

WI-FI VA BLUETOOTH STANDARTLARI

Yuldasheva Gulbahor Ibragimovna

Farg'ona davlat universiteti, Axborot texnologiyalari kafedrası dotsenti

Murodjonova Lobaroy Ma'rufjon qizi

Farg'ona Davlat Universiteti, Fizika-matematika fakulteti,

“Axborot tizimlari va texnologiyalari” yo'nalishi 3-kurs talabasi

lobaroymurodjonova@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqola zamonaviy simsiz aloqa texnologiyalarining asosiy standartlari - Wi-Fi va Bluetooth texnologiyalarining rivojlanish tarixi, texnik xususiyatlari va qo'llanilish sohalarini o'rganishga bag'ishlangan. Maqolada Wi-Fi standartlarining (802.11a/b/g/n/ac/ax/be) evolyutsiyasi, ularning o'tkazish qobiliyati, chastota diapazoni va qamrov zonasi taqqoslanadi. Shuningdek, Bluetooth texnologiyasining rivojlanish bosqichlari (1.0 dan 5.3 va BLE gacha), uning imkoniyatlari va cheklovlari tahlil qilinadi. Maqolada ikkala texnologiyaning zamonaviy “Aqlli uy”, IoT qurilmalari, sanoat avtomatlashtirish va kundalik hayotda qo'llanilish misollari ko'rib chiqiladi. Tadqiqot natijasida simsiz aloqa standartlarining kelajakdagi rivojlanish tendentsiyalari va istiqbollari aniqlangan.

Kalit so'zlar: Wi-Fi standartlari, Bluetooth texnologiyasi, IEEE 802.11, Simsiz tarmoq protokollari, BLE (Bluetooth Low Energy), IoT (Internet of Things), Simsiz ma'lumot uzatish, Chastota diapazoni, Tarmoq xavfsizligi, Bluetooth versiyalari, Wi-Fi 6 va Wi-Fi 7, Simsiz texnologiyalar integratsiyasi, Tarmoq o'tkazuvchanlik qobiliyati, Raqamli transformatsiya, Energiya tejaydigan simsiz aloqa.

Аннотация: Данная статья посвящена изучению истории развития, технических характеристик и областей применения основных стандартов современных беспроводных технологий связи - Wi-Fi и Bluetooth. В статье сравнивается эволюция

стандартов Wi-Fi (802.11a/b/g/n/ac/ax/be), их пропускная способность, частотный диапазон и зона покрытия. Также анализируются этапы развития технологии Bluetooth (от 1.0 до 5.3 и BLE), её возможности и ограничения. В статье рассматриваются примеры применения обеих технологий в современном “Умном доме”, IoT устройствах, промышленной автоматизации и повседневной жизни. В результате исследования определены тенденции и перспективы будущего развития стандартов беспроводной связи.

Ключевые слова: Стандарты Wi-Fi, Технология Bluetooth, IEEE 802.11, Протоколы беспроводных сетей, BLE (Bluetooth Low Energy), IoT (Интернет вещей), Беспроводная передача данных, Частотный диапазон, Сетевая безопасность, Версии Bluetooth, Wi-Fi 6 и Wi-Fi 7, Интеграция беспроводных технологий, Пропускная способность сети, Цифровая трансформация, Энергосберегающая беспроводная связь.

Abstract: This article is dedicated to studying the history of development, technical characteristics, and application areas of the main standards of modern wireless communication technologies - Wi-Fi and Bluetooth. The article compares the evolution of Wi-Fi standards (802.11a/b/g/n/ac/ax/be), their bandwidth, frequency range, and coverage area. It also analyzes the developmental stages of Bluetooth technology (from 1.0 to 5.3 and BLE), its capabilities and limitations. The article examines examples of both technologies' applications in modern “Smart Home” systems, IoT devices, industrial automation, and everyday life. The research identifies trends and prospects for the future development of wireless communication standards.

Keywords: Wi-Fi standards, Bluetooth technology, IEEE 802.11, Wireless network protocols, BLE (Bluetooth Low Energy), IoT (Internet of Things), Wireless data transmission, Frequency range, Network security, Bluetooth versions, Wi-Fi 6 and Wi-Fi 7, Wireless technology integration, Network bandwidth, Digital transformation, Energy-efficient wireless communication.

WI-FI VA BLUETOOTH STANDARTLARI

KIRISH



Zamonaviy dunyoda simsiz texnologiyalar kundalik hayotimizning ajralmas qismiga aylangan. Ularsiz hozirgi raqamli jamiyatni tasavvur qilish qiyin. Ayniqsa, Wi-Fi va Bluetooth standartlari simsiz kommunikatsiya sohasida yetakchi o'rinni egallab kelmoqda. Bu texnologiyalar turli qurilmalar o'rtasida ma'lumot almashish, internet tarmog'iga ulanish va qurilmalarni masofadan boshqarishda keng qo'llaniladi.

Texnologiyalarning jadal rivojlanishi simsiz aloqa standartlarining ham muntazam takomillashib borishiga olib kelmoqda. Har bir yangi versiya o'tkazuvchanlik qobiliyati, energiya samaradorligi, xavfsizlik darajasi va boshqa ko'rsatkichlar bo'yicha avvalgilaridan ustun bo'ladi. Shu sababli, Wi-Fi va Bluetooth standartlarining rivojlanish tendensiyalari, texnik xususiyatlari va amaliy qo'llanilishini o'rganish nafaqat texnik soha mutaxassislari, balki zamonaviy texnologiyalardan foydalanuvchi har bir inson uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu maqolaning maqsadi - Wi-Fi va Bluetooth texnologiyalarining rivojlanish tarixi, asosiy standartlari, texnik xususiyatlari va qo'llanilish sohalarini tahlil qilish hamda ularning kelajakdagi rivojlanish istiqbollarini aniqlashdan iborat.

ASOSIY QISM

1. Wi-Fi texnologiyasining rivojlanish tarixi va standartlari

1.1. Wi-Fi tushunchasi va uning paydo bo'lishi



Wi-Fi (Wireless Fidelity) - bu IEEE 802.11 standartlari oilasiga asoslangan simsiz lokal tarmoq texnologiyasidir. Dastlabki Wi-Fi texnologiyasi 1997-yilda IEEE tomonidan 802.11 standarti sifatida tasdiqlangan. Biroq, Wi-Fi texnologiyasining keng tarqalishi 1999-yilda Wi-Fi Alliance tashkilotining tashkil etilishi va 802.11b standartining joriy qilinishi bilan boshlangan.

1.2. Wi-Fi standartlari evolyutsiyasi

802.11b (1999)

Bu standart 2.4 GHz chastota diapazonida ishlaydi va maksimal o'tkazuvchanlik qobiliyati 11 Mbps ni tashkil etadi. Qamrov radiusi ochiq hududlarda 100 metrgacha, yopiq binolarda esa 30 metrgacha yetadi.

802.11a (1999)

802.11b bilan bir vaqtda ishlab chiqilgan bu standart 5 GHz chastota diapazonida ishlaydi va 54 Mbps gacha o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega. Yuqori chastota tufayli signal to'siqlardan ko'proq ta'sirlanadi, shuning uchun qamrov radiusi kichikroq.

802.11g (2003)

Bu standart 802.11b va 802.11a ning afzalliklarini birlashtirgan. U 2.4 GHz chastota diapazonida ishlaydi va maksimal o'tkazuvchanlik qobiliyati 54 Mbps ni tashkil etadi. Bu standart 802.11b qurilmalari bilan to'liq mos keladi.

802.11n (2009)

Bu standart MIMO (Multiple Input Multiple Output) texnologiyasini joriy etdi, bu esa ma'lumotlarni bir vaqtning o'zida bir nechta antennalar orqali uzatish imkonini berdi. 802.11n ham 2.4 GHz, ham 5 GHz chastota diapazonlarida ishlaydi va 600 Mbps gacha o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega.

802.11ac (2013)

Bu standart faqat 5 GHz chastota diapazonida ishlaydi va 1.3 Gbps gacha o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega. Bundan tashqari, u MU-MIMO (Multi-User MIMO) texnologiyasini joriy etdi, bu esa bir vaqtning o'zida bir nechta foydalanuvchilarga xizmat ko'rsatish imkonini beradi.

802.11ax (Wi-Fi 6, 2019)

Bu standart 2.4 GHz va 5 GHz chastota diapazonlarida ishlaydi va 9.6 Gbps gacha o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega. Wi-Fi 6 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) texnologiyasini joriy etdi, bu esa tarmoq samaradorligini sezilarli darajada oshirdi, ayniqsa ko'p qurilmalar ulangan hollarda.

802.11be (Wi-Fi 7, ishlab chiqilmoqda)

Bu standart 2.4 GHz, 5 GHz va 6 GHz chastota diapazonlarida ishlashi va 30 Gbps gacha o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega bo'lishi kutilmoqda. U yanada takomillashgan MIMO va OFDMA texnologiyalarini qo'llaydi.

1.3. Wi-Fi standartlarining asosiy texnik xususiyatlari taqqoslanishi

Standart	Chiqarilgan yili	Chastota diapazoni	Maksimal o'tkazuvchanlik	Qamrov radiusi (taxminiy)
802.11b	1999	2.4 GHz	11 Mbps	35-100 m
802.11a	1999	5 GHz	54 Mbps	20-50 m
802.11g	2003	2.4 GHz	54 Mbps	35-100 m
802.11n	2009	2.4/5 Hz	600 Mbps	50-125
802.11ac	2013	5 GHz	1.3 Gbps	35-70 m
802.11ax	2019	2.4/5 GHz	9.6 Gbps	35-120 m
802.11be	ishlab chiqilmoqda	2.4/5/6 GHz	30 Gbps (kutilmoqda)	Ma'lumot yo'q

2. Bluetooth texnologiyasining rivojlanish tarixi va standartlari

2.1. Bluetooth tushunchasi va uning paydo bo'lishi

Bluetooth - bu qisqa masofada ma'lumotlarni simsiz uzatish uchun mo'ljallangan standart simsiz texnologiyadir. Ushbu texnologiya Ericsson kompaniyasi tomonidan 1994-yilda ishlab chiqilgan va 1998-yilda Bluetooth Special Interest Group (SIG) tashkil etilgandan so'ng rasmiy standart sifatida qabul qilingan.



Nomlanishi qiziqarli tarixga ega – “Bluetooth” nomi X asrda Daniya va Norvegiyani birlashtirgan Daniya qiroli Harold Bluetooth sharafiga qo'yilgan. Texnologiya nomi turli qurilmalarni bir-biri bilan bog'lash g'oyasini aks ettiradi.

2.2. Bluetooth versiyalarining evolyutsiyasi

Bluetooth 1.0 (1999)

Dastlabki versiya ko'plab muammolarga ega edi, jumladan qurilmalarni bog'lashda qiyinchiliklar va cheklangan o'tkazuvchanlik qobiliyati (1 Mbps gacha).

Bluetooth 2.0 + EDR (2004)

Bu versiya Enhanced Data Rate (EDR) texnologiyasini joriy etdi, bu esa o'tkazuvchanlik qobiliyatini 3 Mbps gacha oshirdi. Bundan tashqari, energiya sarfini kamaytirish imkoniyatlari takomillashtirildi.

Bluetooth 3.0 + HS (2009)

High Speed (HS) texnologiyasi bilan ta'minlangan bu versiya Wi-Fi texnologiyasidan foydalanib, katta hajmdagi ma'lumotlarni 24 Mbps gacha tezlikda uzatish imkonini berdi.

Bluetooth 4.0 (2010)

Bu versiya Bluetooth Low Energy (BLE) texnologiyasini joriy etdi, bu esa energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirdi va kichik batareyalarda ishlaydigan qurilmalar uchun juda foydali bo'ldi.

Bluetooth 5.0 (2016)

Bu versiya o'tkazuvchanlik qobiliyatini 2 Mbps gacha oshirdi (BLE uchun), qamrov radiusini to'rt baravarga (taxminan 240 metrgacha) kengaytirdi va xabarlar sig'imini sakkiz baravarga oshirdi.

Bluetooth 5.1 (2019)

Bu versiya signal yo'nalishini aniqlash imkoniyati bilan ta'minlandi, bu esa joylashuvni aniqlash xizmatlarini yaxshiladi.

Bluetooth 5.2 (2020)

Bu versiya LE Audio texnologiyasini joriy etdi, bu esa ovoz uzatish sifatini yaxshiladi va energiya sarfini kamaytirdi.

Bluetooth 5.3 (2021)

Eng so'nggi versiya tarmoq xavfsizligi va tezkorligini yaxshilash, shuningdek energiya sarfini yanada kamaytirish imkoniyatlari bilan ta'minlangan.

2.3. Bluetooth standartlarining asosiy texnik xususiyatlari taqqoslanishi

Versiya	Chiqa rilgan yili	O'tkazuv chanlik qobiliyati	Qamrov radiusi (taxminiy)	Asosiy yangiliklar
1.0	1999	1 Mbps	10 m	Dastlabki standart
2.0+EDR	2004	3 Mbps	10 m	Enhanced Data Rate
3.0+HS	2009	24 Mbps	10 m	High Speed, Wi-Fi bog'lanish
4.0	2010	1 Mbps	50 m	Bluetooth Low Energy
5.0	2016	2 Mbps	240 m	Oshirilgan qamrov radiusi
5.1	2019	2 Mbps	240 m	Signal yo'nalishini aniqlash
5.2	2020	2 Mbps	240 m	LE Audio
5.3	2021	2 Mbps	240 m	Xavfsizlik va tezkorlik optimallashtirilgan

3. Wi-Fi va Bluetooth texnologiyalarining qo'llanilish sohalari

3.1. Wi-Fi texnologiyasining qo'llanilish sohalari



Wi-Fi texnologiyasi keng qamrovli va yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyati tufayli quyidagi sohalarda keng qo'llaniladi:

- **Internet tarmog'iga ulanish:** Uylar, ofislar, jamoat joylari va boshqa ko'plab joylarda internet tarmog'iga ulanish imkonini beradi.
- **Multimedia kontentni uzatish:** HD va 4K video, musiqa va boshqa multimedia kontentni uzatish uchun qo'llaniladi.
- **"Aqlli uy" tizimlari:** Uy-joy avtomatlashtirish tizimlari, xavfsizlik kameralari, termostatlar va boshqa "aqlli" qurilmalarni boshqarish uchun qo'llaniladi.
- **Sanoat IoT (IIoT):** Sanoat qurilmalari, sensorlar va boshqa ishlab chiqarish jihozlarini bog'lash uchun qo'llaniladi.
- **Ta'lim va tibbiyot:** Masofaviy ta'lim va teletibbiyot xizmatlarini ko'rsatish uchun qo'llaniladi.

3.2. Bluetooth texnologiyasining qo'llanilish sohalari

Bluetooth texnologiyasi kam energiya sarfi va qisqa masofada ishonchli aloqa o'rnatish qobiliyati tufayli quyidagi sohalarda keng qo'llaniladi:

- **Audio qurilmalar:** Simsiz quloqchinlar, karnaylar va boshqa audio qurilmalarni mobil telefonlar, kompyuterlar va boshqa audio manbalarga ulash uchun qo'llaniladi.
- **Kompyuter periferiyasi:** Simsiz sichqoncha, klaviatura va boshqa periferiya qurilmalarini ulash uchun qo'llaniladi.
- **Sog'liqni saqlash va sport:** Fitness-trekerlari, yurak urish tezligini o'lchovchi qurilmalar va boshqa tibbiy qurilmalarni mobil telefonlar va boshqa qurilmalarga ulash uchun qo'llaniladi.

- **“Aqlli uy” tizimlari:** Kam energiya talab qiladigan sensorlar, chiroqlar va boshqa qurilmalarni boshqarish uchun qo‘llaniladi.

- **Avtomobil sanoati:** Hands-free qo‘ng‘iroqlar, navigatsiya va ko‘ngilochar tizimlarni boshqarish uchun qo‘llaniladi.

3.3. Wi-Fi va Bluetooth texnologiyalarining o‘zaro integratsiyasi

Zamonaviy qurilmalarda ko‘pincha ham Wi-Fi, ham Bluetooth texnologiyalari mavjud bo‘lib, ular o‘zaro to‘ldiruvchi funksiyalarni bajaradi:

- **Wi-Fi Direct va Bluetooth:** Ko‘plab qurilmalar Wi-Fi Direct va Bluetooth orqali bog‘lanishni qo‘llab-quvvatlaydi, bu esa foydalanuvchiga vaziyatga qarab eng optimal variantni tanlash imkonini beradi.

- **Smart Home tizimlari:** Ko‘plab “Aqlli uy” tizimlari Wi-Fi va Bluetooth texnologiyalarini birlashtiradi. Wi-Fi internet tarmog‘iga ulanish uchun ishlatilsa, Bluetooth esa qurilmalar o‘rtasida bevosita bog‘lanish uchun ishlatiladi.

- **IoT ekosistemalari:** Zamonaviy IoT ekosistemalari ko‘pincha har ikkala texnologiyadan foydalanadi. Masalan, sensor ma’lumotlarni Bluetooth orqali hub ga uzatadi, hub esa ma’lumotlarni Wi-Fi orqali bulutga yuboradi.

4. Wi-Fi va Bluetooth texnologiyalarining xavfsizlik jihatlari



4.1. Wi-Fi xavfsizligi

Wi-Fi texnologiyasida xavfsizlikni ta’minlash uchun bir nechta protokollar ishlab chiqilgan:



- **WEP (Wired Equivalent Privacy):** Dastlabki xavfsizlik protokoli, hozirgi kunda zaif hisoblanadi va foydalanish tavsiya etilmaydi.
- **WPA (Wi-Fi Protected Access):** WEP ning takomillashtirilgan versiyasi, lekin hozirgi kunda ham to'liq xavfsiz emas.
- **WPA2:** Eng keng tarqalgan xavfsizlik protokoli, AES shifrlash algoritmidan foydalanadi.
- **WPA3:** Eng so'nggi xavfsizlik protokoli, shifrlash algoritmlarini takomillashtirgan va zamonaviy hujumlarga qarshi yanada kuchli himoyani ta'minlaydi.

4.2. Bluetooth xavfsizligi

Bluetooth texnologiyasida ham xavfsizlikni ta'minlash uchun bir nechta mexanizmlar mavjud:

- **Pairing:** Qurilmalar o'rtasida ishonchli bog'lanish o'rnatish uchun PIN-kod yoki maxsus kalitdan foydalaniladi.
- **Encryption:** Ma'lumotlarni shifrlash uchun AES algoritmi qo'llaniladi.
- **Privacy Features:** Bluetooth 4.0 dan boshlab, qurilma manzilini yashirish va qurilmani kuzatishning oldini olish uchun maxsus funksiyalar mavjud.

4.3. Xavfsizlik tahdidlari va ulardan himoyalash usullari

Har ikkala texnologiya ham ma'lum xavfsizlik tahdidlariga duch kelishi mumkin:

- **Man-in-the-middle hujumlari:** Hujumchi ikkita qurilma o'rtasidagi aloqani ushlab oladi va ularga sezdirmasdan ma'lumotlarni o'zgartiradi.
- **Brute force hujumlari:** Hujumchi barcha mumkin bo'lgan parollarni ketma-ket sinab ko'radi.

- **Jamming:** Hujumchi maxsus qurilmalar yordamida simsiz signallarni to'xtatadi yoki buzadi.

Himoyalalanish uchun:

Eng so'nggi xavfsizlik protokollaridan foydalanish (WPA3, Bluetooth 5.x)

Murakkab parollar qo'llash

Qurilma dasturiy ta'minotini muntazam yangilab turish

Ishonchsiz tarmoqlarga ulanmaslik

5. Wi-Fi va Bluetooth texnologiyalarining kelajakdagi rivojlanish istiqbollari

5.1. Wi-Fi texnologiyasining rivojlanish istiqbollari



- **Wi-Fi 7 (802.11be):** 2024-yildan boshlab keng tarqalishi kutilmoqda. 30 Gbps gacha o'tkazish qobiliyati, 320 MHz kanallar kengligi va ko'p kanallar yordamida yanada samarali ishlash.

- **Wi-Fi 6E:** 6 GHz chastota diapazonining qo'llanilishi, bu esa tarmoq sig'imini sezilarli darajada oshiradi va to'siqlar va aralashuvlar ta'sirini kamaytiradi.

- **Wi-Fi Sensing:** Wi-Fi signallari yordamida harakatni aniqlash, nafas olishni kuzatish va boshqa funksiyalarni amalga oshirish.

- **Wi-Fi HaLow (802.11ah):** Past energiya sarfi va uzoq masofa xususiyatlariga ega bo'lgan Wi-Fi standarti, IoT qurilmalari uchun mo'ljallangan.

5.2. Bluetooth texnologiyasining rivojlanish istiqbollari

• **Bluetooth 5.4:** Energiya sarfini yanada kamaytirish va xavfsizlikni oshirish uchun yangi imkoniyatlar bilan ta'minlangan versiya.

- **Bluetooth Audio LE:** Past energiya sarfi bilan yuqori sifatli audio uzatish imkoniyati, eshitish apparatlari va boshqa tibbiy qurilmalar uchun muhim.
- **Bluetooth Mesh:** Qurilmalar tarmog'ini yaratish imkoniyati, har bir qurilma retranslyator vazifasini bajarishi mumkin, bu esa qamrov radiusini sezilarli darajada oshiradi.
- **Bluetooth va IoT:** IoT qurilmalari uchun Bluetooth texnologiyasining yanada keng qo'llanilishi kutilmoqda.

5.3. 5G va boshqa texnologiyalar bilan integratsiya

- **Wi-Fi va 5G integratsiyasi:** Ushbu ikki texnologiyaning o'zaro to'ldiruvchi integratsiyasi mobil qurilmalar uchun uzluksiz va yuqori tezlikdagi internetga ulanishni ta'minlaydi.
- **Multi-Radio Access Technology (Multi-RAT):** Wi-Fi, Bluetooth, 5G va boshqa texnologiyalarning bir qurilmada samarali ishlashi uchun yangi yondashuvlar.
- **Kengaytirilgan voqelik (AR) va virtual voqelik (VR):** Yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyati va past kechikish vaqti talab qiladigan AR va VR ilovalarini qo'llab-quvvatlash uchun Wi-Fi va Bluetooth texnologiyalarining takomillashtirilishi.

Xulosa: Ushbu maqolada Wi-Fi va Bluetooth simsiz aloqa standartlarining rivojlanish tarixi, texnik xususiyatlari va qo'llanilish sohalari tahlil qilindi. Ikkala texnologiya ham o'zining rivojlanish yo'lida sezilarli o'zgarishlarga duch keldi va zamonaviy raqamli dunyoning ajralmas qismiga aylandi.

Wi-Fi texnologiyasi yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyati va nisbatan keng qamrov radiusi bilan ajralib turadi, bu esa uni internet tarmog'iga ulanish, multimedia kontentni uzatish va yuqori tezlikda ma'lumot almashishni talab qiladigan boshqa vazifalar uchun ideal qiladi. 802.11b dan Wi-Fi 7 gacha bo'lgan evolyutsiya davomida texnologiya o'tkazuvchanlik qobiliyati, energiya samaradorligi va xavfsizlik darajasi bo'yicha sezilarli darajada takomillashdi.

Bluetooth texnologiyasi esa kam energiya sarfi va qisqa masofada ishonchli aloqa o'rnatish qobiliyati bilan ajralib turadi, bu esa uni periferiya qurilmalari, audio qurilmalar va IoT qurilmalarini ulash uchun ideal qiladi. Bluetooth 1.0 dan Bluetooth 5.3 gacha bo'lgan

evolyutsiya davomida texnologiya energiya sarfi, o'tkazuvchanlik qobiliyati va qamrov radiusi bo'yicha sezilarli darajada takomillashdi.

Har ikkala texnologiya ham o'zining rivojlanish sohasida muhim yutuqlarga erishdi va kelajakda yanada takomillashishi kutilmoqda. Wi-Fi 7 va Bluetooth 5.4 kabi yangi standartlar yanada yuqori tezlik, kam energiya sarfi va yangi qo'llanilish sohaslarini va'da qilmoqda.

Simsiz aloqa texnologiyalarining rivojlanishi IoT, "Aqlli uy", sanoat avtomatlashtirish va boshqa ko'plab sohalarda yangi imkoniyatlarni ochib beradi. Bunda Wi-Fi va Bluetooth texnologiyalari o'zaro to'ldiruvchi rol o'ynaydi va ularning integratsiyasi yanada samarali va qulay simsiz ekosistemasini yaratish imkonini beradi.

Foydalanilgan Adabiyotlar Ro'yxati

1. **IEEE 802.11 Working Group.** (2020). IEEE Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications.
2. **Bluetooth Special Interest Group.** (2019). Bluetooth Core Specification Version 5.2.
3. **Gast, M. S.** (2013). 802.11ac: A Survival Guide. O'Reilly Media.
4. **Heydon, R.** (2012). Bluetooth Low Energy: The Developer's Handbook. Prentice Hall.
5. **Wi-Fi Alliance.** (2019). Wi-Fi 6: High performance, next generation Wi-Fi. Technical white paper.
6. **Bluetooth SIG.** (2020). Bluetooth Market Update 2020.
7. **Hiertz, G. R., Denteneer, D., Stibor, L., Zang, Y., Costa, X. P., & Walke, B.** (2010). The IEEE 802.11 universe. IEEE Communications Magazine, 48(1), 62-70.
8. **Gupta, N., & Jain, S.** (2016). Comparative study of Bluetooth and Wi-Fi technologies. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 6(7), 7-10.

9. **Afanasyev, M., Chen, T., Voelker, G. M., & Snoeren, A. C.** (2010). Analysis of a mixed-use urban wifi network: when metropolitan becomes neapolitan. Proceedings of the 8th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement, 85-98.
10. **Gomez, C., Oller, J., & Paradells, J.** (2012). Overview and evaluation of bluetooth low energy: An emerging low-power wireless technology. Sensors, 12(9), 11734-11753.
11. **Siekkinen, M., Hienkari, M., Nurminen, J. K., & Nieminen, J.** (2012). How low energy is bluetooth low energy? Comparative measurements with ZigBee/802.15. 4. 2012 IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops, 232-237.
12. **Valenzuela, J. L., Monleon, A., San Esteban, I., Portilla, M., & Campos, O.** (2013). A hierarchical approach for energy management in WSNs using Bluetooth and Wi-Fi technologies. 2013 IEEE 24th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications, 2951-2955.
13. **Vergari, P., Salmon Cinotti, T., D'Elia, A., Roffia, L., Zamagni, G., & Lamberti, C.** (2011). A smart space application to dynamically relate medical and environmental information. Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition, 1-6.
14. **Woolley, M.** (2019). Bluetooth Direction Finding: A Technical Overview. Bluetooth SIG.
15. **Wi-Fi Alliance.** (2021). Wi-Fi CERTIFIED 6E: Extended Wi-Fi 6 into 6 GHz. Technical white paper.