiyasıdır. AŞ müasir texnologiyalardan istifadə edən, yenilikləri tətbiq edən və yüksək həyat keyfiyyəti təklif edən bir konsepsiya kimi təqdim edilir. AŞ iqtisadi, sosial, ekoloji və həyat keyfiyyəti kimi şəhərin müsbət inkişafına təsir göstərən amillər haqqında məlumatları idarə edən “ağıllı” sistemlərin birləşməsinə hədəfləyən bir konsepsiyadır. AŞ şəhərdə baş verən situasiyaları analiz edir, şəhərin inkişafını və həyat keyfiyyətini artırmağın texnoloji həllərini təklif edir. AŞ-ın problemlərin həllinə əhəmiyyətli təsir göstərməsinə baxmayaraq, onun yaradılmasının infrastruktur, şəbəkə, təhlükəsizlik və s. kimi öz problemləri var. Bir çox tədqiqat mərkəzlərində AŞ konsepsiyasının elmi-nəzəri problemlərinin həlli istiqamətində intensiv tədqiqat işləri aparılır. AŞ-nin global problemlərini qiymətləndirməyə yönəlmiş bu tədqiqatlar “ağıllı” bir şəhərin yaradılmasından əvvəl və sonrakı çətinliklərini əhatə edir. Bu səbəbdən də AŞ layihələri bir çox şəhərlərdə hələlik inkişaf mərhələsindədir. AŞ konsepsiyasının xərclərə qənaət etmək və effektivliyini sübut etmək üçün vaxt lazımdır.

Məqalədə AŞ konsepsiyası ilə bağlı beynəlxalq təcrübə araşdırılmış, müasir vəziyyəti, perspektivləri, istifadə olunan şəbəkə standartları, AŞ xidmətləri, AŞ nümunələri, problemləri və onların həlli yolları haqqında məlumat verilmişdir. Burada baxılan məsələlər AŞ konsepsiyasının ümumi görünüşünü əhatə edir. Qeyd edilən məsələlər Azərbaycanda AŞ layihələrinin həyata keçirilməsi sahəsində istifadə edilə bilər.

Ədəbiyyat

1. UN Press release, <https://www.population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-PressRelease.pdf>
2. Açıq hökumətin təşviqinə dair 2020–2022-ci illər üçün Milli Fəaliyyət Planı, <https://www.president.az/articles/35990>
3. “Ağıllı şəhər” (Smart Jity) və “ağıllı kənd” (Smart Village) konsepsiyasının hazırlanması haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin sərəncamı, <https://www.president.az/articles/51179>
4. Augustyn A. Smart Cities – brand cities of the future / Conference: The Business of Place: Critical, Practical and Pragmatic Perspectives, 2013, pp. 1-11.
5. Ayca K., Ondrej K., Attila K., M. Fatih T. Future Trends and Current State of Smart City Concepts: A Survey // IEEE Access, vol. 8, 2020, pp.86448 – 86467.
6. Chun S.L, Youwei J., Zhekang D., Dongxiao W., Yingshan T., Qi H. L., Richard T.K.W., Ahmed F.Z, Ruiheng W., Loi L.L. A Review of Technical Standards for Smart Cities // Clean Technologies vol. 2, no. 3, 2020, pp.290-310.
7. Aliguliyev R.M., Mahmudov R.Sh. Aşyaların Interneti: mahiyyəti, imkanları və problemləri // İnformasiya jəmiyyəti problemləri, 2011, №2(4), s.29–40.

8. Mammadova M.H., Jabrayilova Z.G. Daniz neft platformasında personalın fiziolozhi vaziyatının və joğrafi mövgeyinin monitoringində ashyaların internetinin imkanları // *İnformasiya texnologiyaları problemləri*, 2018, №2, s.3–17.
9. Eiman A.N., Hind A.N., Nader M., Jameela A.J. Applications of big data to smart cities // *Journal of Internet Services and Applications*, vol. 6, no. 1, 2015, pp. 1-15.
10. Mell P., Grance T. The NIST definition of cloud computing, 2010, <http://www.nist.gov/itl/cloud/upload/cloud-def-v15.pdf>.
11. Alakbarov R.G., Hashimov M.A. Bulud texnologiyaları: xidmatlar, problemlər və tatbig sahələri // *İnformasiya texnologiyaları problemləri*, 2016, №1, s.3–10.
12. Hashimov M.A. Ashyaların interneti mühitində fog texnologiyasından istifadə masalaları // *İnformasiya texnologiyaları problemləri*, 2020, №2, s.80–90.
13. Arsénio A., Serra H., Francisco R., Nabais F., Andrade J., Serrano E. Internet of Intelligent Things: Bringing artificial intelligence into things and communication networks // *Stud. Comput. Intell.*, 2014. vol.495, pp.1–37.
14. Laura G., Jose M.J., Miran T., Jaime L. Wireless Technologies for IoT in Smart Cities // *Network Protocols and Algorithms*, vol. 10, no. 1, 2018, pp.23-64.
15. Saber T. , Miadreza S., Pierluigi S., Vincenzo L., Aurelio T., João P.S.C. A Review of Smart Cities Based on the Internet of Things Concept // *Energies*, vol. 10, no. 4, 2017, pp. 1-23.
16. Alexandru L., Valentin P. Internet of Things and LoRaTM Low-Power WideArea Networks: A Survey / 2017 International Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS), 13-14 July 2017, pp. 1-5.
17. Arasteh H., Hosseinezhad V., Loia V., Tommasetti A., Troisi O., Shafie-khah M., Siano P. Iot-based Smart Cities: a Survey / *The 16th IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering*, 2016, pp. 1-6.
18. Pukha Y., Sidorov G., Khakhulin S. The Internet of Things for Smart Cities, <https://www.pwc.ru/en/assets/iot-for-cities-eng.pdf>
19. Badis H., Rida K., Sherali Z., Achraf F., Lyes K. Internet of Things (IoT) Technologies for Smart Cities // *ET Research Journals*, 2015, pp. 1–14.
20. Talamo C., Pinto M.R., Viola S., Atta N. Smart cities and enabling technologies: influences on urban Facility Management services / *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 296, 30 July 2019, <https://www.iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/296/1/012047/pdf>
21. Radovan N., Radek K.,Jaroslav K. Smart City Concept, Applications and Services // *Journal of Telecommunications System & Management*, vol.3, Issue 2, 2014, <https://www.hilarispublisher.com/open-access/smart-city-concept-applications-and-services-2167-0919-117.pdf>
22. Andrea Z., Nicola B., Angelo C., Lorenzo V., Michele Z. Internet of Things for Smart Cities // *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 1, 2014, pp. 22 – 32.
23. Ibrar Y., Ibrahim A.T.H., Yasir M., Abdullah G., Salimah M., Sghaier G. Enabling Communication Technologies for Smart Cities // *IEEE Communications Magazine*, vol. 55, no. 1, 2017, pp. 112 – 120.
24. Ferrer J. Barcelona’s Smart City vision: an opportunity for transformation // *The journal of field actions*, Special Issue 16, 2017.
25. Singapore as a Smart City. <https://www.thalesgroup.com/en/worldwide-digital-identity-and-security/iot/magazine/singapore-worlds-smartest-city>
26. Ruben S., Adria’n N., Jesus S., Aritz B., Rube’n M., Unai Z., Gorka A., Aitor A. Smart cities survey: Technologies, application domains and challenges for the cities of the future // *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 15 no. 6, 2019, pp.1-36.

27. Yasir M., Farhan A., Ibrar Y., Asma A., Muhammad I., Sghaier G. Internet-of-Things Based Smart Cities: Recent Advances and Challenges // IEEE Communications Magazine, vol. 55, no. 9, 2017, pp. 16 – 24.
28. MyWaterToronto, <https://www.toronto.ca/services-payments/water-environment/how-to-use-less-water/mywatertoronto/>
29. Wouter H.N.E., Robin E., Efthymios C. The Internet of Things as Smart City Enabler: The Cases of Palo Alto, Nice and Stockholm // Digital Transformation for a Sustainable Society in the 21st Century, 2019, pp.293-304.
30. Ejaz A., Abdullah G., Mohsen G. Internet of Things based Smart Environments: State-of-the-art, Taxonomy, and Open Research Challenges // IEEE Wireless Communications, vol. 23, no. 5, 2016, pp.10-16.
31. Narmeen Z.B., Jawwad A.S. Smart City Architecture: Vision and Challenges // International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 6, no. 11, 2015, pp.246-255.
32. Mostafa B., Mahmoud G., Mohsen D., Nasrin M.H. International Challenges of Smart Cities // Armanshahr Architecture & Urban Development, vol. 10, no. 20, 2017, pp.79-90.
33. Abbas S.S., Daniel S.S., Anup K., Adel E. IoT in Smart Cities: A Survey of Technologies, Practices and Challenges // Smart Cities, vol. 4, 2021, pp.429–475.
34. Elias Z. T, Vangelis A., Alexandros F., David G., Cosmin-Septimiu N., George O., Henrich C. P., Anastasius G. Enabling Reliable and Secure IoT-based Smart City Applications / The First International Workshop on Pervasive Systems for Smart Cities, 2014, pp.111-116.

УДК 004

Гашимов Мамед А.

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан
mamedhashimov@gmail.com

Концепция «Умный город»: текущая ситуация, области применения и проблемы

В последнее время термин «умный город» (УГ) стал широко использоваться на научных конференциях, семинарах, технологических форумах, в политических организациях и даже в повседневной жизни граждан. В статье УГ рассматривается как многообещающее решение для предоставления эффективных услуг гражданам с использованием информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Целью создания УГ является улучшение качества жизни граждан и повышение эффективности городских услуг. В статье представлена информация о текущем состоянии и перспективах УГ. Проанализированы основные составляющие, необходимые для получения статуса УГ. Проанализированы передовые технологии, используемые при реализации концепций УГ. Показаны сетевые стандарты, используемые для сбора и передачи данных, собранных в среде УГ. В то же время предоставлена информация об услугах, предоставляемых УГ, их преимуществах для граждан и государственных органов. В статье исследуются города, успешно реализовавшие проекты УГ в ряде стран мира. Проанализированы существующие проблемы в реализации концепции УГ и внесены определенные предложения. При выполнении работы использовались методы сравнительного анализа и системного подхода. Полученные в статье результаты могут быть использованы для решения научно-теоретических проблем концепции УГ, а также формирования этой концепции.

Ключевые слова: «умный город», компоненты «умного города», сетевые стандарты, проблемы «умного города».

Mammad A. Hashimov

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

mamedhashimov@gmail.com

“Smart City” Concept: Current State, Application Fields, and Problems

Recently, the term “smart city” (SC) has become widely used in scientific conferences, workshops, technology forums, political organizations and even in citizens’ daily lives. SC is considered a promising solution to provide effective services to citizens using Information and Communication Technologies. (ICT). The goal of establishing SC is to raise the welfare of citizens and increase the efficiency of urban services. The paper provides information on the current state and future perspectives of SC. Here, the main components required to obtain the status of SC have been analyzed. The paper also studies the advanced technologies used in the implementation of the concepts of SC. The network standards used for data collection and transmission in SC environment have been presented. Moreover, the paper provides information on the services delivered in SC environment, their benefits for citizens and government agencies. The paper also investigates the cities that have successfully implemented SC projects in various countries around the world. The existing problems in the implementation of the SC concept were analyzed and certain suggestions were proposed. Comparative analysis and systematic approach methods were used in the implementation of the study. The results obtained in the paper can be used to solve the scientific and theoretical problems of SC concept, as well as in the formation of this concept.

Keywords: “Smart City”, “Smart City” components, network standards, “Smart City” challenges.