

## MÜHƏNDİSLİK

UOT 004.73

### SİMSİZ TEXNOLOGİYALARIM İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ VƏ ONLARIN ƏSAS XÜSUSİYYƏTLƏRİ

*M.N.Məmmədov, A.Q.Məsimov*  
*Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti*

**Açar sözlər:** *simsiz texnologiyalar, IEEE 802.11ax standartı, beşinci nəsill- 5G texnologiyası, internet əşya, WiGig şəbəkələri, backscatter qurğuları, SDR texnologiyası, V2X standartı, LPWAN şəbəkələri, IEEE 802.11 az texnologiyası protokolları*

Son iki onillikdə simsiz texnologiyalar bir çox əhəmiyyətli əlaqə və informasiyanın ötürülməsi vasitələrini sıxışdırıb aradan çıxarmış və öz tətbiq sahəsinin miqyasını genişləndirmişdir. Yaxın illərdə yeni simsiz kommunikasiya növlərinin yaranması və onların perspektiv texnologiyaların əsasını təşkil edəcəyi gözlənilir.

Simsiz şəbəkələrin yeni növləri yaxın illərdə robotlar, dronlar, özü idarə olunan avtomobillər, yeni tibbi alət və qurğular, digər inkişaf edən texnologiyalar zəncirində vacib halqalardan biri olacaq. Bu baxımdan simsiz texnologiyaların yaxın illərdəki inkişaf perspektivlərinin əsas tendensiyalarının öyrənilməsi aktual olmaqla xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

Gartner (Gideon Gartner tərəfindən 1979-cu ildə yaradılmış və informasiya texnologiyaları bazarında sifarişlə və tirajlı tətqiqatların aparılması ilə məşğul olur) şirkətinin apardığı tədqiqatların nəticələrinə görə verilənlərin ötürülməsinin simsiz texnologiyaları yaxın beş ildən sonra bizim dünyanı tamamilə dəyişəcək. Belə ki, pilotsuz maşınlar təhlükəsiz olmaqla sənişinləri əyləndirəcək, simsiz enerji təminatı daha əlçatan və rahat olacaq, internet əşya ötürücüləri illərlə avtomat olaraq işləyə biləcək, robotlar və virtual köməkçilər əhatə dairəsini və səsləri daha yaxşı ayırd edəcək, geomövqeləmə dəqiqliyi bir metrə qədər azalacaq, hətta yeni interyer dizaynerləri yaranacaq. Gələcəkdə korporativ və məişət şəbəkələrində üstünlüyə malik olacaq ən perspektivli simsiz texnologiyaları və onların əsas xüsusiyyətlərini nəzərdən keçirək.

Perspektivli inkişaf istiqamətlərdən birincisi kimi hal-hazırda da geniş istifadə olunan Wi-Fi şəbəkələrini göstərmək olar. Bu şəbəkələr minimum 2024-cü ilədək ev və ofislər üçün əsas yüksək məhsuldarlığa malik şəbəkə kimi qalacaq. Özünün əhəmiyyətli rolundan başqa texnologiya yeni layihələrdə də öz tətbiqini tapacaq. Məsələn, radiolokasiya sistemləri və ya yeni nəsill iki amillli autentifikasiya sistemlərinin elementləri üçün əsas rolunda çıxış edə bilər.

2018-ci ilin sonlarında Wi-Fi Alliance beynəlxalq qrupu yeni marketinq adı Wi-Fi 6 olan IEEE 802.11ax standartının yaradılmasını elan etdi. Bu yeni standart əvvəlki versiyalarla uyğunlaşmaqla bərabər 2,4 QHz və 5 QHz diapazonunu dəstəkləyir. Wi-Fi 6 standartı qurğusu ortoqonal tezlik bölüşdürülməsi (OFDMA) ilə çoxsaylı daxil olmanı dəstəkləyir. Bu isə bir neçə müştərinin ortalama sürətlə, eyni anda verilənlərin sinxron ötürülməsi imkanlarına malik olması deməkdir. Əlavə olaraq MU-MIMO və OFDMA texnologiyalarının birgə işi 11 Qb/san. sürəti ilə qoşulmuş səkkizə qədər qoşulmanın dəstəklənməsini təmin edir. Əvvəlki ən yaxşı Wi-Fi standartlarında bu cür qoşulmaların sayı dördədən artıq olmurdu.

Wi-Fi 6 standartının Target Wake Time yeni funksiyası batareyalardan qənaətlə istifadə üçün yuxu rejiminə keçmə cədvəlinin yaradılması imkanlarını təmin edir.

Wi-Fi 6 standartının tətbiqi sirmsiz şəbəkələrin sıxlığını kifayət qədər artırmağa, vahid sahəsinə daha çox sayda istifadəçiyə düşən nəqliyyat, korporativ ofislər, ticarət zalları, otellər, stadionlar kimi ictimai yerlərdə verilənlərin mübadiləsi keyfiyyətinin yüksəldilməsinə imkan verir. Qeyd edək ki, Wi-Fi 6 standartının ilk kommersiya istifadəsi 2019-cu ilin sonu, 2020-ci ilin əvvəllərinə nəzərdə tutulmuşdu.

İkinci inkişaf istiqaməti kimi beşinci nəsill (5G) simsiz mobil şəbəkələrin inkişafı nəzərdə tutulur. Bu tipli şəbəkələrin ilk nümunələri hələ 2018-ci ildə tətbiq edilməyə başlandı, lakin bu tipli şəbəkələrə əsaslanan ilk kommersiya layihələrin şəhərlər və ya ölkə miqyasında reallaşdırılmasına yalnız 2019-cu ildə start verildi. Belə ki, 2019-cu ilin aprelində Cənubi Koreyada dünyada ilk dəfə olaraq bütün ölkə miqyasında 5G mobil əlaqəsi ilə üç kommersiya şəbəkəsi işə başladı. 2019-cu ilin may ayının sonunda isə Çində 5G şəbəkələrinin kommersiya istismarına başlandı.

Gartner kompaniyasının analitiklərinin fikirlərinə görə 5G şəbəkələrinin global miqyasda tətbiq olunmasına 5-8 il tələb olunur.

Bir çox hallarda, yüksək istifadəçi sıxlığına malik olan iri şəhərlərdə, aeroportlarda və istehsal müəssisələrində 5G şəbəkələri verilənlərin yüksək sürətlə ötürülməsi üçün daha ucuz alternativ kimi Wi-Fi şəbəkələrinin əlavələrinə çevriləcəklər. 5G texnologiyasının inkişafının ilk dövrlərində operatorların əksəriyyəti internetə sürətli daxil olma xidmətlərinin təqdim olunmasına diqqət yetirəcəklər. Çünki 5G standartı böyük inkişaf potensialına malikdir ki, məhz bu potensialın sonrakı inteqrasiyası verilənlərin mübadiləsi zamanı siqnalın minimal gecikdirilməsinin vacib olduğu internet əşyaların (internet əşya (İoT- ingiliscə internet of things-bir biri ilə və ya xarici mühitlə qarşılıqlı fəaliyyət üçün yaradılmış texnologiyalarla təchiz edilmiş fiziki əşyaların şəbəkə konsepsiyasıdır) və digər əlavələrin inkişafı üçün baza olacaq.

Simsiz texnologiyaların müasir dövrdə istifadə edilən növlərindən biri də tezliyi 30 QHz-dən 300 QHz-ə qədərki diapazonda dəyişən, uzunluğu 1 mm-dən 10 mm-dək olan dalğalardan istifadə edən simsiz şəbəkələrdir. Beynəlxalq Telekomunikasiya İttifaqının (ITU-İnternational Telecommunication Union) terminologiyaları ilə bu diapazon “ekstremal yüksək tezliklər” (EHF-Extremely High Frequency) adlandırılır.

Hal-hazırda EHF diapazonu az istifadə edilir, lakin ona çox da böyük olmayan məsafələrdə kifayət qədər həcmə malik olan verilənlərin ötürülməsində xüsusi ümidlər bəslənilir. Xüsusi halda IEEE 802.11 ad (şəbəkənin kommersiya adı WiGig-dir) texnologiyasının birbaşa görüntü şəraitində 7 Qb/san. sürətilə, 60 QHz tezlik diapazonunda, 10 metrə qədər məsafədə verilənlərin mübadiləsinin həyata keçirilməsi nəzərdə tutulur.

Yüksək ötürmə sürətilə kiçik məsafələrdə verilənlərin mübadiləsi sisteminə tələbatın artması dalğaların millimetrik diapazon simsiz texnologiyalarının populyarlığını yüksəldəcək (məsələn, 8K keyfiyyətli videoların axım şəkilli ötürülməsi üçün).

Backscatter (əks səpələnmə) qurğuları ilə fəaliyyət göstərən şəbəkələrin inkişafı simsiz texnologiyaların inkişaf istiqamətlərindən biridir. Backscatter qurğuları ilə Wi-Fi çox aşağı enerji sərfi ilə simsiz əlaqə texnologiyasıdır. O, qida mənbəyi kimi radiotezlik diapazonlarından istifadəyə əsaslanmış və internetə qoşulmaq üçün Wi-Fi-in mövcud infrastrukturundan istifadə edir. Başqa sözlə Backscatter qurğu qidalanma üçün

Wi-Fi-in enerjisindən, öz verilənlərini ötürmək üçün isə Wi-Fi şəbəkəsinin özündən istifadə edir.

Gartner analitiklərinin araşdırmalarının nəticələrinə görə bu cür qurğuların avtonomluğu və kompaktlığı onları zonalarda artıq simsiz siqnallarla işləyən ideal həll səviyyəsinə qaldırır. Gələcəkdə evlərdə və ofislərdə ötürücü və sensorlar kimi internet əşyaların nisbətən sadə həlləri üçün backscatter qurğu əsas ola bilər.

Müasir dövrünən yeni və perspektivli simsiz texnologiyalarından biri də SDR (SDR- Software-Defined Radio- Proqramla Müəyyənləşdirilən Radio)-dir ki, bu texnologiyada radiosiqnalın emalı üzrə əməliyyatların əksər hissəsi mikroşemədən proqram təminatına keçirilir.

SDR texnologiyası əslində çoxdan işlənilib hazırlanmışdır, lakin qiyməti müqayisədə daha ucuz olan ixtisaslaşdırılmış radiotezlikli çiplərin istehsalı onun sonrakı inkişafını dayandırmışdır.

Bütün bunlara baxmayaraq proqramla müəyyənləşdirilən simsiz texnologiyaların üstünlüyü aşkardır. Belə ki, eyni radiotezlikli SDR sistem istənilən verilənlərin mübadiləsi protokolları ilə tezliklər diapazonundan səmərəli istifadəyə imkan verir. Gözlənilir ki, SDR texnologiyasının populyarlığı simsiz texnologiyaların yeni protokollarının meydana gəlməsi ilə artacaq. Əgər yeni standartlar qəbul edilərsə, onda aparat hissəsinin dəyişdirilməsi lazım olmayacaq, kifayət edəcək ki, köhnəlmiş protokollarla uyğunluğu saxlamaqla yeni protokollara uyğun olan proqram təminatı yazılaraq istifadə edilsin [1].

Sürücüsüz avtonom avtomobillərin tətbiqi və inkişafı ilə əlaqədar olaraq maşınlar, həmçinin yol infrastrukturunu maşınların arasında yüksək etibarlı və yüksək mühsəfəyə malik kommunikasiyanı təmin edə bilən xüsusi simsiz əlaqə protokolları tələb olunur. Bu tələbə uyğun olaraq V2X (Vehicle-to-Everything- Hamıya qoşulmuş Avtomobil (daha geniş mənada- nəqliyyat)) standartı yarandı. İlk informasiya və status verilənlərin mübadiləsi üzrə ilkin funksiyalardan başqa V2X standartı protokolları təhlükəsizliyin təmin olunması vasitələri, naviqasiya və informasiya əyləncə xidmətləri kimi funksiyalarını da dəstəkləyirlər.

V2X ailəsinin ilk standartlarından olan IEEE 802.11p 2012-ci ildə qəbul edilmişdir. Bu standartda görə maşınlar arasında (Vehicles to Vehicles-V2V), maşınla infrastruktur arasında (Vehicles to Infrastructure- V2I) verilənlərin mübadiləsi simsiz şəbəkənin tətbiqi ilə həyata keçirilir. Növbəti addım 2016-cı ildə 3GPP assosiasiyası tərəfindən, verilənlərin mübadiləsinin LTE/4G mobil şəbəkəsinə əsaslanan C- V2X (Cellular

V2X) standartının qəbulu oldu. Məhz bu versiyaya standartın 5G mobil şəbəkəsinə təbii miqrasiyası variantı kimi baxılır.

*Harman International Industries* (Harman International Industries-amerika şirkətidir, elektronika, o cümlədən avtomobillərlə əlaqədar elektronika ilə əlaqədar olan məhsulları layihələndirir və işləyib hazırlayır)-in *araşdırmalarına görə* müasir V2X standartının qarşılıqlı əlaqədə ola biləcəyi obyektlərə infrastruktur, qadjetlər, piyadalar, nəqliyyat vasitələri aid edilir.

Analitiklərin fikirlərinə görə yeni avtomobillər üçün V2X-in dəstəklənməsinin mövcudluğu məcburi tələbat olacaq. Lakin bu ana qədər bazarda lazımı standart protokolları ilə inteqrasiyalı modellər meydana gələcək. Lakin yalnız 5G mobil şəbəkələri V2X sisteminin potensialına tam açacaq.

İnformasiya texnologiyaları və telekommunikasiya marketing və consulting şirkəti SNS Telecom & IT-nin analitiklərinin fikirlərinə görə IEEE 802.11p-nin və ya V2X-in qeyri müəyyənliyinə baxmayaraq, onunla əlaqədar həllərə qoyulan global investisiyalar 2022-ci ilədək hər il orta hesabla 15-17% artacaq. Həmin şirkətin proqnozlara görə 2022-ci ilin sonuna V2X texnologiyaları bazarı 1,2 milyard dollar həddinə çatacaq və V2X sistemi ilə əlaqəli həllərə malik dünya parkı 6 milyon avtomobilə malik olacaq [2].

Simsiz texnologiyaların inkişafı böyük radiusa malik olan simsiz enerji doldurma imkanlarını təmin edəcək. Enerji doldurmanın simsiz sisteminin birinci nəsli daşınan elektronika bazarına inqilabi elementin gətirilməsinə səbəb olmuşdur, lakin istehsalçıların düşüncələrinə baxmayaraq bu texnologiyanın istifadəsi kütləvi xarakter almadı. İstifadəçi mövqeyindən qurğunun müəyyən yerdə olan enerji doldurma qurğusunda yerləşdirilməsi tələbatı kabel vasitəsilə enerji doldurulması ilə müqayisədə elə də böyük üstünlüyə malik deyil. Hal-hazırda isə qadjetləri bir metrə qədər məsafədən enerji doldurulması üçün yeni texnologiyaların olduğu şəraitdə enerji doldurmanın simsiz texnologiyası elə də böyük əhəmiyyət kəsb etmir.

Son dövrlərdə analitiklərin apardıqları araşdırma və tədqiqatlar göstərir ki, daha böyük məsafədən simsiz qidalanma sistemi və ya enerji doldurulması (Long-Range Wireless Power) texnologiyaları yekunda yalnız noutbuklar, monitorlar və portativ texnika üçün deyil, mətbəx alətləri üçün də enerji kabellərindən istifadəni aradan sıxışdırıb çıxaracaq. Perspektivdə mövcud iş və yaşayış otaqları üçün yeni dizayner interyerinin yaranmasına şərait yaradacaq.

Hal-hazırda böyük olmayan həcmə malik verilənlərin mübadiləsi üçün uzunmüddətli avtonom iş üçün nəzərdə tutulan qurğularla fəaliyyət göstərə bilən aşağı enerji sərfinə malik simsiz distant şəbəkələr (LPWAN-Low-Power Wide-Area Networks) işlənilib hazırlanmışdır. Başqa sözlə LPWAN internet əşyaların texnikası və əlavələri üçün ideal həlldir. Bu sinifdən olan şəbəkələr şəhərlər, hətta ölkələr həcmində olan böyük əraziləri əhatə edə bilər. LPWAN şəbəkələrinin müasir texnologiyaları aşağıdakı variantlarla təqdim olunurlar:

1. NB-İoT (NarrowBand İnternet of things-dar zolaqlı İnternet əşyalar ) protokolu-mobil şəbəkələrdə LPWAN tətbiqi üçün 3GPP (3-rd Generation Partnership Project— 1998-ci ildə yaradılmış, mobil telefoniya üçün xüsusiyyətləri işləyib hazırlayan konsorsumdur) sənaye qrupu tərəfindən standartlaşdırılmışdır;

2. LTE-M (LTE-M- Long Term Evolution for Machines)- maşınlar üçün LTE protokolu-3GPP assosiasiyasının yenidən işləyib hazırladığı 4G/LTE kommunikasiyasının versiyasıdır;

3. LoRa (LoRa- Long Range, LoRaWAN)- böyük məsafələrə verilənlərin ötürülməsi üçün genişzolaqlı modulyasiya protokolu- baha olmayan kommersiya LPWAN məhsulları üçün LoRa Alliance şirkətlər qrupunun xüsusi texnologiyasıdır;

4. Sigfox- Sigfox fransız şirkətinin müəllifliyi ilə ultra- dar zolaqlı (UNB- Ultra Narrow-band) modulyasiya protokoludur. Sigfox şirkəti bu protokolu yaşayış kommunal təsərrüfatın ehtiyacları (enerji, su sərfiyyatı sayğacları), ağıllı saatların qoşulması, digər çox da böyük olmayan verilənləri ötürən, az güclü ötürücü və qadjetlər üçün LPWAN-ın quraşdırılmasında istifadə edir [3].

LPWAN-ın bütün bu variantları qənaətcil enerji sərfiyyatlı baha olmayan çiplərə əsaslanır. İnternet əşyalar üçün texnika istehsalçıları onları kompakt, baha olmayan ötürücülər, sayğaclar, trekerlər, eləcə də aylarla, hətta illərlə avtonom işləməyə hesablanmış batareyalarla qidalanan simsiz qurğuların yaradılması üçün istifadə edə bilirlər.

Xorlogics-in araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, NB-İoT-un əsas üstünlüklərinə aşağıdakıları aid etmək olar:

- əhatə dairəsinin daha yaxşı olması: GSM ilə müqayisədə 20 dB daha çox;

- daha az enerji istifadəsi: avtonom olaraq 10 il enerji istifadəsi;

- aşağı qiymətə olması: bir çipin 1-2 dollar, bir modulun 5-10 dollar olması;

- qoşulma miqyası: bir qovşağa 100 minə qədər.

Simsiz şəbəkələr digər sahələrdə olduğu kimi zondlaşdırma və naviqasiyada da geniş tətbiq perspektivlərinə malikdirlər (məsələn, robotlar və pilotsuz nəqliyyat üçün avtonom radarlar kimi). Simsiz texnologiyalar əsasında radiolokasiyanın virtual köməkçilərin (məsələn, bir otaqda bir neçə adam danışdıqda səsə görə insanı izləməyin dəqiqliyinin yüksəldilməsi) tərkibində istifadə olunmasının perspektivləri də mövcuddur.

Analitiklərin fikirlərinə görə zondlaşdırma və radiolokasiya funksiyaları ilə simsiz sensorlar internet əşyaların ötürücülərinin tamamilə yeni tiplərinin yaradılmasına imkan verəcək ki, onlar əsasında da tibbi diaqnostikadan tutmuş, obyektlərin aşkarlanması və ağıllı ev qarşılıqlı fəaliyyətinə qədər müxtəlif əlaqə və xidmətlərin innovasiya tipləri meydana gələcək.

Simsiz şəbəkələrin inkişaf sahəsinin əsas tendensiyalarından biri də bu şəbəkələrə qoşulmuş qurğuların yerinin müəyyənləşdirilməsi texnologiyasının inkişafıdır.

Bu məqsədlə yeni perspektiv "Növbəti yerləşdirmə nəsl" (Next Generation Positioning) adlandırılan IEEE 802.11 az perspektiv protokolu işlənilib hazırlanır ki, onun da final variantının 2021-ci ildə qəbul olunacağı nəzərdə tutulur. Bu protokol şəbəkəyə qoşulmuş obyektə bir metrə qədər yüksək dəqiqliklə izləməyə imkan verəcək. Gözlənilir ki, IEEE 802.11 az 5G mobil şəbəkələrinin gələcək versiyalarında əsas funksiyalardan biri olacaq.

Yerləşmənin dəqiq müəyyənləşdirilməsi istehlakçı marketinqində, logistikada, internet əşyalarda, eləcə də robototexnikada, pilotsuz yer və hava nəqliyyatının işində tələb olunan vacib texnologiyalardan biridir.

Apaılan araşdırmalardan və sahə üzrə tanınmış şirkət və analitiklərin fikirlərindən belə aydın olur ki, simsiz texnologiyaların qısa müddətdə sürətli inkişafı verilənlərin ötürülməsi və mübadiləsi sürətinin artmasına, şəbəkə məhsuldarlığının yüksəlməsinə, texniki və proqram vasitələrinin inkişafına, yeni vasitələrin cəlb edilməsinə, tətbiq sahələrinin daha da genişlənməsinə səbəb olmuşdur. Simsiz texnologiyalar çox sürətlə inkişaf etməklə bərabər həm də daha da təkmilləşirlər. bu sahə dinamik olaraq dəyişir və müasir iqtisadiyyatın vacib amillərindən biri olur.

Simsiz texnologiyaların inkişaf tendensiyaları və mümkün perspektivləri mobil vasitələrin və uyğun olaraq mobil istifadəçilərin sayının artmasına, onların yeni tətbiq sahələrinin meydana gəlməsinə, proseslərin və istehsalın təşkili, idarə edilməsi, əlaqələndirilməsinin yeni səviyyələrinin işlənilib hazırlanmasına əsas yaradır.

Bu texnologiyalar ildən-ilə yeni imkanlara və funksiyalara, daha müasir təhükəsizlik üsullarına, yüksək sürətə, çevikliyə malik olur, eyni zamanda əvvəlki nəsillərlə əlaqələri saxlamaq, müxtəlif mühit və platformalarda inteqrasiya olunmuş şəkildə fəaliyyət göstərmək qabiliyyətini saxlayırlar.

## **ƏDƏBİYYAT**

1. <http://www.forbes.com/#196a990a713f>
2. <http://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/Gartner> identifies five emerging technology trends
3. <http://www.tadviser.ru>

### **Development perspectives of wireless technologies and their main features**

*M.N.Mammadov, A.Q.Masimov*  
*Azerbaijan State Agrarian University*

## **SUMMARY**

**Key words:** *wireless technologies, IEEE 802.11ax standard, fifth generation - 5G technology, internet of things, WiGig networks, backscatter devices, SDR technology, V2X standard, LPWAN networks, IEEE 802.11az technology protocols*

In recent years, wireless technologies in the field of information exchange have developed more rapidly, increased their capabilities and, as a result, expanded the scope of their applications. For this reason, it is especially important to study the possible development prospects of wireless technologies in the coming years and their main features.

In order to solve this problem, the opinions of analysts of companies that have a special place in modern research in the field of information technology were referred to, the main directions of development and their main features were explained.

Research has shown that in the coming years, there will be an advantage in the development of Wi-Fi technology wireless technology. The IEEE 802.11 ax standard, the commercial name for which is Wi-Fi 6, and the IEEE 802.11ad standard the commercial name for which is WiGig, based on the use of millimeter waves, have broad prospects for the development of this technology.

At the same time, it is expected that 5G technology will be developed and widely used in the next 5-8 years in the field of mobile technology development.

The use of smart city, unmanned transport allows for the wider application of the V2X wireless technology, as well as its various versions in the future.

Low-power wireless remote networks that can operate with devices designed for long-term autonomous operation for the exchange of small volumes of data will have special capabilities in the application and accurate location of LPWAN networks research on the IEEE 802.11az protocol indicates that.

**УДК 004.73**

**Перспективы развития беспроводных технологий и их основные характеристики**

*М.Н.Мамедов, А.Г.Масимов*

*Азербайджанский государственный аграрный университет*

**РЕЗЮМЕ**

**Ключевые слова:** *беспроводные технологии, стандарт IEEE 802.11ax, технология пятого поколения - 5G, интернет-товары, сети WiGig, устройства backscatter, технология SDR, стандарт V2X, сети LPWAN, протоколы технологии IEEE 802.11az.*

Последние годы в области обмена информацией беспроводные технологии развивались более быстрыми темпами, расширили свои возможности и, как следствие, расширили сферу применения. По этой причине особенно важно изучить возможные перспективы развития беспроводных технологий в ближайшие годы и их основные особенности.

Для решения поставленной задачи были использованы мнения аналитиков компаний, занимающих особое место в современных исследованиях в области информационных технологий, объяснены основные направления развития и их основные особенности.

Исследования показали, что в ближайшие годы развитие технологий Wi-Fi и их преимуществ в области беспроводных технологий будет продолжаться. Стандарт IEEE 802.11 ax, коммерческое название которого Wi-Fi 6, и стандарт IEEE 802.11ad коммерческое имя которого WiGig, основанное на использовании миллиметровых волн, имеют широкие перспективы для развития этой технологии.

В то же время ожидается, что технология 5G будет развиваться и широко использоваться в ближайшие 5-8 лет в области разработки мобильных технологий.

Использование умного города, беспилотного транспорта позволяет более широкое применение беспроводной технологии V2X, а также её различных версий в будущем.

Проведённое исследование показывает что беспроводные сети для обмена небольшими объёмами данных LPWAN с низким энергопотреблением, которые могут работать с устройствами, предназначенными для длительной автономной работы и протокол IEEE 802.11 az для точного зондирования и определение местности будут иметь широкие возможности в области применения .